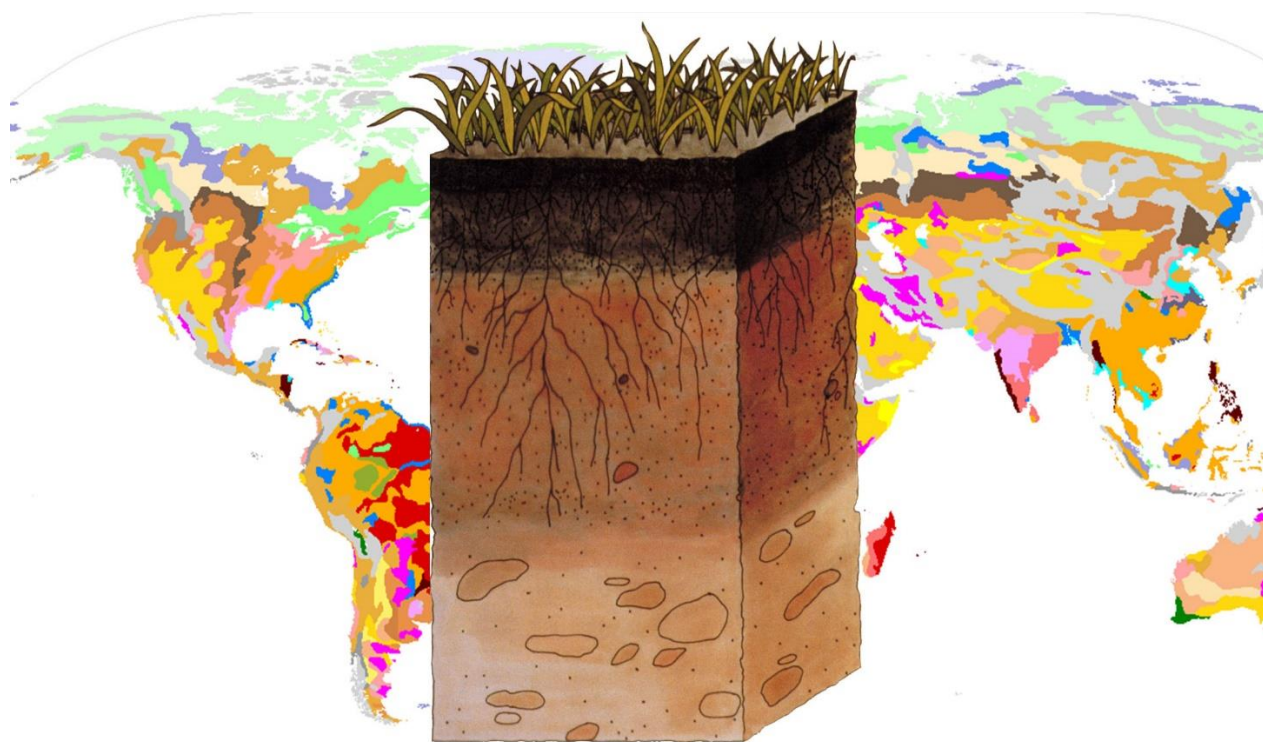


Владимирский государственный университет

ОСНОВЫ АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ

Учебное пособие



Владимир 2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ОСНОВЫ АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Допущено Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 35.00.00 «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям бакалавриата 35.03.03 «Агрехимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия», 35.03.05 «Садоводство», 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

Электронное издание



Владимир 2024

ISBN 978-5-9984-1946-1

© Рагимов А. О., Шентерова Е. М.,
Мазиров М. А., Чебаненко С. И., 2024

УДК 631.4
ББК 40.3

Авторы-составители: А. О. Рагимов (введение, заключение, гл. 2 – 5, 11, 12, 16 – 19, 21, 22, 27, 28, 35, тест, глоссарий, прил. 1 – 22), Е. М. Шентерова (гл. 1, 6 – 10, 13 – 15, 20, 29 – 31, 36, индивидуальные задания, прил. 23 – 43), М. А. Мазиров (гл. 23 – 26), С. И. Чебаненко (гл. 32 – 34)

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
профессор кафедры земледелия и методики опытного дела
Российского государственного аграрного университета – МСХА
имени К. А. Тимирязева
О. А. Савоськина

Кандидат биологических наук, доцент
доцент кафедры биологии и экологии
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Н. В. Чугай

Основы агропочвоведения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / авт.-сост.: А. О. Рагимов [и др.] ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2024. – 770 с. – ISBN 978-5-9984-1946-1. – Электрон. дан. (25,5 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Содержит теоретический материал, посвященный основам агрономического почвоведения, а также приложения и блок индивидуальных заданий для контроля знаний.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – Агрономия, 35.03.05 – Садоводство, 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 20. Ил. 102. Библиогр.: 94 назв.

ISBN 978-5-9984-1946-1

© Рагимов А. О., Шентерова Е. М.,
Мазиров М. А., Чебаненко С. И., 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
Глава 1. АГРОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ	11
<i>Контрольные вопросы</i>	39
Глава 2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, ЕГО БАЛАНС И РЕГУЛИРОВАНИЕ	39
2.1. Водный режим почвы и его составляющие	39
2.2. Составляющие водного баланса	47
2.2.1. Атмосферные осадки.....	47
2.2.2. Поступление влаги из грунтовых вод	48
2.2.3. Конденсация.....	49
2.2.4. Испарение и десукция	50
2.2.5. Поверхностный сток	52
2.2.6. Внутрипочвенный сток	53
2.2.7. Грунтовый сток.....	54
2.3. Типы водного режима	55
2.4. Регулирование водного режима почв и агроландшафтов.....	62
<i>Контрольные вопросы</i>	67
Глава 3. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, ЕГО БАЛАНС И РЕГУЛИРОВАНИЕ	67
3.1. Особенности теплового режима почвы.....	67
3.2. Перенос тепла в почве.....	69
3.3. Температурный режим почв и определяющие его условия	71
3.4. Замерзание и оттаивание почвы	73
3.5. Типы теплового (температурного) режима почвы	76
3.6. Влияние теплового режима на интенсивность почвенных процессов.....	79
3.7. Регулирование теплового режима	80
<i>Контрольные вопросы</i>	82

Глава 4. ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, ЕГО БАЛАНС И РЕГУЛИРОВАНИЕ	82
4.1. Особенности воздушного режима почвы	82
4.2. Состав почвенного воздуха, газообмен с атмосферой.....	84
4.3. Регулирование воздушного режима	89
<i>Контрольные вопросы</i>	90
Глава 5. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ПОЧВЫ.....	91
5.1. Окислительно-восстановительные процессы и определяющие их факторы	91
5.2. Влияние окислительно-восстановительных процессов на почвообразование и плодородие почв.....	94
5.3. Типы окислительно-восстановительных режимов	96
<i>Контрольные вопросы</i>	97
Глава 6. ПОЧВЕННАЯ БИОТА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ	97
6.1. Почвенные водоросли и их функционирование	98
6.2. Почвенные процессы, происходящие при участии животных...	101
6.3. Почвенные грибы и их функции.....	107
6.4. Бактерии и актиномицеты, их функции в почве	109
6.5. Полифункциональность микроорганизмов	113
6.6. Концепция почвы как множества сред обитания микроорганизмов.....	115
6.7. Изменение микробиологических процессов при сельскохозяйственном использовании почв и их регулирование.....	118
6.7.1. Влияние окультуривания почв на их микробиологическую и ферментативную активность.....	118
6.7.2. Почвоутомление	119
<i>Контрольные вопросы</i>	122

Глава 7. РЕЖИМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ, ЕГО БАЛАНС И РЕГУЛИРОВАНИЕ.....	123
7.1. Поступление органического вещества в почву в естественных биогеоценозах	123
7.2. Процессы трансформации органического вещества в почвах различных биогеоценозов.....	125
7.3. Поступление органического вещества в почву в агроценозах ...	128
7.4. Изменение гумусового режима почвы в процессе трансформации естественных биогеоценозов в агроценозы.....	131
7.5. Балансовый подход к регулированию режима органического вещества в агроэкосистемах	133
<i>Контрольные вопросы</i>	137
Глава 8. РЕЖИМ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ И ИХ РЕГУЛИРОВАНИЕ.....	138
8.1. Азот	138
8.2. Фосфор.....	142
8.3. Калий.....	145
<i>Контрольные вопросы</i>	148
Глава 9. ОХРАНА ПРИРОДЫ КАК ВАЖНЕЙШАЯ ЗАДАЧА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА	148
<i>Контрольные вопросы</i>	151
Глава 10. ПРИРОДНАЯ СРЕДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ	152
<i>Контрольные вопросы</i>	175
Глава 11. БОРЬБА С СОРНЯКАМИ	176
11.1. Борьба с сорняками в условиях нечерноземной зоны.....	176
11.2. Вред, причиняемый сорными растениями посевам овощных культур.....	177
11.3. Профилактические, агротехнические и биологические меры борьбы с сорными растениями.....	181
<i>Контрольные вопросы</i>	185

Глава 12. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ	186
12.1. Современное состояние и перспективы производства и применения органических удобрений в России	186
12.2. Характеристика основных видов органических удобрений	190
12.2.1. Подстилочный навоз	190
12.2.2. Бесподстилочный навоз	194
12.2.3. Компосты.....	198
12.2.4. Навозная жижа.....	201
12.2.5. Птичий помет	203
12.2.6. Зеленое удобрение.....	205
12.2.7. Солома	207
12.2.8. Сапропель	208
12.2.9. Торф	210
12.2.10. Промышленные органические отходы.....	211
<i>Контрольные вопросы</i>	212
Глава 13. ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ И ДЕФЛЯЦИИ	213
13.1. Виды водной эрозии и условия ее проявления	214
13.2. Экологические последствия от эрозии.....	218
<i>Контрольные вопросы</i>	223
Глава 14. ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	223
<i>Контрольные вопросы</i>	232
Глава 15. СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЗАЩИТЫ ПОЧВЫ ОТ ДЕГРАДАЦИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	232
<i>Контрольные вопросы</i>	252
Глава 16. КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ПОЧВ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	253
<i>Контрольные вопросы</i>	263

Глава 17. СТРУКТУРА ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И СИСТЕМА СЕВООБОРОТОВ	263
<i>Контрольные вопросы</i>	271
Глава 18. ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ЕЕ ЗАЩИТЫ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ.....	271
<i>Контрольные вопросы</i>	282
Глава 19. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ЭРОДИРОВАННЫХ И ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ЗЕМЛЯХ.....	282
<i>Контрольные вопросы</i>	292
Глава 20. ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	293
<i>Контрольные вопросы</i>	297
Глава 21. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ДЕФЛЯЦИИ.....	297
<i>Контрольные вопросы</i>	305
Глава 22. ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ СЕВООБОРОТЫ И ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В РАЙОНАХ ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕФЛЯЦИИ	306
<i>Контрольные вопросы</i>	321
Глава 23. КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С ДЕФЛЯЦИЕЙ ПОЧВ.....	321
<i>Контрольные вопросы</i>	337
Глава 24. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	337
<i>Контрольные вопросы</i>	354

Глава 25. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, ГРУППИРОВКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ	354
<i>Контрольные вопросы</i>	372
Глава 26. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗВЕНЬЕВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	373
<i>Контрольные вопросы</i>	379
Глава 27. СИСТЕМА СЕВООБОРОТОВ.....	380
<i>Контрольные вопросы</i>	411
Глава 28. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ.....	412
<i>Контрольные вопросы</i>	436
Глава 29. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ	436
<i>Контрольные вопросы</i>	470
Глава 30. ОСНОВНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР	471
<i>Контрольные вопросы</i>	472
Глава 31. ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	473
<i>Контрольные вопросы</i>	482
Глава 32. СЕЛЕКЦИЯ И СИСТЕМА СЕМЕНОВОДСТВА	483
<i>Контрольные вопросы</i>	509
Глава 33. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗВЕНЬЕВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	510
<i>Контрольные вопросы</i>	515

Глава 34. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ОПТИМИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ ЗВЕНЬЕВ	516
<i>Контрольные вопросы</i>	526
Глава 35. КЛАССИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ УДОБРЕНИЙ	526
35.1. Классификация удобрений	526
35.2. Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и качественным реакциям.....	534
<i>Контрольные вопросы</i>	545
Глава 36. ПОЧВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА	545
36.1. Отбор проб и подготовка их к анализу	545
36.2. Почвенная диагностика азотного, фосфорного и калийного питания растений.....	550
<i>Контрольные вопросы</i>	552
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	553
ТЕСТ	562
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	590
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	591
ПРИЛОЖЕНИЯ	601
ГЛОССАРИЙ	752

ВВЕДЕНИЕ

Почвоведение (от рус. *почва* и *ведать*) – наука о почве, её составе, свойствах, происхождении, распространении, использовании, деградации и восстановлении. Почвоведение изучает почву как самостоятельное природное тело. Почвоведение – это комплексная мультидисциплинарная область знаний с единым объектом изучения (почвы), она базируется на данных геологии, биологии, географии, химии, физики и других наук.

История знаний о почве насчитывает несколько тысячелетий, она изобилует интересными и важными фактами, тесно связана с развитием земледелия и всей цивилизации. Почва всегда была важнейшей естественной производительной силой человеческого общества и давно стала предметом труда.

Почвоведение принадлежит к наукам о природе, т. е. является естественнонаучной дисциплиной. Оно тесно соприкасается с фундаментальными науками (математика, физика, химия), естественно-историческими (биология, геология, география), разного рода прикладными науками (земледелие, растениеводство, агрохимия, лесоводство, мелиорация, землеустройство, инженерное строительство, экономика сельского хозяйства, здравоохранение, охрана окружающей среды и др.).

В пособии изложены основные вопросы агрономического почвоведения. Справочные данные, представленные в приложениях, необходимы для анализа и обобщения сведений при оценке условий формирования плодородия почв, сельскохозяйственного использования конкретных почвенных разностей под полевые, пропашные, технические, овощные культуры, а также при разработке комплекса мероприятий по преодолению лимитирующих факторов и повышению плодородия почв, рационального их использования.

Иллюстративный материал учебного пособия взят из интернет-источников, находящихся в открытом доступе.

Глава 1. АГРОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ

«В истории естествознания в России в течение XIX века не много найдется людей, которые могли бы быть поставлены наряду с ним по влиянию, какое они оказали на ход научной работы, по глубине и оригинальности их обобщающей мысли».

В.И. Вернадский

К середине XX в. российское почвоведение превратилось в мощную науку с развитой методологией. Утвердился прогрессивный подход к изучению почв, получили развитие представления о непрерывной изменчивости почв во времени, о цикличности почвообразовательных процессов, об особой роли организмов, биологических процессов в почвообразовании и биогенного круговорота веществ, о взаимосвязи развития почв с функционированием экосистем, об особой роли деятельности человека в почвообразовании.

После Второй мировой войны, на какое-то время затормозившей развитие почвоведения, началась, по выражению И. А. Крупеникова, полоса подлинного «педологического взрыва».

Невиданный размах приобрели территориальные почвенные исследования. Сложилось стройное учение о почвенно-биоклиматических поясах и областях мира, о почвенных зонах, фациях и провинциях, которое легло в основу Почвенно-географического районирования СССР и послужило основой для учета почвенных ресурсов бывшего СССР и мира.

Системное начало в географии почв дополнило учение о структуре почвенного покрова, созданное В. М. Фридландом. В.М. Фридланд (1919-1983) - выдающийся советский почвовед-географ и картограф, окончил МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор географических наук, профессор, лауреат премии имени В.В. Докучаева АН СССР.



Рис. 1. В.М. Фридланд (1919-1983)

В развитии системного подхода к почвам важную роль сыграли учение И. П. Герасимова об элементарных почвенных процессах и предложение положить в основу классификации почв «современную докучаевскую формулу»: свойства-процессы-факторы. Особую историю имеет развитие проблемы классификации почв.

В числе важнейших достижений почвоведения по другим направлениям следует отметить следующие:

- развитие учения о корках выветривания и геохимии ландшафтов на основе биогеохимических идей В. И. Вернадского;
- разработка методов изучения органического вещества почв, идентификация его роли в процессах почвообразования и плодородия почв;
- изучение почвенных процессов и режимов,
- изучение биологического круговорота веществ,
- изучение физико-химических и химических свойств почв
- достижения в области физики почв

В последние годы идет становление экологии почв, чему в значительной мере способствовал В. А. Ковда (29 декабря 1904 - 23 октября 1991). - советский почвовед, член-корреспондент АН СССР.



Рис. 2. В. А. Ковда (29 декабря 1904 - 23 октября 1991)

Большую работу в этом направлении проводит Г. В. Добровольский (1915-2013), развивающий учение об экологических функциях почв.

Г. В. Добровольский - советский и российский почвовед, академик РАН. Основатель и первый декан факультета почвоведения МГУ имени М. В. Ломоносова, заведующий кафедрой географии почв факультета в 1960-1988 годах, заслуженный профессор МГУ. Доктор биологических наук, профессор.

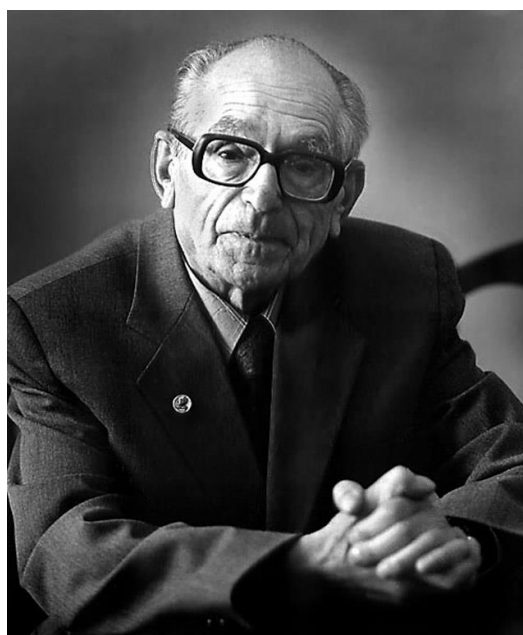


Рис. 3. Г. В. Добровольский (1915-2013)

Все перечисленные достижения почвенной науки в той или иной мере имеют отношение к обеспечению практической деятельности в сельском хозяйстве.

В России почвоведение развивалось быстрее сельскохозяйственного производства. Тем самым были созданы научные предпосылки для оптимизации природопользования в сельском хозяйстве. В связи с этим следует особо отметить создание множества общих и тематических почвенных карт различных масштабов и обстоятельных монографий по почвам всех регионов страны.

Сельскохозяйственные предприятия были обеспечены крупномасштабными почвенными картами. На всей площади сельскохозяйственных угодий, находящихся в активном обороте, проведена бонитировка почв. Выполнены огромные объемы различных почвенно-мелиоративных и почвенно-агрохимических исследований для сельскохозяйственного проектирования.

Несмотря на несомненные достижения почвенной науки и очевидную значимость почвоведения для удовлетворения потребностей человечества в продовольствии и одежде, в поддержании оптимальных социально-экологических условий жизни людей, востребованность почвоведения и отношение к нему в обществе в целом оставляют желать лучшего. Это характерно как для России, так и для других стран, что отмечается в последние годы на различных форумах по почвоведению и в литературных источниках.

По выражению профессора А. Руэллана *«почвоведение сегодня недостаточно заметно в обществе, недостаточно четко заявляет о себе как самостоятельная наука»*.

Почва, почвенная среда, является для широкой общественности наименее известной из сред. Взгляд людей на почву очень узкий, поверхностный, далеко не заинтересованный, как их взгляды на звезды, растения, животных, моря и горы, горные породы и минералы. Даже у людей, профессионально связанных с использованием почвенных ресурсов, потребность в почвоведении не столь сильна, не столь глубока. В частности, агрономы обращают большее внимание на технические или социально-экономические аспекты производства, чем на социально-экологические условия, особенно почву».

Можно утверждать, что следствием такого отношения к почвоведению являются многочисленные экономические и экологические издержки хозяйственной деятельности и, если это отношение не изменится, угроза глобальной экологической катастрофы будет возрастать.

Необходим серьезный анализ проблемы почвенно-агрономического и почвенно-экологического обеспечения сельского хозяйства. Очевидно, что в странах с различным уровнем экономического развития эта проблема имеет неодинаковое содержание при некоторых общих негативных тенденциях.

В нашей стране, сыгравшей важную роль в становлении мирового почвоведения, разрыв между достижениями почвенной науки и результатами сельскохозяйственного использования почв наиболее велик. Самая общая причина этого разрыва - слабая востребованность достижений научно-технического прогресса вследствие перманентных социально-экономических противоречий.

Существуют, однако, и частные причины, связанные с организацией науки, освоением ее достижений, подготовкой специалистов. Одна из причин - несовершенство механизма взаимодействия между фундаментальной наукой, прикладной наукой и практикой.

Почвоведение как фундаментальная наука развивалась по законам познания естественно-исторического тела Земли. Ее основоположники действовали в соответствии с законами ее саморазвития.

Некоторые из них как, например, П. А. Костычев, отстаивали только лишь агрономическое назначение почвоведения, но фактически они добывали новое знание (это и есть фундаментальная наука), достраивая науку о почве. Костычев П.А. - один из основателей русского агрономического почвоведения, почвовед, агроном, геоботаник, химик, один из основоположников научного почвоведения и русской почвенной микробиологии.

Как оказывается, в конечном счете, любая теория, раскрывающего или иное явление, или процесс, рано или поздно приводит к практическому результату.

Нарушение законов саморазвития науки вторжениями идеологизированных концепций и тем более администрирования наносит ущерб и науке, и практике.

Теоретические достижения почвоведения имеют мало общего с серийными описательными работами, часто лишенными теоретического или практического значения.

Таковыми были рутинные почвооценочные работы, побудившие К. Д. Глинку к цитированному ранее резкому высказыванию о прикладном почвоведении.

К. Д. Глинка (1867 - 1927) российский и советский минералог, геолог, географ, почвовед и организатор науки. Профессор, академик АН СССР.



Рис. 4. К. Д. Глинка (1867 - 1927)

Позже по поводу многочисленных работ почвенно-географической серии К. П. Горшенин высказался как о «гипертрофированном географизме».

К. П. Горшенин (1888 -1981) - учёный-почвовед; профессор, доктор сельскохозяйственных наук; заслуженный деятель науки и техники РСФСР, член-корреспондент ВАСХНИЛ (1956), лауреат Ленинской премии.

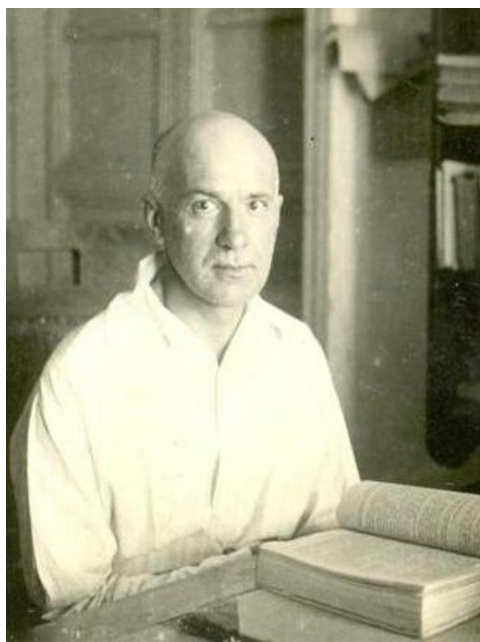


Рис. 5. К. П. Горшенин (1888 -1981)

При всем значении и приоритетности теоретического почвоведения актуальность множества прикладных задач не снижается. Существует представление, что ими должна заниматься специальная наука - сельскохозяйственное или агрономическое почвоведение.

Агрономическое почвоведение – это наука о почвах и их взаимосвязи с растениями, о закономерностях функционирования и эволюции, вовлеченных в сельскохозяйственное производство (пахотных) почв и выявлении путей их рационального использования, о почвенном плодородии, приемах его расширенного воспроизводства и окультуривания почв.

В качестве разделов науки агропочвоведение называют изучение местных особенностей почв для адаптации к ним земледелия, изучение эрозии почв, крупномасштабное почвенное картографирование для целей сельского хозяйства.

Наибольшее влияние на агропочвоведение оказали крупные научные школы почвоведения и их основатели.

В. В. Докучаев разлизавший ландшафтный подход к землепользованию в виде конкретных практических рекомендаций и демонстрационных полевых опытов.



Рис. 6. В. В. Докучаев (1846 -1903)

В. В. Докучаев (1846 -1903) русский геолог и почвовед, профессор минералогии и кристаллографии Санкт-Петербургского университета, директор Ново-Александровского института сельского хозяйства и лесоводства.

Сущность докучаевской парадигмы естествознания

- Природа – единое целое, отдельные части которого находятся в постоянном взаимодействии и развитии.
- Все важнейшие физико-географические и естественноисторические элементы находятся между собой в постоянной генетической связи.
- Природа не делает скачков и не терпит беспорядка, хаоса, случайностей.
- Все многочисленные и многообразные соотношения и взаимодействия подчиняются законам, управляющих вековыми их изменениями.
- $P = f(\text{ГП, Кл, ЖО, Р}) * T$ – закон функциональной связи в природе – основной закон естествознания, соответствующий по рангу и по сути периодическому закону химических элементов Д.И. Менделеева. (П – почва, ГП – горная порода, Кл – климат, ЖО – живые организмы, Р – рельеф, T – время.)
- «...В мире царствует... не один закон великого Дарвина, закон борьбы за существование, но действует и другой, противоположный, закон любви, содружества, взаимопомощи, особенно ярко проявляющийся в существовании наших зон, как почвенных, так и естественноисторических...». Закон содружества Докучаева – это преодоление односторонности эволюционной теории Дарвина и крупный шаг вперед в разработке эволюционной идеи в естествознании.
- «...Человек зонален во всех проявлениях своей жизни».
- В центре современного учения «о соотношениях между так называемой живой и мертвой природой» лежит почвоведение.
- «...Почвы и грунты суть зеркало... отражение... непосредственный результат совокупного... векового взаимодействия...почвообразователей».
- «...Генетическая, вековая и всегда закономерная связь... существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительными, животными и минеральными царствами, с одной стороны, человеком, его бытом – даже духовным миром – с другой».

Н. М. Сибирцев осуществил естественно-научный подход к бонитировке почв в масштабе ряда областей.

Н. М. Сибирцев – выдающийся русский почвовед, геолог, агроном, один из учеников В.В. Докучаева. Сыграл важную роль в становлении генетического почвоведения, географии почв, развитии классификации и картографии почв.



Рис. 7. Н. М. Сибирцев (1860 - 1900)

П. А. Костычев в итоге своих исследований давал прямые рекомендации по ведению земледелия;

П. А. Костычев (1845 – 1895) - российский профессор, агрохимик, почвовед, микробиолог и геоботаник, один из основателей агрономического почвоведения

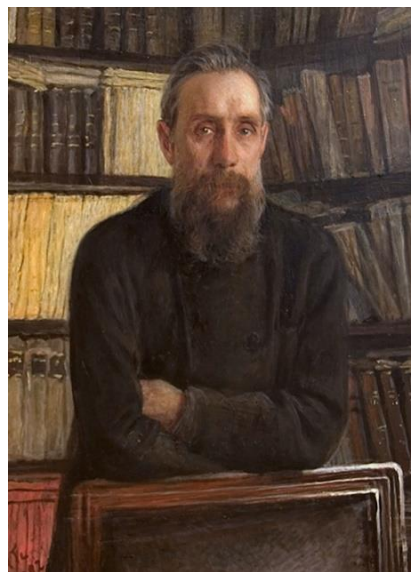


Рис. 8. П. А. Костычев (1845 – 1895)

В. Р. Вильямс реализовал травопольную систему земледелия, которая сохраняет важное значение в таежно-лесной зоне.

В. Р. Вильямс (1863 - 1939) - русский и советский почвовед-агроном, академик Академии наук СССР, АН БССР, ВАСХНИЛ.

Один из основоположников агрономического почвоведения. Член ВКП, депутат Моссовета и Верховного Совета СССР 1-го созыва. Лауреат премии им. В. И. Ленина. Герой Труда



Рис. 9. В. Р. Вильямс (1863 - 1939)

Н. М. Тулайков проторил дорогу минимизации обработки почвы в степной зоне, которая развивается теперь в глобальных масштабах.

Н. М. Тулайков (1875-1938) - российский учёный - агроном и почвовед, академик АН СССР (1932) и ВАСХНИЛ (1935), лауреат премии имени В. И. Ленина



Рис. 10. Н. М. Тулайков (1875-1938)

К. К. Гедройц, взяв за основу теорию солонцеобразования, применил химическую мелиорацию солонцов, определил условия фосфоритования почв.

К. К. Гедройц (1872-1932) - российский и советский почвовед-агрохимик, основоположник коллоидной химии почв, академик Академии наук СССР.



Рис.11. К. К. Гедройц (1872-1932)

А. А. Роде реализовал уникальный лесомелиоративный метод регулирования водного режима солонцовых комплексов и повышения их продуктивности.

А. А. Роде (1896-1979) - советский учёный-гидролог и почвовед, профессор, доктор геологических наук. Заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Государственной премии СССР и Золотой медали им. В. В. Докучаева. Почётный член Всесоюзного общества почвоведов и Международного общества почвоведов, почетный доктор Университета им. Гумбольдта в Берлине.



Рис. 12. А. А. Роде (1896-1979)

В. А. Ковда добился применения дренажа при мелиорации засоленных почв и многих других практических решений при освоении этих почв, явившихся следствием его фундаментальных работ.

В. А. Ковда (1904-1991), член-корреспондент АН СССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор. Автор классических трудов в области генезиса, эволюции и мелиорации почв, их роли в функционировании биосферы планеты.



Рис. 13. В. А. Ковда (1904-1991)

Блестящий пример взаимодействия научного и практического почвоведения - мелиоративная школа Ф. Р. Зайдельмана и его борьба с «осушительными шаблонами».



Рис. 14. Ф. Р. Зайдельман (1929-2020)

Ф. Р. Зайдельман (1929-2020) - советский и российский почвовед, доктор сельскохозяйственных наук. Профессор Московского государственного университета.

В. И. Кирюшин - советский и российский учёный-агроном в области почвоведения и агрохимии, заведующий кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения в РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Доктор биологических наук, профессор, академик ВАСХНИЛ, академик РАН. Заслуженный деятель науки Российской Федерации.



Рис. 15. В. И. Кирюшин

В последние годы В.И. Кирюшин активно развивает новые подходы к территориальному планированию на ландшафтно-экологической основе и к проектированию сельскохозяйственных ландшафтов. Им разработаны классификации экологических и социально-экономических функций ландшафтов и методика структурно-функционального анализа ландшафтов с целью ландшафтного планирования и проектирования.

Задачи проектирования устойчивых и продуктивных агроландшафтов, оставленные научному наследию В.В. Докучаевым находят решение в работах В.И. Кирюшина, благодаря глубоким и разносторонним исследованиям почв и почвенно-ландшафтных связей, положенных в основу разработанных моделей земледелия и, соответственно, теории адаптивно-ландшафтного земледелия.

подавляющее большинство классиков почвоведения с их научными школами прекрасно понимали практическое значение своих достижений и способы их реализации. Если же их влияние по каким-то

причинам прекращалось или сдерживалось, подменялось ремесленничеством или административным вмешательством, сельскохозяйственное производство несло экологические и экономические издержки.

Самым наглядным примером неудачного опыта землеустроительного проектирования может служить забвение ландшафтной концепции землепользования В. В. Докучаева, которая была переосмыслена лишь спустя столетие.

Условием развития природной системы является ее открытость. В «Русском черноземе» Докучаев доказал, что почвоведение имеет свой самостоятельный объект исследования – почву, естественноисторическое тело с только ей присущими строением, свойствами и процессами. Он предложил метод и методологию исследований, установил характер связи и взаимодействия почвы с другими природными телами и явлениями.

В. В. Докучаев подчеркивал, что все природные факторы сельского хозяйства - вода, воздух, почва, грунты, растительный и животный мир - до такой степени тесно связаны между собой, что мы никогда не сумеем управлять ими, если не будем постоянно иметь в виду «всю единую, цельную и нераздельную природу, а не отрывочные ее части».

Свое учение о зонах природы В. В. Докучаев стремился поставить на службу практике: для каждой из выделенных им зон европейской России он наметил схему мелиоративных и агротехнических мероприятий с тем, чтобы поднять уровень сельского хозяйства. До сих пор остается образцовой его работа «Наши степи прежде и теперь», в которой на основе глубокого комплексного анализа степных ландшафтов, их происхождения и современного состояния предложена всесторонне разработанная программа их преобразования. В. В. Докучаев явился основателем прикладной географии, точнее прикладного ландшафтоведения.

Вскоре после ухода из жизни В. В. Докучаева почвоведение в значительной мере отошло от ландшафта, у ученых пропал интерес к изучению почвенно-ландшафтных связей и их агрономической интерпретации. Спустя десятилетия возникло ландшафтоведение, как раздел физической географии, мало повлиявший на развитие теории природопользования в сельском хозяйстве.

При выборе полей севооборотов и производственных участков, размещении сельскохозяйственных культур практически не учитывали

почвенно-ландшафтные условия. Землеустроительная служба, проектировавшая их, тиражировала шаблонные рекомендации.

В состав проектных институтов системы «Гипрозем» входили крупные почвенные партии, осуществлявшие обстоятельные почвенные и геоботанические изыскания.

Гипрозем – это государственный проектный институт по землеустройству

К сожалению, результаты этих изысканий - крупномасштабные почвенные карты (обычно масштаба 1:10000) - редко использовали при разработке проектов землепользования и систем земледелия.

Землеустроители проектировали крупноразмерные поля-прямоугольники, руководствуясь не экологическими условиями возделывания сельскохозяйственных культур и их требованиями, а удобством использования крупногабаритной техники.

Тем самым обесценивались изыскательские усилия. Колхозам и совхозам выдавали крупномасштабные почвенные карты, но агрономы ими практически не пользовались, поскольку не располагали достаточными знаниями почв и не имели опыта работы с ними. Почвоведы не доводили почвенную информацию до интегрированных проектов, а землеустроители, далекие от понимания агроэкологических условий, были не способны принимать комплексные экологически и экономически обоснованные решения.

В 80-х годах XX в., в период освоения зональных систем земледелия, качество проектирования систем земледелия существенно улучшилось, особенно в тех областях, где гипроземы тесно сотрудничали с кафедрами почвоведения местных университетов и сельскохозяйственных вузов.

В начале 1990-х годов, когда восторжествовала идея дифференциации земледелия на ландшафтной основе, предполагалось, что востребованность почвоведения возрастет в связи с более адекватным подходом к проектированию систем земледелия, что должно было стать важнейшей задачей осуществлявшейся земельной реформы.

Гипроземы прекратили свое существование как государственные учреждения, началось их акционирование, формирование частных землеустроительных предприятий. Стала очевидной необходимость создания новой земельной службы, которая должна проводить научно-техническую политику и определять правила функционирования проектно-изыскательских организаций различных форм собственности.

Ведущую роль в деятельности земельной службы должны играть почвоведы, учитывая новые задачи технологической модернизации сельского хозяйства.

Кроме традиционно-промежуточных функций (изготовление почвенных карт и передача их землеустроителям) на почвоведов ложатся задачи разработки и проектирования агроландшафтов и агротехнологий на основе современных агрогеоинформационных систем.

В полном варианте, агрономическая ГИС должна включать многослойную электронную карту хозяйства и атрибутивную базу данных истории полей, с учетом всех выполненных агротехнических мероприятий.

Количество тематических слоев электронной карты зависит от сложности ландшафтно-экологических условий и уровня интенсификации агротехнологий (определяется по урожайности и количеству затрат на гектар).

В общем случае электронная карта полей должна включать слои:

- мезорельефа (с показом мезоформ рельефа, форм склонов);
- крутизны склонов;
- экспозиции склонов (теплые, холодные, нейтральные);
- микрорельефа (с показом контуров с преобладанием тех или иных форм микрорельефа, имеющих агрономическое значение);
- микроклимата;
- уровня грунтовых вод, их минерализации и состава;
- почвообразующих и подстилающих пород;
- микроструктур почвенного покрова (почвенная карта);
- содержания гумуса в почве;
- обеспеченности подвижными формами элементов минерального питания растений и микроэлементами;
- значения рН почв;
- физических свойств почв;
- загрязнения тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами;
- эродированности почв, эрозионной опасности и другим видам физической деградации (оползней, селей и др);
- переувлажнения и заболоченности почв, в том числе вторичного гидроморфизма, подтопления, мочарообразования и др.
- засоленности почв (типов и степени засоления);

- солнцеватости почв;
- растительного покрова с оценкой состояния естественных кормовых угодий;
- лесной растительности с оценкой состояния природных лесов и лесных насаждений;
- распределения полезных видов животных, птиц, полезных энтомофагов, оценкой их территориального влияния;
- фитосанитарного состояния посевов.

Такой не простой оказалась прерванная и останавливающаяся ныне докучаевская методология землепользования и почвенного обеспечения земледелия.

Не менее сложна и поучительна история мелиорации земель и особенно гидротехнической мелиоративной экспансии. Здесь, так же, как и в ландшафтном проектировании, знания почвоведения являются определяющими, и успех мелиорации зависит от того, насколько эффективно они применяются.

В России сложились крупные школы мелиоративного почвоведения. Разностороннее теоретическое обоснование получила химическая мелиорация кислых почв и солонцов.

Мировое признание имеет школа генезиса и мелиорации солонцов, созданная К.К. Гедройцем и развитая его последователями.

Не согласующееся с почвенно-ландшафтными условиями грандиозное мелиоративное строительство привело к печальным экологическим последствиям, вплоть до аральской экологической катастрофы, и было прекращено под давлением общественности.

Снижение уровня Аральского моря - антропогенно-природная экологическая катастрофа, связанная с потерей во второй половине XX века 90 % водного объёма Аральского моря и образование на его месте пустыни Аралкум.

По расчётам современных учёных, влияние антропогенных факторов на снижение уровня Арала превысило 70 %. Резкое сокращение началось в связи с развитием сельского хозяйства в Приаралье, в первую очередь - интенсивным выращиванием хлопка на орошаемых полях. Для полива плантаций к 1960-м годам был разобран весь сток питающих Аральское море рек Амударьи и Сырдарьи, устроенные многочисленные водохранилища и каналы нарушили баланс между поступлением воды и испарением.

Аральское море (Арал; каз. Арал теңізі, Aral teñizi, узб. Orol

dengizi, Орол денгизи, каракалп. Aral teñizi, Арал теңизи) - бывшее бессточное солёное озеро в Средней Азии, на границе Казахстана и Узбекистана. С 1960-х годов уровень моря (и объём воды в нём) стал быстро снижаться, в том числе и вследствие забора воды из основных питающих рек Амударьи и Сырдарьи с целью орошения, в 1989 году море распалось на два водоёма, соединённых исчезнувшим в данное время проливом Берга - Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральское море.

Аралкум (Арал + тюрк. кум, песок, каз. Аралқұм, узб. Orol cho‘li) - новая пустыня, формирующаяся на месте высыхающего Аральского моря.

Песчано-солончаковая пустыня лежит на территории Узбекистана и Казахстана, на северо-западной конечности пустынь Каракум и Кызылкум. Также пустыню называют Аккум (Белая пустыня).

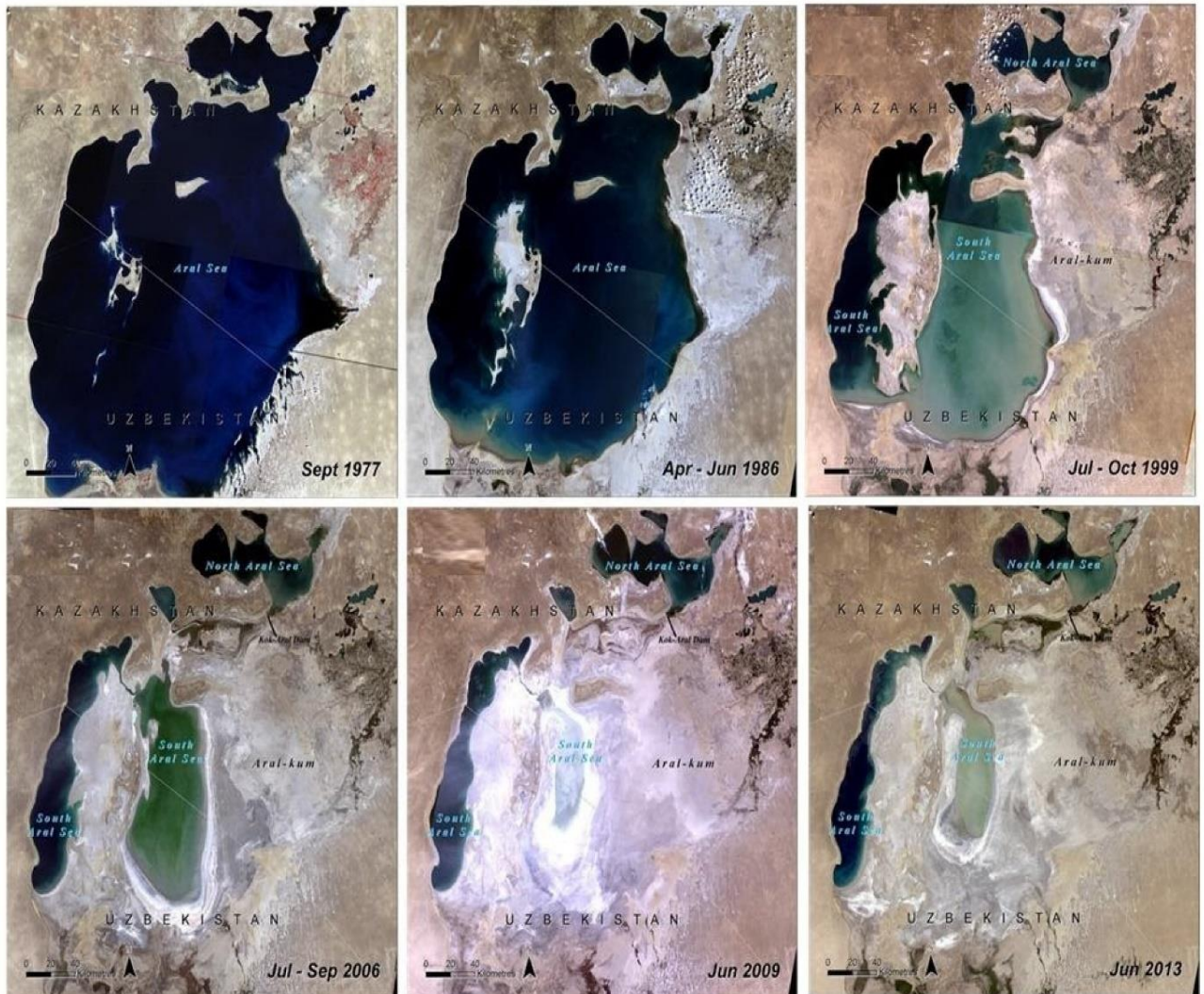


Рис. 16. Снижение уровня Аральского моря



Рис. 17. Бывшее дно Аральского моря в Узбекистане, 2004 год (пустыня Аралкум)

В дальнейшем народный протест принял гипертрофированные формы, а в период реформ мелиоративные работы были свернуты до минимума. Такие работы должны проводиться с учетом ландшафтно-экологических условий. При этом особо возрастает роль почвоведов. Конечным результатом их деятельности должны быть не только почвенно-мелиоративные карты и землеоценочные материалы, но и проекты мелиорации и использования, осушаемых и орошаемых земель и непосредственное участие в разработке и освоении мелиоративных технологий, как это сложилось применительно к химической и агротехнической мелиорации.

Роль почвоведения должна быть определяющей в мелиорации полугидроморфных и гидроморфных почв таежно-лесной зоны с их необычайным многообразием, солонцово-солончаковых комплексов и др.

В связи с вышеизложенным необходимо обеспечить гидротехническую подготовку почвоведов и более глубокую почвенную подготовку гидротехников.

Водная и ветровая эрозия почв по своему происхождению связана с земельными экспансиями и низкой культурой земледелия; она приобрела такой размах и последствия, что стала предметом поч-

венной науки, учебной дисциплины. Сущность этого явления была раскрыта еще В. В. Докучаевым в книге «Наши степи прежде и теперь».

В. В. Докучаев наглядно показал, что массовая распашка земель на юге России привела к развитию водной эрозии. Именно это бедствие, наряду с обсыханием территории из-за усиления поверхностного стока, послужило поводом для разработки им комплекса мер по «оздоровлению земледелия» и, по существу, биосферной концепции землепользования.

Книга «Наши степи прежде и теперь» стала мировым достоянием. Тем не менее, при сельскохозяйственном использовании Великих Равнин Северной Америки все повторилось, но уже в размерах катастрофы.

В результате сплошной массовой распашки земель разыгралась невиданная ветровая эрозия. Пыльные потоки с Дикого Запада достигали Атлантического океана. Потребовались огромные усилия науки и государства для ликвидации последствий этого явления путем создания почвозащитной системы земледелия. Данного урока оказалось все недостаточно, судя по многочисленным проявлениям опустынивания в различных странах.

Спустя два десятилетия после североамериканской катастрофы нечто подобное повторилось в бывшем СССР после массовой распашки целинных земель на юге Сибири и в Казахстане. Это был огромный «пыльный котел», охвативший миллионы гектаров. Мобилизовав все силы целинников, с пыльными бурями в этом районе удалось справиться намного быстрее, чем в Америке, в определенной мере благодаря использованию канадского опыта.

Решающую роль сыграли ученые ВНИИ зернового хозяйства, разработавшие под руководством А. И. Бараева почвозащитную систему земледелия, основанную на обработке почвы с сохранением на поверхности пожнивных остатков.

Александр Бараев (1908-1985) - советский агроном, основоположник почвозащитной системы земледелия. Доктор сельскохозяйственных наук (1971), академик ВАСХНИЛ (1966). Александр Бараев - лауреат Ленинской премии (1972). Герой Социалистического Труда (1980). Александр Бараев - Заслуженный деятель науки Казахской ССР. Награжден 2 орденами Ленина (1966, 1968), орденом Октябрьской Революции (1977), орденом Знак Почета и медалями СССР.



Рис. 18. А.И. Бараев (1908-1985)

А.И. Бараев, возглавлявший Казахский институт земледелия, в 1954-1956 гг. большое внимание уделял мальцевской минимизации обработки почвы, оказывающей благоприятное влияние на водный режим почв в засушливых условиях. Однако начинавшаяся массовая распашка целинных земель сопровождалась проявлением ветровой эрозии, а безотвальный плуг Т.С. Мальцева не создавал ветроустойчивости. Больше годился североамериканский опыт, который он изучил во время командировки в Канаду в 1957-1958 гг. Этот опыт и послужил основой почвозащитной системы земледелия в Казахстане. Не механический перенос, а разработка с его учетом в других природных условиях.

Мальцевский способ обработки земли - это инновационный подход к сельскому хозяйству, разработанный российским ученым Владимиром Мальцевым. Он основывается на принципах биологического земледелия и использовании уникальных технологий для повышения плодородия почвы, увеличения урожайности и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Мальцевский способ обработки земли основан на следующих принципах:

1. Биологическое земледелие: отказ от использования химических удобрений и пестицидов в пользу естественных методов возделывания

почвы и борьбы с вредителями.

2. **Здоровье почвы:** акцент на сохранении и увеличении плодородия почвы через использование органических удобрений, компоста и зеленого удобрения.

3. **Биоразнообразие:** создание условий для развития различных видов растений и животных, что способствует балансу и устойчивости экосистемы.

4. **Энергосбережение:** использование эффективных технологий и методов, которые позволяют сократить энергозатраты на обработку земли и производство.

5. **Социальная ответственность:** участие местных сообществ и фермеров в развитии и применении Мальцевского способа для повышения качества сельского хозяйства.

Мальцевский способ обработки земли включает несколько основных этапов:

1 **Подготовка почвы.** Первым этапом является подготовка почвы к посеву. Она включает в себя очистку от сорняков и предшественников, а также улучшение структуры почвы. Для этого используются методы, такие как плугование, боронование и аэрация.

2 **Внесение органических удобрений.** Следующим этапом является внесение органических удобрений в почву. Они содержат необходимые питательные вещества для растений и улучшают плодородие почвы. Компост, перегной, зеленое удобрение и другие природные ресурсы используются для этой цели.

Выбор сортов растений. При Мальцевском способе обработки земли особое внимание уделяется выбору сортов растений. Они должны быть устойчивыми к болезням и вредителям, а также хорошо адаптированы к местным условиям. Таким образом, достигается лучшая урожайность и качество продукции.

4. **Полив и управление влагой.** Полив и управление влагой играют важную роль в Мальцевском способе обработки земли. Они помогают поддерживать оптимальный уровень влажности для растений, особенно в периоды засухи или сильных дождей. Для этого могут применяться различные системы полива, включая капельный и подпочвенный полив.

5. **Борьба с вредителями и болезнями.** Мальцевский способ обработки земли предусматривает естественные методы борьбы с вредителями и болезнями растений. Они включают в себя использование

биологических препаратов, посадку компаньоновых растений, привлечение полезных насекомых и другие методы, которые помогают сохранить баланс в экосистеме.

б. Уборка урожая и повторное внесение органических удобрений. После уборки урожая проводится повторное внесение органических удобрений в почву. Это позволяет восстановить питательные вещества, которые были израсходованы растениями, и подготовить почву к следующему сезону.

Преимущества Мальцевского способа обработки земли.

1. Повышение плодородия почвы и урожайности.
2. Снижение затрат на химические удобрения и пестициды.
3. Сохранение биоразнообразия и экосистемы.
4. Улучшение качества продукции и ее вкусовых характеристик.
5. Сокращение негативного воздействия на окружающую среду.
6. Увеличение устойчивости сельского хозяйства к климатическим изменениям.

Наряду с научным решением проблемы эти люди совершили гражданский подвиг, отдав все силы освоению и пропаганде, созданной ими системы. Уроки данной истории поучительны на всех этапах ее развития.

На первом этапе не проявилась позиция официальной почвенной науки к скоропалительному процессу - непродуманному развертыванию кампании государством, хотя некоторые известные почвоведы, публично предупреждали власть имущих об опасных экологических последствиях массовой распашки целинных земель.

Многие авторитетные почвоведы далеко не сразу поняли значение работ А. И. Бараева по созданию почвозащитной системы земледелия, особенно плоскорезной обработки почвы, а еще раньше не получили должной оценки и понимания работы Т. С. Мальцева по минимизации обработки почвы.

В то же время было проведено крупномасштабное картографирование почв на миллионах гектаров, благодаря чему значительно уменьшилось вовлечение в пашню маргинальных земель.

В отличие от ветровой эрозии, которая в основном сдерживается освоенной в восточных районах страны почвозащитной системой земледелия, водная эрозия повсеместно продолжается.

Масштабность водной эрозии - опасного вида деградации почв и ландшафтов - свидетельство экологического и экономического неблагополучия сельского хозяйства в стране.

Путь решения проблемы эрозии указал В. В. Докучаев - оптимизация землепользования на ландшафтной основе.

Сегодня это, прежде всего освоение адаптивно ландшафтных систем земледелия.

Необходимые условия: принятие соответствующей государственной экологической и агротехнологической политики, создание земельной службы, инвентаризация земель, обеспечение проектирования агроландшафтов и наукоемких агротехнологий.

В данном отношении весьма показателен опыт США, где с помощью государственных служб в последние годы проведено упорядочивание использования эрозионно-опасных земель. Более 20 млн. га наименее благополучных из них выведено из сельскохозяйственного оборота, как говорят власти, подвергнуто консервации.

В отечественном почвоведении созданы научные предпосылки для решения этой проблемы.

В 20-х годах XX в. А. С. Козменко заложил основы направления, которое называется эрозиоведением.

А. С. Козменко (1878-1968) - видный ученый-почвовед, специалист в области защиты полей от образования оврагов. В 1901 г. закончил естественное отделение физико-математического факультета Московского университета, а через четыре года - сельскохозяйственное и инженерное отделение Московского сельскохозяйственного института.

Эрозиоведение - раздел почвоведения, изучающий причины и закономерности возникновения эрозии почв, земли, предрасположенные к эрозии и почвы, подвергшиеся эрозии, мероприятия для защиты почв от эрозии и способы мелиорации эродированных земель.

На основе рекомендаций эрозиоведения разрабатываются противоэрозионные системы земледелия, позволяющие получить большие урожаи высококачественной сельскохозяйственной продукции с наименьшими материальными и трудовыми затратами, осуществить защиту обрабатываемых почв от эрозии, предотвратить таким образом смыв удобрений и других полезных веществ, восстановить плодородие смытых почв и использовать в сельском хозяйстве эродированные земли.

Важно, чтобы отдельные мероприятия не заслоняли системных решений, а вписывались в них в случае необходимости, которая должна обсуждаться лишь после решений по оптимизации угодий, структуры пашни, противоэрозионной организации территории.

Развитие представлений о почвенном плодородии имеет довольно сложную и противоречивую историю. В ней помимо почвоведов участвовали представители самых разных наук, особенно агрохимии, земледельцы, растениеводы, экономисты.

Представления об управлении плодородием почв изменялись от простейших (внесение удобрений) до весьма амбициозных (создание богатых почв - агрозёмов). Из всех направлений почвоведения это оказалось самым идеализированным.



Рис. 19. Агрозём

Агрозёмы – это почвы, существенным образом преобразованные в результате длительного агротехнического воздействия - распашки, применения удобрений, выращивания различных культурных растений и пр. Различные типы агрозёмов существенно отличаются друг от друга, что связано как с неантропогенными факторами - в первую очередь свойствами исходной почвы, - так и с длительностью и характером воздействия на почву человека.

Примечательно, что в качестве объектов, служивших постулатами в проведении тех или иных кампаний, присущих командно-административной системе, служили весьма важные категории плодородия.

В научной литературе различают следующие категории плодородия:

1. естественное, или природное;

2. искусственное, или эффективное
3. потенциальное плодородие
4. эффективное плодородие
5. относительное плодородие
6. экономическое.

Категории почвенного плодородия

1. Естественное (природное) плодородие - то плодородие, которым обладает почва в природном состоянии без вмешательства человека.

2. Искусственное плодородие - плодородие, которым обладает почва в результате воздействия на нее целенаправленной человеческой деятельности (распашка, периодическая механическая обработка, мелиорации, применение удобрений и т.д.).

3. Потенциальное плодородие - суммарное плодородие почвы, определяемое ее свойствами, как приобретенными в процессе почвообразования, так и созданными или измененными человеком.

4. Эффективное плодородие - та часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при данных климатических (погодных) и технико-экономических (агротехнологических) условиях.

5. Относительное плодородие - плодородие почвы в отношении к какой-то определенной группе или виду растений (плодородная для одних растений почва может быть бесплодной для других).

6. Экономическое плодородие - экономическая оценка почвы в связи с ее потенциальным плодородием и экономическими характеристиками земельного участка.

Наиболее одиозным событием в данном отношении было упомянутое ранее преувеличение роли водопрочной структуры почвы и, соответственно, унифицированный способ ее достижения - травопольная система земледелия.

Травопольная система земледелия – это система земледелия, при которой часть пашни занята многолетними бобовыми и злаковыми травами, восстанавливающими и повышающими плодородие почвы. совокупность систем агрономических мероприятий, направленных на создание условий эффективного плодородия почвы на основе восстановления прочной структуры почвы путем посева многолетних кормовых трав и применения правильной обработки и удобрения.

Травопольная система земледелия – это совокупность систем агрономических мероприятий, направленных на создание условий эффективного плодородия почвы на основе восстановления прочной структуры почвы путем посева многолетних кормовых трав и применения правильной обработки и удобрения.

В неправильном понимании травопольная система земледелия игнорировала мероприятия по регулированию пищевого и водного режима почвы с помощью приемов обработки и удобрения и, фиксируя все внимание на обязательном посеве многолетних трав в качестве единственного агротехнического средства для восстановления структуры почвы, тем противопоставлялась правильному севообороту-основному средству повышения урожайности и выполнения плановых заданий государства.

После критики теории В. Р. Вильямса, в которой переусердствовали правительственные органы вслед за главой государства, изучение почвенной структуры надолго затормозилось, и проявился вред уже от ее недооценки. На довольно долгое время место структуры почвы занял гумус и, следовательно, борьба за повышение содержания гумуса в почвах и создание агроземов - дерново-подзолистых почв с высокой гумусированностью.

В государственных программах «Плодородие» до сих пор ставится задача повышения содержания гумуса без учета требований сельскохозяйственных культур.

Ориентация на формальные расчеты баланса гумуса с использованием условных коэффициентов гумификации и минерализации и повсеместного шаблонного регулирования этого баланса, в том числе с внесением торфа, отвлекла от актуальной задачи оптимизации содержания в почвах лабильного органического вещества, чтобы избежать их выпаживания.

Главная причина низкой окупаемости удобрений сельскохозяйственной продукцией - слабая комплексность в разработке и выполнении агротехнологий.

Эффективному агрохимическому обеспечению земледелия способствовала консолидация деятельности почвоведов и агрохимиков, ориентированной на системное решение технологических комплексов, интегрирующих средства мелиорации, агрохимии, защиты растений и т. д.

С учетом этого опыта складывается современная концепция агрохимического обеспечения земледелия, суть которой заключается в

агрохимической оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, регулировании круговорота биогенных элементов в агроландшафтах, а также в оптимизации почвенных условий. При этом совокупность учитываемых почвенных условий увеличивается с повышением интенсификации и, соответственно, наукоемкости агротехнологий.

Экономическая эффективность современных агротехнологий, их экологическая безопасность, так же, как и эффективность земледелия в целом, зависят от интегрированности научных достижений земледелия, растениеводства, физиологии растений, метеорологии, экологии, информатики и других наук. При этом их интеграция осуществляется на основе почвоведения как междисциплинарной науки, раскрывающей природные связи во всем их многообразии.

Исторически знание почв в значительной мере определяло развитие земледелия. Почвовед В. Р. Вильямс читал в Тимирязевской академии курсы земледелия и почвоведения с основами земледелия, а агрохимик-физиолог Д. Н. Прянишников - курс частного земледелия (растениеводства).

С развитием научно-технического прогресса происходит «разветвление» наук, появление множества учебных дисциплин. То же происходит и с почвоведением, появляются самые различные его направления: фундаментальные и прикладные, в том числе агрономическое почвоведение.

Важно подчеркнуть, что объектами добывания фундаментальных знаний все больше становятся антропогенные почвы, а не природные, которых остается все меньше.

Сегодня особенно очевидна экологическая недостаточность почвоведения, высказываются идеи о новой парадигме почвоведения, согласно которой почва должна рассматриваться как центральный компонент экосистемы.

В соответствии с парадигмой В. В. Докучаева в ее более широком понимании, чем она трактуется в почвоведении. Развивая концепцию В. В. Докучаева о почве как естественно-историческом биокосном теле природы, возникшем в результате совместного взаимодействия факторов почвообразования, почвенная наука не восприняла в полной мере другую составляющую его парадигмы: «Почва как составляющая ландшафта», чуть позже сформулированную В. И. Вернадским как: «Почва - базовый компонент биосферы».

Видение В. В. Докучаевым почвы как составляющей «единой и нераздельной природы» предвосхитило развитие учения о биосфере и экологии, а в практическом отношении - землепользования на ландшафтной основе.

Контрольные вопросы

1. Что такое плодородие почв?
2. Какие выделяют типы плодородия почв?
3. В чем сущность современной концепции агрохимического обеспечения земледелия?
4. Что такое Мальцевский способ обработки земли и в чем его сущность?
5. Какие выделяют основные периоды развития агропочвоведения как науки?

Глава 2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, ЕГО БАЛАНС И РЕГУЛИРОВАНИЕ

2.1. Водный режим почвы и его составляющие

Водный режим почвы - совокупность процессов поступления влаги в почву, ее передвижения и расхода из почвы. Он определяет содержание воды в почве в течение года и отдельных его периодов, ее движение в системе грунтовые воды-почва-растение-атмосфера, Водный режим почвы характеризуется послойной динамикой содержания воды и/или энергетического состояния воды (влажности и/или давления влаги), соотнесенного с почвенно-гидрологическими константами (ПВ, НВ, ВРК, ВЗ, МГ).

Почвенно-гидрологические константы (ПГК) – это граничные значения влажности, при которых количественные изменения в подвижности воды переходят в качественные отличия. К ним относятся:

МАВ или ГВ (максимальная адсорбционная влагоемкость или гигроскопическая влажность) – наибольшее количество прочносвязанной, строго ориентированной воды, удерживаемой адсорбционными силами.

Адсорбция паров воды происходит из почвенного или атмосферного воздуха. Такая вода присутствует в воздушно-сухой почве. Она наблюдается только в почвенных образцах, которые находятся в условиях лаборатории и очень редко в природных условиях.

Относительная влажность воздуха (или относительное давление

паров воды) в лаборатории – величина хоть и заметно колеблющаяся (от 30 до 80 %), но не сильно изменяющаяся МАВ.

МГ, W_{mg} (максимальная гигроскопичность) – наибольшее количество сорбированной парообразной воды из воздуха с относительной влажностью 98 %.

Насыщение воздуха парами воды увеличивает количество сорбируемой воды, поэтому вокруг почвенной частицы образуется полимолекулярный слой адсорбированной воды. Она соответствует рыхлосвязанной. Это величина “рубежная” и достаточно условная. Определить ее можно только в лаборатории, в условиях равновесия почвы с парами воды при их содержании в окружающей атмосфере, равными 98 %.

ВЗ (влажность завядания растений) – влажность почвы, при которой влага становится недоступной для растений и они, теряя тургор, необратимо (даже при помещении в насыщенную парами воды атмосферу) завядают. Нижний предел доступной воды в почве.

Эта величина экспериментально определяется методом вегетационных миниатюр, когда растения выращивают в небольших стаканчиках емкостью около 100 см³ до стадии третьего листа.

Поверхность почвы прикрывают от испарения песком и парафином и прекращают полив. Когда обнаруживаются признаки завядания, растения ставят на ночь во влажную камеру. И если после нахождения во влажной атмосфере потеря тургора буде заметна, это означает, что в почве достигнута влажность, соответствующая ВЗ.

ВРК или РВК (влажность разрыва капилляров, разрыв влажности капилляров) – влажность, соответствующая разрыву сплошности капилляров и при этом прерывается гидравлическая связь капиллярной сети.

Сплошность заполнения водой капилляров теряется в результате испарения и потребления воды растениями. При этом уменьшается подвижность воды и доступность ее растениям. ВРК, иначе говоря, характеризует нижний предел оптимальной влажности.

Общепринятых методов определения ВРК нет, иногда эту величину считают близкой к 70 % от НВ для суглинистых почв, а для песчаных и супесчаных – около 50-60 % от НВ.

НВ или ППВ (наименьшая влагоемкость или предельно полевая влагоемкость, полевая влагоемкость) – наибольшее количество капиллярно-подвешенной воды. Это важнейшая характеристика водных свойств почвы.

Влажность, установившаяся после стекания избытка воды предварительно насыщенной почвы; достигается, как правило, через 2-3 дня после интенсивного дождя или полива хорошо дренируемой однородной почвы.

НВ дает представление о наибольшем количестве воды, которое почва способна накопить и удерживать длительное время. Вся система капиллярных пор при влажности НВ заполнена водой, поэтому в почве создаются оптимальные условия влагообеспеченности растений.

Эта величина является основой большинства гидрологических, мелиоративных расчетов.

КВ (капиллярная влагоемкость) – количество влаги в почве, удерживаемое капиллярными силами в зоне капиллярной каймы грунтовых вод – “капиллярно-подпертая влага”.

ПВ (полная влагоемкость, водовместимость) – наибольшее количество воды, которое может вместить почва при полном заполнении всех пор (капиллярных и некапиллярных) водой, за исключением занятых “защемленным” и адсорбированным воздухом. В почве присутствуют гравитационная и капиллярная вода.

Количественные оценки почвенно-гидрологических констант зависят от минералогического и гранулометрического состава, содержания гумуса, структурного состояния, пористости и плотности почв. Существует правило о соотношении величин влажностей, соответствующих почвенно-гидрологическим константам:

$$ПВ : НВ : ВРК : ВЗ : МГ = 1 : 0,5 : 0,35 : 0,25 : 0,05$$

Но, очень важно, это правило можно применять лишь для ориентации в величинах почвенно-гидрологических констант, но оно неприменимо для количественных расчетов. Основой для нахождения величин почвенно-гидрологических констант является их экспериментальное определение.

Таким образом, почвенно-гидрологические константы отражают характерные почвенно-гидрологические условия, связанные с определенными силами, удерживания воды в почве и ее подвижности и доступности для растений.

Диапазоны между отдельными почвенно-гидрологическими константами, характеризующие доступность почвенной влаги для растений:

ПВ-НВ – диапазон подвижной влаги. Указывает на количество воды, которое может стечь при наличии свободного стока из рассматриваемой почвенной толщи. Легкодоступная.

НВ-ВРК – диапазон легкоподвижной, легкодоступной для расте- ний влаги. Это наиболее эффективная часть той продуктивной влаги, которая характеризуется диапазоном НВ-ВЗ. Иногда этот диапазон за- меняют другим – (НВ-70 % НВ). Этот диапазон влажности следует под- держивать в корнеобитаемом слое, чтобы, с одной стороны, избежать непродуктивных потерь влаги на стекание ее в нижележащие слои, а с другой – способствовать наиболее эффективной работе фотосинтети- ческого аппарата растений.

Доступная

ВРК-ВЗ – лежит в пределах между ВРК и ВЗ. Характеризует низкую продуктивность растений. Труднодоступная

ВЗ-МАВ – она представлена рыхлосвязанной водой. Трудная доступность объясняется низкой подвижностью этой воды. Количе- ственно определяется диапазоном между ВЗ и МАВ. ВЕСЬМА трудно- доступная

МАВ – Недоступность воды объясняется тем, что всасывающая сила корней намного меньше сил, которые удерживают эту воду на по- верхности почвенных частиц. Это мертвый запас воды. Недоступная

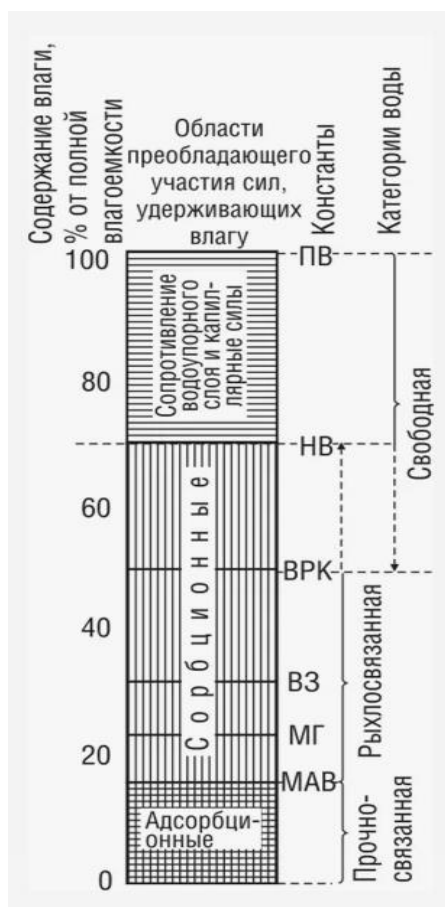


Рис. 20. Почвенно-гидрологические константы

Категории, формы и виды почвенной влаги

Основные категории и формы почвенной воды различаются между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности:

Твердая вода (лед) – образуется в почве в форме льда при ее промерзании в осенне-зимний период (сезонное промерзание) или сохраняется на определенной глубине в промерзающей толще почвогрунта, не оттаивая даже летом. Твердая вода в почве, способная таять и испаряться, представляет собой потенциальный источник жидкой и парообразной воды. Твердая вода неподвижна, растениям недоступна;

Парообразная – содержится в виде водяного пар в почвенном воздухе, нередко насыщая его до 100 %. Она передвигается от мест с большей упругостью водяных паров, а также с током воздуха. В снабжении растений водой парообразная влага практически значения не имеет.

Перенос воды в форме пара может осуществляться по пустотам вокруг корней, которые оттягивают влагу из окружающего почвенного пространства, что имеет значение для уплотненных посевов. При понижении температуры парообразная вода, конденсируясь, может переходить в жидкую;

Химически связанная:

конституционная – это гидроксильная группа (ОН-) находящихся в почве веществ: гидроксидов железа, алюминия, титана, марганца, коллоидно-дисперсных глинистых минералов, органических и органоминеральных соединений;

кристаллизационная – это целые молекулы воды, входящие в кристаллы: например - гипс ($\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$);

Химически связанная вода растением недоступна.

Физически связанная:

прочносвязанная – это первая форма физически связанной, или сорбированной, воды, называемая гигроскопической водой. Она образуется в результате сорбции почвенными частицами водяных паров из воздуха. Это вода покрывает почвенные частицы тонкой пленкой, состоящей из 1-3 слоев молекул. Молекулы воды, сорбированные почвой, являясь диполями, находятся в строго ориентированном положении.

рыхлосвязанная – это вторая форма физически связанной, или сорбированной, воды, называемая пленочной водой; она образуется в

результате дополнительной (к МГ. сорбции молекул воды при соприкосновении твердых коллоидных частиц почвы с жидкой водой. Пленочная, или рыхлосвязанная, вода слабоподвижна, растениям малодоступна.

Свободная:

- гравитационная (просачивающаяся и влага водоносных горизонтов. – передвигается в нисходящем (или боковом) направлении под влиянием силы тяжести. На нее не действуют сорбционные и капиллярные силы почвы. Для такой воды характерны жидкое состояние и высокая растворяющая способность. С гравитационной водой в миграционные процессы активно вовлекаются не только разнообразные водорастворимые химические соединения, но и тонкодисперсные частицы.

- капиллярная (капиллярно-подвешенная, стыковая капиллярно-подвешенная, капиллярно-подпертая, капиллярно-посаженная, сорбционно-замкнутая) – удерживается и передвигается в почве под действием капиллярных (менисковых) сил, которые начинают проявляться в капиллярных порах диаметром менее 8 мм. С наибольшей эффективностью капиллярные силы действуют в порах с диаметром от 100 до 3 мкм.

В капиллярах крупнее 8 мм они не проявляются, так как сплошной вогнутый мениск здесь не образуется. По физическому состоянию капиллярная вода жидкая.

При положительных температурах она свободно испаряется с поверхности менисков, насыщая почвенный воздух парами воды, а при отрицательных температурах превращается в лед.

Капиллярная вода характеризуется высокой подвижностью и передвигается из зоны большего увлажнения в зону с меньшей влажностью. Она способна растворять различные химические соединения, а также перемещать растворенные вещества и коллоиды.

Важная часть анализа водного режима - оценка движения воды, скорость которого меняется в зависимости от влажности почвы и потенциала воды. А. А. Роде ввел понятие гидрологического горизонта.

Гидрологический горизонт – это часть профиля почвы, в которой поведение воды близко.

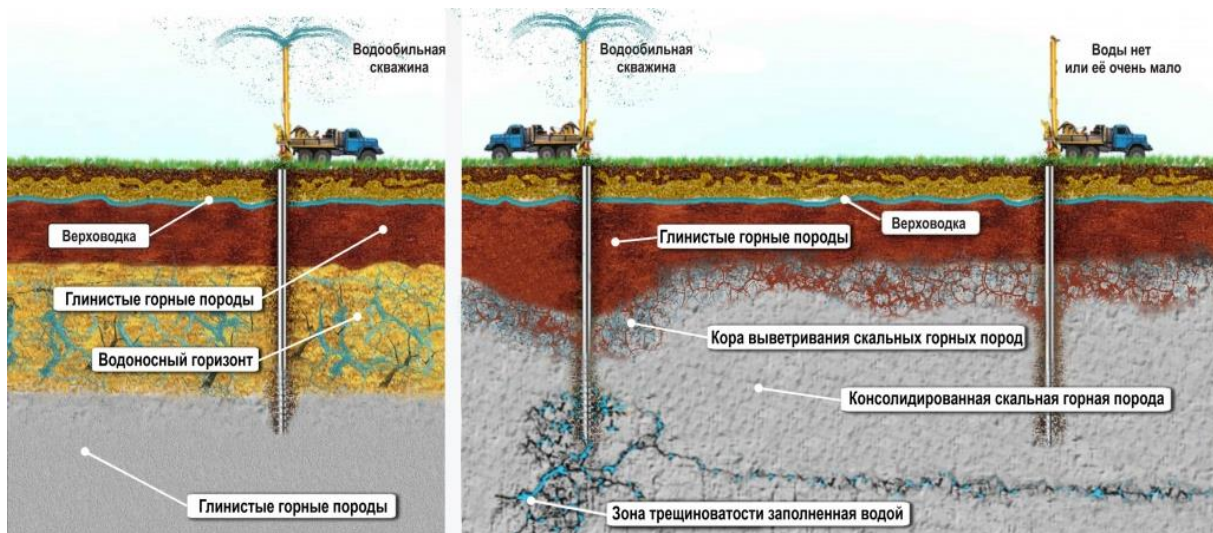


Рис. 21. Гидрологические горизонты

Д. Ф. Ефремов, А. Д. Воронин, Л. О. Карпачевский, А. П. Сапожников предложили систему гидрологических горизонтов и гидрологических профилей.

Они выделили следующие гидрологические горизонты.

1. Застойного увлажнения, влажность почвы выше НВ, близка или равна ПВ. Потенциал почвенной влаги > -10 кПа.

2. Промывной горизонт, влажность почвы около НВ, потенциал воды $-10 - -30$ кПа.

3. Десукционный горизонт, влажность которого лежит в пределах НВ-ВЗ, а водный потенциал равен $-30 - -1500$ кПа для злаков и $-30 - -2400$ кПа для большинства древесных пород. Ниже этого предела растение воду потреблять не может.

4. Эвапотраспорационный горизонт, влажность почвы ниже ВЗ, менее $-1500 (-2400)$ кПа. Потеря воды из горизонта происходит только в результате физического испарения.

5. Выпотной горизонт связан с верховодкой или грунтовыми водами. Влажность в пределах ПВ-НВ, потенциал > -30 кПа.

6. Конденсационный горизонт может обладать любой влажностью. Для него характерно периодическое увеличение влажности почвы при отсутствии осадков. Может встречаться на разных глубинах и связан с разностью температур между отдельными морфологическими горизонтами или слоями почвы.

Таблица 1

Оценка запасов продуктивной влаги

Мощность слоя, см	Мощность слоя, см	Мощность слоя, см
0-20	>40	Хорошие
	40-20	Удовлетворительные
	<20	Неудовлетворительные
0-100	>160	Очень хорошие
	160-130	Хорошие
	130-90	Удовлетворительные
	90-60	Плохие
	<60	Очень плохие

Важной характеристикой водного режима является водный баланс - оценка прихода и расхода влаги в определенном слое почвы за конкретный период.

По А. А. Роде, водный баланс выражают следующим уравнением:

$$B = B_0 + (O_c + K + GrП) - (D + Исп + ПС + ВПС + GrС),$$

где B - запас влаги в почвенной толще в конце изучаемого периода; B_0 - запас влаги в почвенной толще в начале изучаемого периода; O_c - сумма осадков за весь период; K - конденсация за весь период; $GrП$ - количество влаги, поступившей в почву из грунтовых вод (грунтовый приток) за весь период; D - десукция за весь период; $Исп$ - физическое испарение за весь период; $ПС$ - поверхностный сток за весь период; $ВПС$ - внутрипочвенный боковой сток за весь период; $GrС$ - грунтовый сток за весь период.

В отдельных случаях некоторые слагаемые водного баланса могут равняться нулю.

Все величины, входящие в уравнение, удобнее всего выражать в миллиметрах водного слоя, как это принято для осадков. Водный баланс можно составлять для любого периода, но чаще всего пользуются годовым водным балансом.

Это позволяет при использовании годовых средних значений в уравнении водного баланса принять B равным B_0 , так как очевидно, что запасы влаги в почве в начале и в конце среднего по увлажнению года, если не происходит прогрессирующего иссушения или прогрессирующего заболачивания почвы, должны быть равны.

2.2. Составляющие водного баланса

2.2.1. Атмосферные осадки

Количество осадков (жидких и твердых) определяется климатом местности. Однако поступление их в почву в значительной мере зависит от растительного покрова.

Часть осадков задерживается растительностью, особенно кронами деревьев, их количество зависит от состава, возраста растений и полноты насаждения, а также от количества выпавших осадков и интенсивности их выпадения.

Атмосферные осадки - это вода в жидком и твердом состоянии, выпадающая из облаков, или осаждающаяся непосредственно из воздуха.

Среди осадков, выпадающих из облаков, наиболее распространены: дождь, морось, снег, мокрый снег, снежная крупа, ледяная крупа, снежные зерна, град, ледяной дождь, ледяные иглы.

Непосредственно из воздуха осаждаются: роса, иней, изморозь.



Рис. 22. Атмосферные осадки

Чем слабее дождь, тем больше выпавшей влаги задерживается на кронах деревьев. Некоторая часть задержанной влаги стекает по стволам и, следовательно, также поступает в почву, другая ее часть испаряется в атмосферу.

Накопление твердых осадков под лесной растительностью обычно больше, чем на открытых пространствах, с которых снег сносится в овраги и балки.

Облесенные площади отличаются от открытых не только накоплением снега, но и тем, что снеготаяние на них происходит медленнее, чем на открытых площадях.

Для опушек лесных массивов, а также для искусственных лесных полос шириной от двух-трех до нескольких десятков метров большое значение имеет навивание снега ветром в зимнее время. При этом у опушек и в полосах образуются большие сугробы, запас воды, в которых в несколько раз превышает средний запас ее на соседних открытых площадках.

Таким образом, в этих местах создаются дополнительные запасы снеговой воды, поступающие потом в почву.

2.2.2. Поступление влаги из грунтовых вод

При близком стоянии грунтовых вод, когда осуществляется их капиллярная связь с почвенным профилем, происходит пополнение запасов влаги и использование ее растениями.

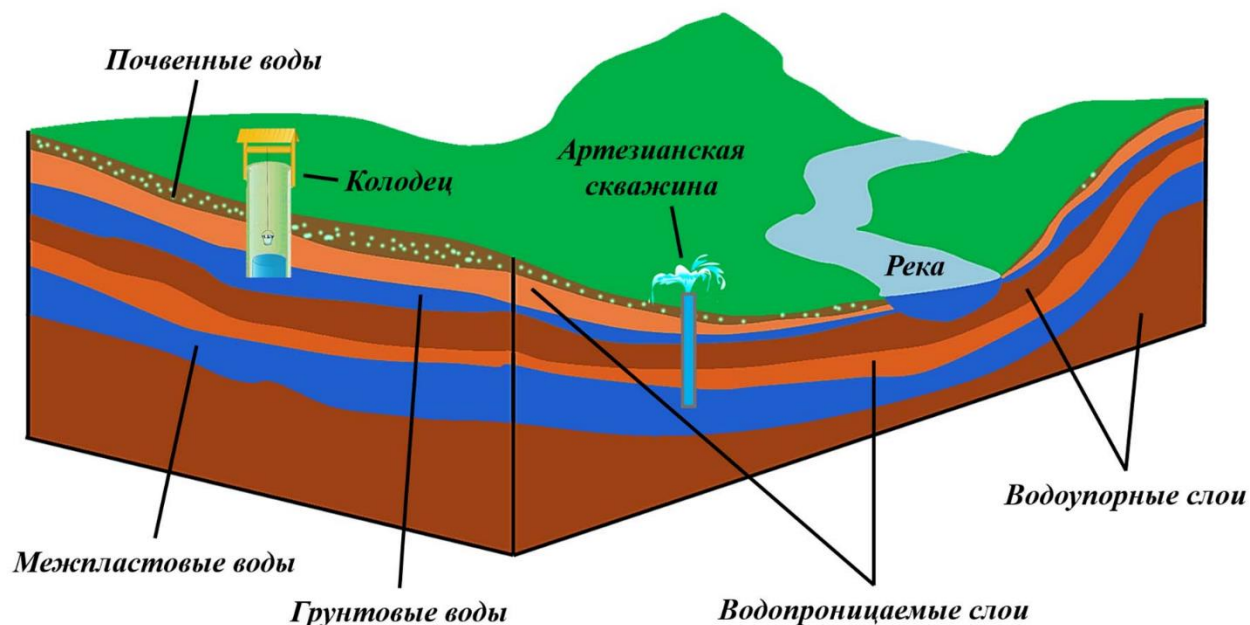


Рис. 23. Строение водоносных слоев

Грунтовая вода - это гравитационная вода первого от поверхности Земли постоянно существующего водоносного горизонта, расположенного на первом водоупорном слое.

Почвенными называются воды, расположенные под верхним слоем земной коры.

Почвенные воды заполняют поры, трещины, пустоты грунта и протекают под действием собственной силы тяжести. Это жидкость, собравшаяся в грунте на некоторой глубине от поверхности.

По природе своей, не залегая сплошным слоем, она пропитывает собою часть какого-либо горного или лесного массива.

Почвенно-грунтовые воды – это воды, уровень которых хотя бы периодически оказывается в почвенной толще

Если он при всех условиях находится значительно ниже почвенного профиля, говорят о собственно грунтовых водах.

Почвенно-грунтовые воды характеризуются большей подвижностью уровня, поскольку он зависит от осадков, испарения, десукции, стока и других факторов.

Вследствие иссушающего действия лесной растительности на почву уровень грунтовых вод под лесом большей частью ниже, чем на соседних безлесных участках. Однако под лесными полосами, накапливающими снежные сугробы, уровень грунтовых вод поднимается выше.

2.2.3. Конденсация

Конденсация - это процесс перехода вещества из газообразного состояния в конденсированное (жидкое или твёрдое) при температурах ниже критической для данного вещества.

Возникает, как правило, вследствие охлаждения или сжатия вещества. Является фазовым переходом 1-го рода, обратным испарению. При конденсации выделяется теплота, причём удельная теплота конденсации равна удельной теплоте испарения. Конденсация водяного пара в атмосфере играет важную роль в круговороте воды в природе, вызывая, в частности, росу и иней.

Конденсат – это жидкость, образующаяся при конденсации.

1. Плёночный режим конденсации – на смачиваемых поверхностях при конденсации появляется сплошная плёнка конденсата, затрудняющая теплообмен
2. Капельный режим конденсации – при отсутствии смачивания на поверхности возникают отдельные капли жидкости.

При заданном давлении скорость конденсации – тем выше, чем ниже температура поверхности.

Конденсация пара в жидкость возможна в диапазоне давлений от критического до давления в тройной точке. При давлении ниже, чем в тройной точке, может происходить процесс перехода пара в твёрдую фазу.



Рис. 24. Испарение и конденсация в природе

Внутрипочвенная конденсация влаги происходит при охлаждении почвенного воздуха до точки росы.

Как составляющая водного баланса она может иметь существенное значение при высокой влажности воздуха, значительных перепадах дневной и ночной температур и при высокой фильтрационной способности почвы, за счет которой конденсирующаяся в ночные часы влага способна проникнуть в глубинные слои почвы и не испариться в течение светового дня. Именно поэтому заметное количество конденсированной влаги образуется в пустынных песчаных, а также в мерзлых почвах.

2.2.4. Испарение и десукция

Испарение - явление перехода твердых и жидких тел в соответствующее им газообразное состояние - в пары, переход, не сопровождающийся разложением молекул сложных тел на составляющие их атомы.

Испарение - процесс фазового перехода вещества из жидкого состояния в парообразное или газообразное, происходящий на поверхности вещества.

При испарении с поверхности жидкости или твёрдого тела вылетают (отрываются) частицы (молекулы, атомы), при этом их кинети-

ческая энергия должна быть достаточна для совершения работы, необходимой для преодоления сил притяжения со стороны других молекул жидкости.

Во время процесса испарения, энергия, извлеченная из испаряемой жидкости, снижает температуру жидкости, что приводит к испарительному охлаждению.

Десукция (от лат. *desuctio* всасывание) - потребление почвенной влаги из почвы растительным покровом.

Часть влаги расходуется из почвы путем физического испарения, минуя растительные организмы. Кроме того, какая-то доля атмосферных осадков задерживается растительным покровом (древесным или травянистым).

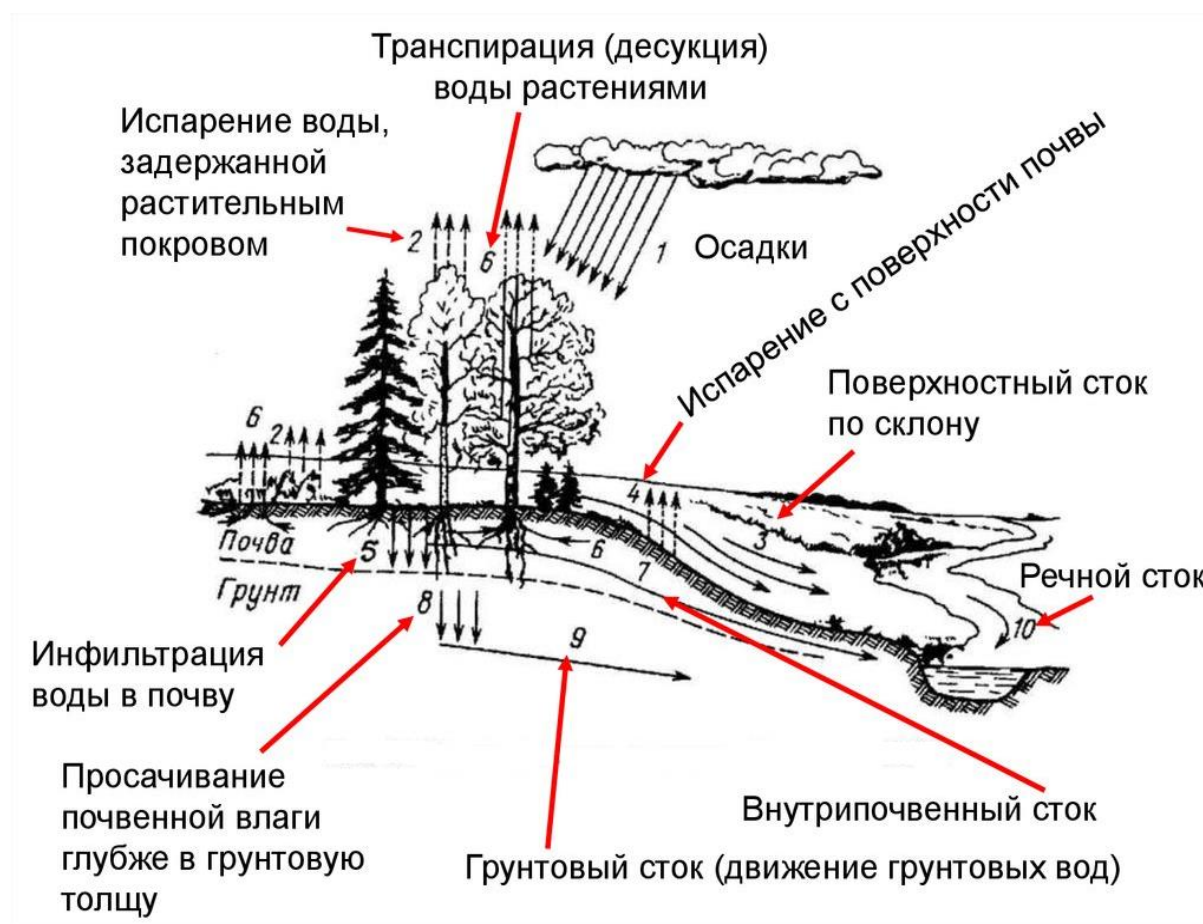


Рис. 25. Круговорот влаги в почве

На пахотных землях под сельскохозяйственными культурами расход влаги на физическое испарение из почвы может достигать 50 % суммарного испарения.

Снижение этого непроизводительного расхода - большой резерв

для повышения влагообеспеченности и производительности сельскохозяйственных культур, особенно в степной и более сухих зонах.

Наибольшего значения физическое испарение из почвы достигает на участках, лишенных растительности, например, на пашнях в весеннее время, когда посеянные культуры еще не затенили почву и не понизили ее влажность путем десукции, и в особенности на участках чистого пара.

В этих условиях исключительно важную роль в сокращении физического испарения играет мульчирование поверхности почвы растительными остатками.

2.2.5. Поверхностный сток

Поверхностный сток (также известный как сухопутный сток) - это поток воды, возникающий на поверхности земли, когда избыток дождевой, ливневой, талой воды или других источников уже не может достаточно быстро проникать в почву.

Стеkanie воды с поверхности почвы, т. е. поверхностный сток, наблюдающийся чаще всего во время таяния снега, а также при выпадении обильных летних осадков, зависит от многих причин, в том числе от угла наклона поверхности, количества осадков, интенсивности поступления их на поверхность почвы (т. е. интенсивности дождя или снеготаяния), водопроницаемости почвы, которая, в свою очередь, зависит от физических свойств почвы, от ее влажности, а весной - и от степени промерзания.

Так как все эти условия могут сильно изменяться, то и поверхностный сток также может на одной, и той же почве при одном и том же составе растительности существенно различаться.

С участков, покрытых лесом, сток всегда значительно меньше, что обуславливается несколькими причинами:

1. почва под лесом к началу снеготаяния часто оттаивает полностью или, по крайней мере, частично, в то время как на безлесных площадях она к этому времени еще более или менее глубоко промерзшая.

2. в лесу снеготаяние идет медленнее, вследствие чего влага поступает более равномерно и в большей степени успевает впитаться в почву.

3. водопроницаемость одинаковых почв под лесом выше, чем под другими угодьями, благодаря наличию подстилки, ходам корней и лучшей структурности.

4. поверхность почвы в лесу часто характеризуется сильно развитым нанорельефом, особенно когда в насаждении преобладает ветровальная порода.

Западины, входящие в состав микрорельефа, уменьшают поверхностный сток. Летом в лесу поверхностный сток наблюдается крайне редко.

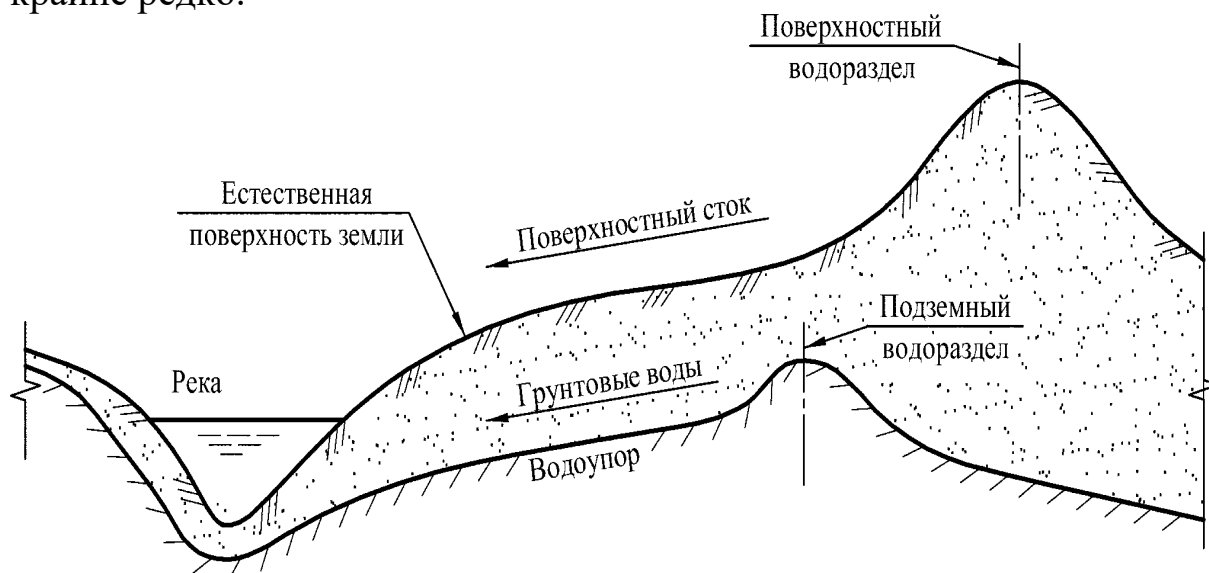


Рис.26. Поверхностный сток

Существенное влияние на поверхностный сток оказывает структурное состояние почвы: чем лучше выражена структура и чем она прочнее, тем выше водопроницаемость почвы и меньше сток.

Поэтому улучшение структурного состояния почвы - одно из важных мероприятий в борьбе с поверхностным стоком.

2.2.6. Внутрипочвенный сток

Почвенный, или внутрипочвенный сток – это стекание воды вниз по склону через реголит, т.е. в почвенной толще непосредственно под поверхностью, в отличие от поверхностного стока

Почвенный, или внутрипочвенный боковой, сток развивается на почвах с мощными иллювиальными горизонтами, а также на почвах, сформированных на двучленных наносах, когда верхний слой более легкого гранулометрического состава.

В периоды интенсивного поступления влаги в почву над водоупором происходит насыщение ее до полной влагоемкости. Возникает водоносный горизонт, называемый почвенной верховодкой.

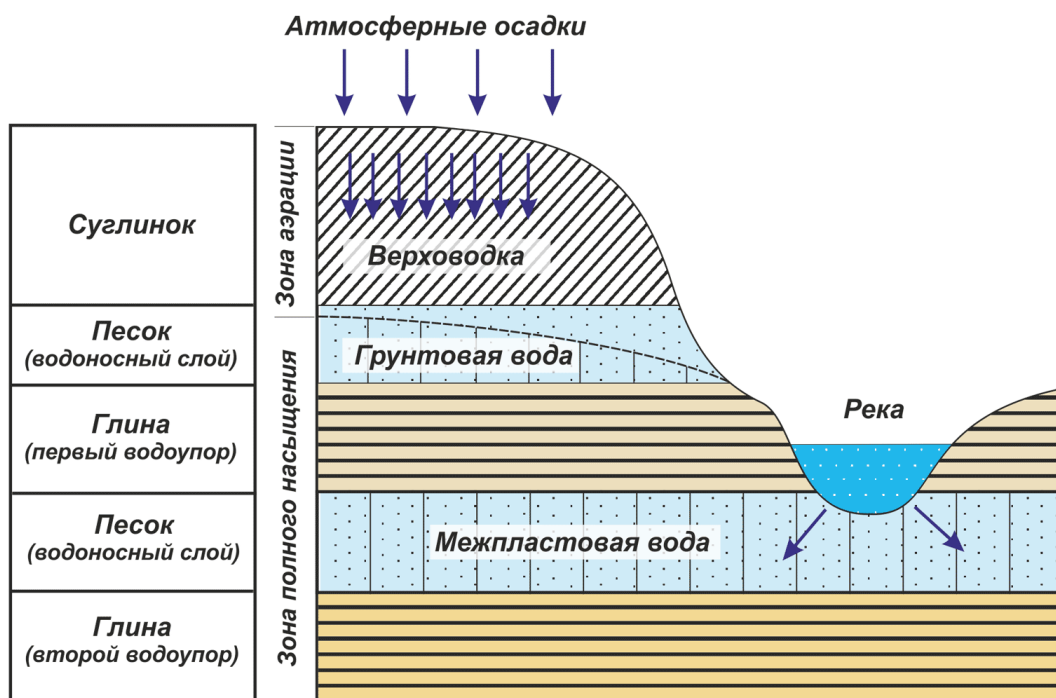


Рис. 27. Схема залегания водоносных горизонтов

При наличии уклона верховодка начинает стекать в толще верхних надводоупорных горизонтов, образуя почвенный сток.

2.2.7. Грунтовый сток

Грунтовый сток - сток по почвогрунтам атмосферных вод, профильтровавшихся в грунт.

Часть влаги, поступающей в почву и не израсходованной на поверхностный и почвенный стоки, а также на десукцию и испарение, просачивается в материнскую породу. На некоторой глубине она достигает водоупорного слоя.

Влага накапливается над водоупором, насыщая лежащие над ним слои породы до полной влагоемкости, вследствие чего они становятся водоносным горизонтом.

Водоупор - слой горных пород, практически не пропускающий воду (коэффициент фильтрации менее 0.001 м/сут).

Водоупор ограничивает снизу или сверху водоносный горизонт. Содержащаяся в них влага, называемая грунтовой водой, при наличии уклона стекает вдоль него. Если водоупорный слой приближается где-либо к поверхности почвы, грунтовая вода изливается в форме ключа или родника либо поступает в почвенную толщу и расходится в дальнейшем на испарение или десукцию.

Количество почвенной влаги, просачивающейся в материнскую породу и создающей в ней грунтовую воду, составляет грунтовый сток.

Грунтовый сток может изменяться в широких пределах в зависимости от геологического строения, водопроницаемости материнской породы, угла наклона и т. д. - от нескольких процентов до 20-30 % суммы осадков.

2.3. Типы водного режима

В зависимости от условий поступления влаги в почву и ее передвижения и расхода Г. Н. Высоцкий и А. А. Роде установили промывной, полупромывной, непромывной, выпотной и десуктивно - выпотной типы водного режима. В дальнейшем в процессе дифференциации было выделено 14 типов водного режима

Мерзлотный тип водного режима свойствен почвам, формирующимся в условиях многолетней мерзлоты. Мерзлотный слой, являясь водоупором, обуславливает развитие надмерзлотной верховодки, поэтому влажность оттаявшей почвы в течение большей части вегетационного периода поддерживается в интервале от полной до наименьшей влагоемкости.

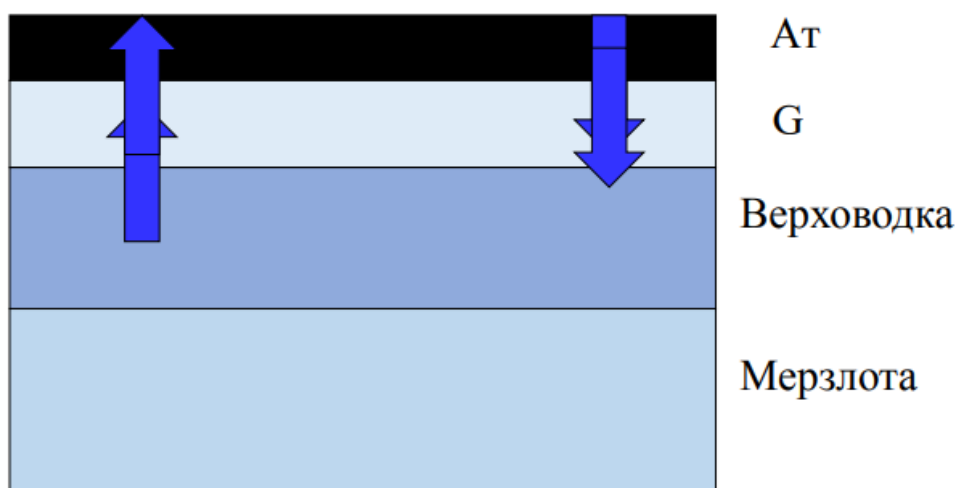


Рис. 28. Мерзлотный тип водного режима

Водонасыщающий (водозастойный) режим, характерен для болотных почв атмосферного увлажнения и некоторых почв грунтового увлажнения. Влажность почвы сохраняется в течение всего года в пределах полной влагоемкости, лишь в засушливые периоды, опускаясь до НВ.



Рис. 29. Водонасыщающий (водозастойный) режим

Периодически водонасыщающий режим характерен для болотных почв грунтового увлажнения. В соответствии с сезонными колебаниями уровня грунтовых вод (УГВ, влажность почвы варьирует от ПВ до НВ, а в отдельные годы возможно просыхание верхнего горизонта ниже НВ).



Рис. 30. Периодически водонасыщающий режим

Промывной водный режим присущ почвам таежно-лесной зоны, где годовая сумма осадков превышает испаряемость. В годовом цикле

влагооборота нисходящие токи преобладают над восходящими. Ежегодно весной и осенью почва подвергается сквозному промачиванию до грунтовых вод, что приводит к интенсивному выщелачиванию продуктов почвообразования.

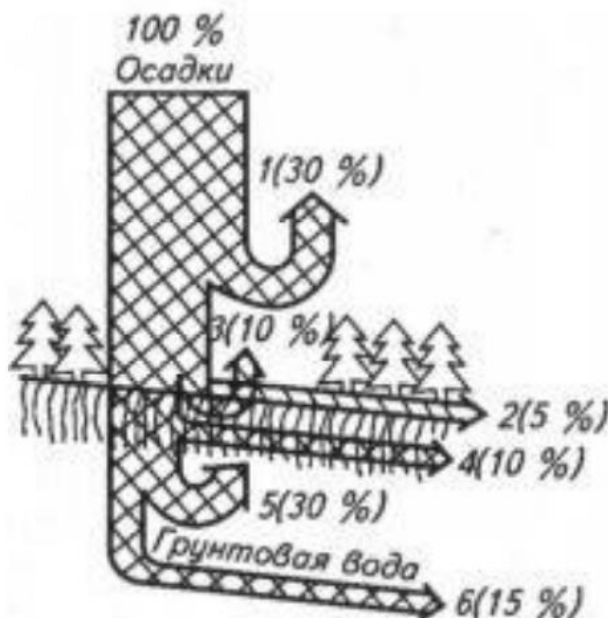


Рис. 31. Промывной водный режим

Периодически промывной водный режим наблюдается при близости годовых величин осадков и испаряемости (лесостепь). Для него характерны чередование ограниченного промачивания почвенно-грунтовой толщи (непромывные условия) в обычные и засушливые годы и сквозное промачивание во влажные годы (один раз в 10 - 15 лет).

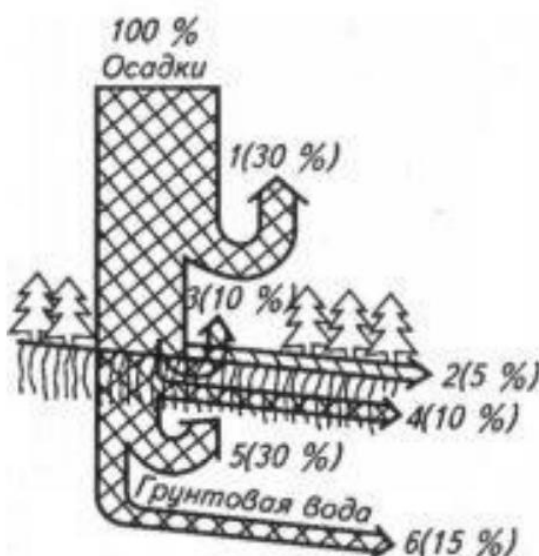


Рис. 32. Периодически промывной водный

Промывной сезонно-сухой режим характеризуется наличием двух контрастных сезонов: дождливого с влажностью почвы от ПВ до НВ и засушливого с влажностью почвы от ВРК до ВЗ. Характерен для тропических влажных саванн.



Рис. 33. Промывной сезонно-сухой режим

Непромывной водный режим господствует в условиях степей, где годовая норма осадков меньше испаряемости.

Почвенная толща чаще всего промачивается в пределах 0,5 - 2,0м. В верхней части почвенного профиля влажность колеблется в зависимости от выпадения осадков от ПВ до ВЗ, а в нижней она находится между ВРК и ВЗ в течение всего года.

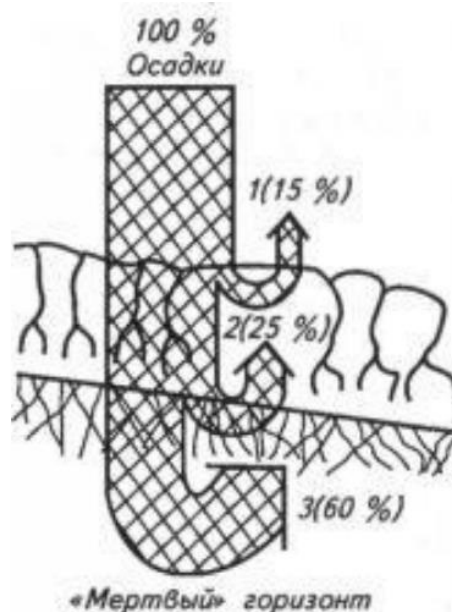


Рис. 34. Непромывной водный режим

Аридный (сухой) водный режим присущ почвам полупустынь и пустынь. На протяжении всего года влажность почвы близка к влажности завядания (или ниже). Спорадически верхние горизонты могут увлажняться.



Рис. 35. Аридный (сухой) водный режим

Выпотной режим проявляется в степной и особенно в полупустынной и пустынной зонах при близком залегании грунтовых вод. В таких условиях происходят интенсивное поднятие влаги по капиллярам от грунтовых вод к верхним горизонтам почвы и ее испарение. При наличии в воде солей эти горизонты засоляются.

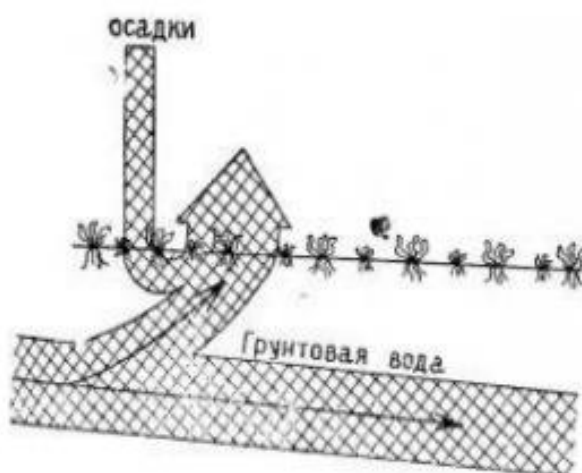


Рис. 36. Выпотной режим

Десуктивно-выпотной режим отличается от предыдущего тем, что капиллярная кайма грунтовых вод не выходит на поверхность, вода, содержащаяся в кайме, не испаряется физически, а поглощается корнями растений. Имеющиеся в воде соли выпотевают на некоторой глубине. Режим свойствен луговым почвам.

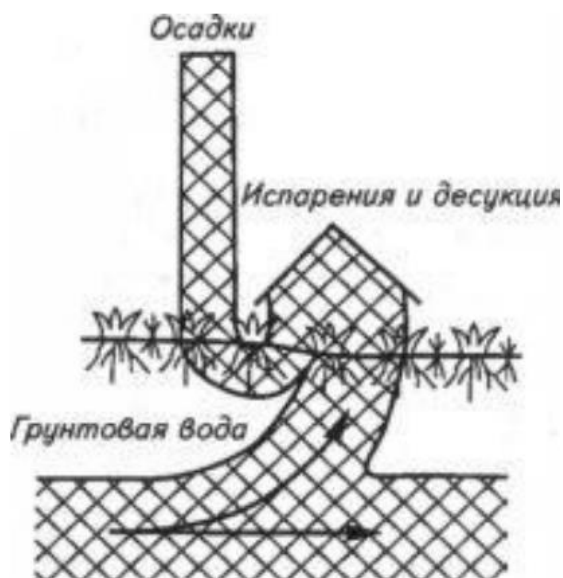


Рис. 37. Десуктивно-выпотной режим

Паводковый водный режим характерен для почв, периодически затопляемых речными, склоновыми, дождевыми или иными водами.

В таких условиях периодическое паводковое затопление сменяется другим типом водного режима: промывным (прирусловая пойма), десуктивно-выпотным (центральная пойма), водозастойным (притеррасная пойма).



Рис. 38. Паводковый водный режим

Амфибиальный режим формируется при постоянном или длительном затоплении почв водой (мелководья озер, речные плавни и т.д.). Почва постоянно переувлажнена, хотя поверхностные воды могут на время стекать.



Рис. 39. Амфибиальный режим

Ирригационный водный режим создается при искусственном орошении. Включает большое разнообразие категорий в зависимости от типа и интенсивности орошения, глубины и сезонных колебаний грунтовых вод, наличия и характера искусственного дренажа.



Рис. 40. Ирригационный водный режим

Осушительный водный режим складывается на искусственно осушаемых заболоченных почвах. Его конкретный вид также он определяется характером дренажа и способом регулирования.



Рис. 41. Осушительный водный режим

2.4. Регулирование водного режима почв и агроландшафтов

Большая часть почв в РФ нуждается в специальных адаптивных или мелиоративных мерах по регулированию водного режима почв в условиях избыточного или недостаточного увлажнения.

Переувлажнение проявляется практически повсеместно в таежно-лесной зоне.

Переувлажнение почв - это состояние почвы в целом или отдельного ее горизонта, при котором влажность почвы (или отдельного горизонта) сохраняется выше наименьшей влагоемкости сравнительно длительный период времени, затрудняя или исключая воздухообмен между почвой и приземным слоем атмосферы.

Весеннее и летне-осеннее переувлажнение во многих почвах довольно продолжительно, часто достаточно, чтобы вызвать вымокание и гибель не только очень чувствительных к переувлажнению озимых зерновых, но и других культур.

Ф. Р. Зайдельман разработал эколого-гидрологический принцип оценки целесообразности осушения почв, основанный на анализе водного режима почв в годы разного увлажнения и продуктивности культур.



Рис. 42. Вымокание посевов

Рациональный подбор культур позволяет получить наибольший экономический и экологический эффект при минимальных вложениях.

По мере усиления заболоченности почв применяют выборочный или сплошной дренаж.

В отличие от легких почв, на которых осушение достигается понижением уровня грунтовых вод дренажом, на тяжелых почвах требуется сложная система мероприятий, которая должна не только понизить уровень верховодки в глубоких слоях, но и устранить избыток воды в пахотном горизонте и в верхней части профиля.

Для оптимизации водного режима территории перспективен ландшафтный подход к регулированию поверхностного стока.

На склонах целесообразно проводить глубокую осеннюю обработку почвы для уменьшения стока, а на почвах, склонных к переувлажнению, для усиления стока эффективно заменять зяблевую обработку почвы весновспашкой. Такая замена способствует сокращению сроков созревания почвы для обработки, улучшения условий работы сельскохозяйственной техники, увеличению несущей способности почв.

Увеличение несущей способности почв чрезвычайно важно, ибо неблагоприятная для работы тяжелой колесной техники влажность почв в период весенних работ может сохраняться довольно долго.

Нарушение условий работы техники происходит при влажности почвы, равной или больше 0,75 ПВ. Для тяжелых дерново-подзолистых почв это значение соответствует предельной полевой влагоемкости,

когда почва не отдаёт воду ни в дренаж, ни на сток. Складывается ситуация, когда техника стоит, а избыток влаги нельзя убрать.

Выход в подобных условиях лишь один - в изменении системы машин, уменьшении их давления на почву, в замене тяжелой колесной техники машинами на гусеничном ходу, в применении тракторов со сдвоенными колесами. При этом предельное давление движителей на почву не должно превышать 60-80 кПа.

Несмотря на то, что территория таежно-лесной зоны в многолетнем цикле характеризуется избыточным увлажнением, в течение года и вегетационного периода сельскохозяйственные растения в средние и, особенно в засушливые годы могут испытывать недостаток влаги.

Поэтому в Нечерноземье часто оправдан полив овощных плантаций, пастбищ, садов, многих кормовых культур, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах. На мощных флювиогляциальных песках и супесях при залегании грунтовых вод глубже 3 м растениям не хватает влаги не только в сухие и средние по увлажнению годы, но и на протяжении всего вегетационного периода влажных лет.

Учитывая, что в этой зоне нечасто наблюдаются длительные периоды устойчивого и глубокого иссушения, и они нередко перемежаются периодами с дождями и ливнями, вегетационные поливы с высокими поливными нормами (кроме садовых деревьев) могут быть весьма опасными.

В сочетании с непредвиденными осадками они могут приводить к переувлажнению почв и развитию глеевых процессов. Поэтому в Нечерноземье более оправданны частые поливы с небольшими нормами в объеме суточных дефицитов влаги.

В засушливых районах, особенно в степной и сухостепной зонах, практически все элементы земледелия должны быть оптимизированы по условиям накопления, сохранения и рационального использования влаги.

Исходные условия - выбор рациональных севооборотов с определенной долей чистого пара и применение почвозащитных систем обработки почвы с оставлением на поверхности пожнивных остатков и желательно всей соломы.

Очень важное значение имеют борьба с сорной растительностью, внесение удобрений, система ухода за чистым паром, маневрирование сроками посева в соответствии с динамикой влагообеспеченности почв и вероятностью выпадения осадков, нормы высева семян.

В числе специальных мероприятий по накоплению влаги важнейшее - снегозадержание.

Снегозадержание — агротехнический приём, направленный на задержание и накопление снега на пашне.



Рис. 43. Снегозадержание

Проводится при таянии снежного покрова (т.е. ранней весной) преимущественно на полях зоны степи и лесостепи. Данный приём предназначен для охраны почвы и зимующих растений от промерзания, а также для увеличения запасов почвенной влаги.

Помимо дополнительного влагонакопления создание достаточно мощного снежного покрова служит надежной защитой озимых культур и многолетних трав от вымерзания. Благодаря уменьшению глубины промерзания уменьшаются сток и смыв почвы.

Повышение эффективности использования зимних осадков - крупный резерв земледелия. Поэтому для задержания снега необходимы оставление стерни и создание кулис из высокостебельных растений (горчицы, подсолнечника и др.), применение снегопахов для наращивания мощности снежного покрова.

Известную роль в регулировании микроклимата и, соответственно, водного режима почв играют полезащитные лесные полосы, снижающие скорость ветра и, следовательно, интенсивность испарения влаги, способствующие задержанию снега. При этом, однако, требуется правильная система их организации (конструкция лесополос, расстояние между ними, обоснованный выбор пород деревьев).

Влагообеспеченность почв, особенно в сложных ландшафтах, связана преимущественно с интенсивностью поверхностного стока.

Наибольший сток наблюдается при сильном промерзании влажной с осени почвы и отсутствии мероприятий по задержанию талых вод.

К числу мероприятий, обеспечивающих ослабление и устранение стока талых вод, относятся:

- контурная организация территории,
- механическая обработка почвы,
- мульчирование поверхности почвы соломой,
- оставление стерни,
- полосное размещение культур
- полосное размещение чистых паров.

Увеличение запаса влаги в почве за счет талых вод зависит от скорости их впитывания. На хорошо проницаемых почвах, если они уходят в зиму в непереувлажненном состоянии, впитывание талых вод протекает быстро. Если же осень сырая и поверхностный слой переувлажнен, при замерзании он превращается в сплошной монолит, который оттаивает медленно и является серьезным препятствием для впитывания талых вод.



Рис. 44. Оставленная на поле стерня при снегозадержании

Поэтому при влажной осени целесообразна обработка почвы на склонах чизелями, после которой сплошного замерзания не происходит и улучшается инфильтрация талых вод. На полях с многолетними травами для этой цели весьма эффективна нарезка щелей на такую глубину, чтобы в период таяния снега дно щели находилось в уже оттаявшей почве.

Весьма полезен прием вертикального мульчирования, при котором осенью нарезают щели до глубины замерзания почвы и заполняют

их жгутами из соломы. По этим щелям талые воды поступают в глубь почвы. Выполнение этого приема возможно на полях с большим количеством послеуборочных остатков.

Контрольные вопросы

1. Какова роль атмосферы в процессах конденсации влаги?
2. Чем отличается «молекулярная» конденсация от «термической»?
3. Когда не существует физических условий для перехода водяного пара из атмосферы в поверхностный слой почвы?
4. До какого предела капиллярная сорбция может довести влажность почвы?
5. При какой влажности почвы испарение сменяется конденсацией?
6. В каком слое почвы происходит обогащение влагой за счет конденсации парообразной влаги?

Глава 3. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, ЕГО И РЕГУЛИРОВАНИЕ

3.1. Особенности теплового режима почвы

Тепловым режимом почвы называют совокупность процессов поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепла.

Он оценивается температурой почвы, суточными и годовыми закономерностями ее изменения, тепловыми свойствами почвы: теплоемкостью, теплопроводностью и температуропроводностью.

Теплоемкость - физическая величина, определяемая как количество теплоты, которое необходимо подвести к телу в данном процессе, чтобы его температура возросла на один Кельвин.

Теплоемкость почвы - это количество тепла в калориях, необходимое для нагревания единицы массы или объема сухой почвы на 1°C. Сухие почвы имеют близкую величину теплоемкости - 0,217-0,248 (удельная теплоемкость). С увеличением уплотнения и влажности теплоемкость почв повышается; это связано с тем, что теплоемкость воды составляет 1, а воздуха - близка к нулю (0,000306).

Теплопроводность - способность материальных тел проводить тепловую энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела (атомов, молекул, электронов и т. п.). Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества.

Теплопроводность почвы – способность почвы проводить тепло путем теплового взаимодействия соприкасающихся между собой твердых, жидких и газообразных частиц.

Температуропроводность - физическая величина характеризующая скорость выравнивания температуры вещества в неравновесных тепловых процессах. Численно равна отношению теплопроводности к удельной теплоёмкости при постоянном давлении.

Температуропроводность почвы - важная характеристика, определяющая скорость прогревания и охлаждения почвы. Эта характеристика - динамическая, с изменением влажности почвы температуропроводность может изменяться в 1.5-5 раз. При этом величины температуропроводности и диапазоны изменчивости с влажностью для разных почв могут существенно различаться.

Тепловой режим почвы обусловлен как климатическими условиями, так и свойствами самой почвы, а также зависит от рельефа, литологических, гидрогеологических условий, растительности.

Тепловой режим характеризуется радиационным и тепловым балансами.

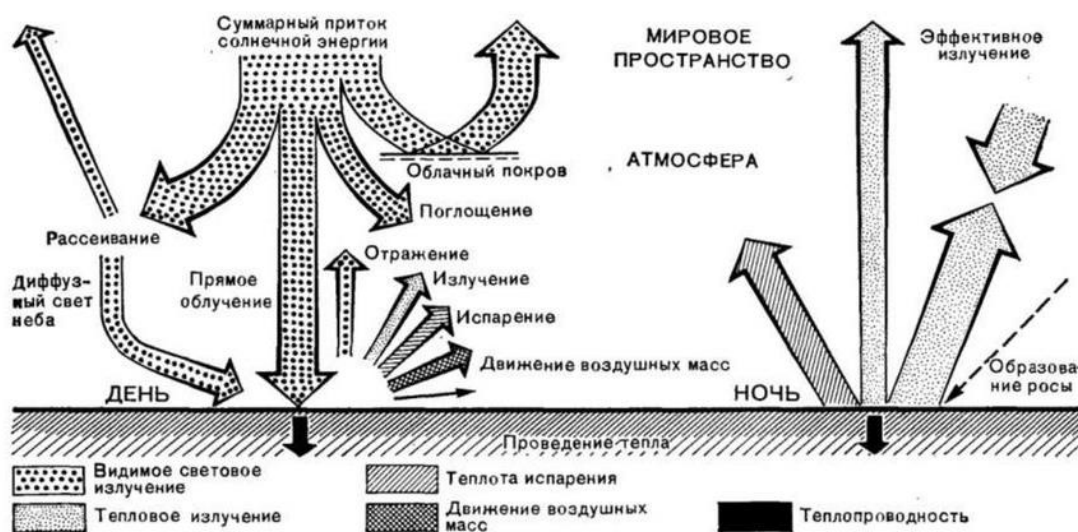


Рис. 45. Радиационный и тепловой баланс

Радиационный баланс почвы – это важный показатель, позволяющий определить количество энергии, поступающей, поглощаемой и отражаемой почвой. В процессе этого баланса почва взаимодействует с солнечным излучением, а также передает и выпускает тепло. Измерение радиационного баланса почвы полезен в аграрной и экологической науке.

Радиационный баланс почвы определяется по формуле

$$T_b = Q_p + Q_g - Q_{отр} - Q_{изл}$$

где Q_p - приход коротковолновой солнечной энергии, прямой и рассеянной; Q_g - приход длинноволнового излучения из атмосферы; $Q_{отр}$ - коротковолновая радиация, отраженная поверхностью; $Q_{изл}$ - длинноволновое излучение поверхности, подстилающей атмосферу.

Эту формулу можно использовать для оценки радиационного баланса за любой период (час, сутки, месяц, год, многолетний период).

Радиационный баланс изменяется в зависимости от широты местности и времени года.

Таблица 2

Изменение радиационного баланса в зависимости от широты местности и времени года

Зона	Радиационный баланс кДж/см ² в год
Тундра	42 - 84 кДж/см ² в год
Южная тайга	126 - 167 кДж/см ² в год
Черноземная зона	126 - 209 кДж/см ² в год
Тропики	Более 314 кДж/см ² в год

Тепловой баланс почвы - один из важных факторов, влияющих на рост и развитие растений. Он представляет собой состояние равновесия между поступающей в почву тепловой энергией и ее потерями. Оптимальный тепловой баланс обеспечивает благоприятные условия для жизни и функционирования растений.

Тепловой баланс почвы определяется по формуле

$$T_b + T_t + T_n + T_k = 0$$

где T_b - радиационный баланс; T_t - затраты тепла на транспирацию и физическое испарение воды; T_n - расход тепла на теплообмен с глубокими слоями почвы; T_k - количество тепла, идущего на нагрев воздуха.

Для понимания сути влияния тепла на почвообразование важно знать в первую очередь радиационный баланс, глубину проникновения тепловой волны в почву, сумму температур выше 10 °С на глубине 20 см (в слое 0-20 см содержится максимум корней).

3.2. Перенос тепла в почве

Преобразование тепла, поступившего в почву, теснейшим образом связано с теплопроводностью и теплоемкостью.

Теплообмен в почве процесс обмена теплом между поверхностью почвы и её глубинными слоями.

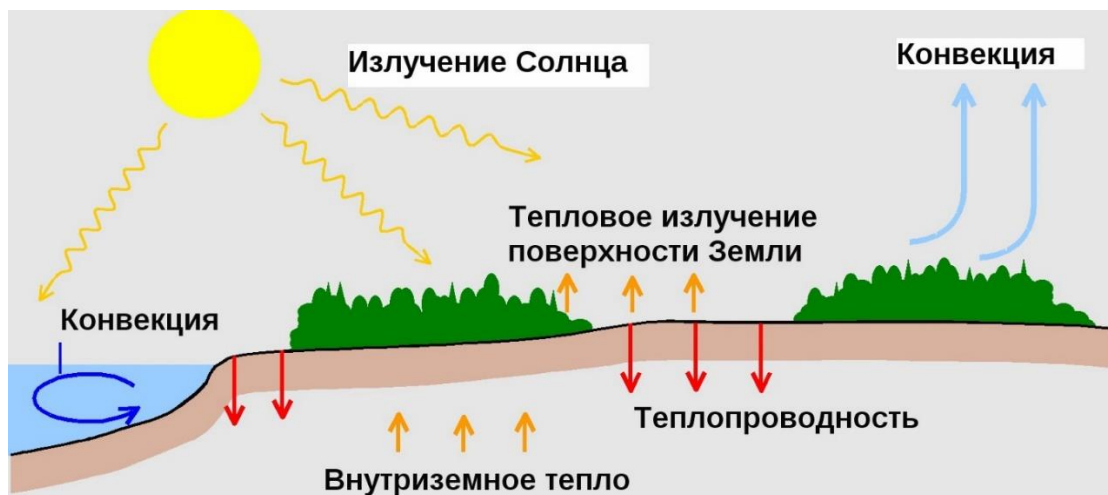


Рис. 46. Теплопередача в природе

Теплообмен тесно связан с теплопроводностью, обусловленной разностью температур различных почвенных слоев, и Теплоёмкостью почвы.

Поток тепла направлен от более нагретых слоев к менее нагретым: летом - в глубь почвы, зимой - к её поверхности.

Основными механизмами теплопроводности являются кондукция, теплопароперенос и конвекция.

Кондукция - перенос тепла при непосредственном контакте частиц друг- с другом. Так как почвенные частицы практически всегда контактируют друг с другом, этот механизм преобладает во всех минеральных почвах.

Перенос «скрытой теплоты» (теплопароперенос) - перенос тепла совместно с парами воды, образующимися (с потерей тепла. в одной точке почвы и конденсирующимися (с выделением тепла. в другой).

Скрытая теплота - теплота, высвобождаемая или поглощаемая термодинамической системой при изменении своего состояния, но не сопровождаемая изменением температуры.

Наблюдается при фазовых переходах: плавлении, парообразовании, отвердевании и т. д. Термин введён Джозефом Блэком около 1750 года.

Выражение «скрытая теплота» связано с термином «скрытая теплота парообразования», которая составляет 585 кал/г. Если в почве имеется градиент температуры, то пары воды движутся от точки с большей температурой в точку с меньшей температурой.

Конвекция - прогревание почвы за счет струйчатого перемешивания жидкой и газообразной фаз. В почвах проявление этого механизма заметно лишь при высокой влажности, быстром перемешивании свободной воды.

При изменении влажности почвы эти механизмы по-разному будут формировать теплопроводность почвы в целом.

В сухой почве частицы свободно лежат друг относительно друга и теплоперенос обусловлен лишь отдельными немногочисленными контактами (кондукция). По мере образования водной пленки частицы приближаются друг к другу.

Увеличивается число контактов, хотя свободное поровое пространство еще значительно, и водные «пробки» - заполненные водой капилляры - не препятствуют теплопаропереносу.

Теплопроводность становится максимальной при достижении почвой влажности, близкой к ВРК. При дальнейшем увеличении влажности теплопроводность возрастает слабо, в основном за счет механизма конвекции, свободной циркуляции жидкости.

Таким образом, зависимость коэффициента теплопроводности от влажности носит характер, близкий к экспоненциальному, когда после значений влажности, близких к ВРК, кривая выполаживается, приближаясь к максимальным значениям.

Для оценки прогрева и охлаждения почвы наряду с теплопроводностью учитывают теплоемкость, т. е. количество тепла, требуемого для нагревания одного грамма (или 1 см³) почвы на один градус. Теплоемкость почвы возрастает с увеличением ее влажности и плотности. Для прогрева влажных и плотных почв требуется больше тепла. Объемная теплоемкость органических почв значительно выше, чем минеральных.

3.3. Температурный режим почв и определяющие его условия

Температурный режим - это динамика температуры на поверхности и в различных слоях почвы.

Тепловой режим почв – это совокупность и последовательность всех явлений поступления, перемещения, аккумуляции и расхода тепла в почве на протяжении определённого отрезка времени.

Основным показателем теплового режима является температура почвы. Она зависит от климата, рельефа, растительного и снежного покрова, тепловых свойств почвы.

Температурный режим почв следует за температурным режимом приземного слоя атмосферы, но отстает от него.

Средние годовые температуры воздуха и почвы возрастают с севера на юг и с востока на запад. Среднегодовая температура почвы изменяется в пределах России и сопредельных государств от - 12 до +20

°С.

Изолинии температуры почвы в теплый период на равнинах имеют широтный характер. Среднемесячная температура почвы самого теплого месяца года изменяется от 0 до 36 °С.

Сопоставление географического распределения температуры почвы в теплый период на глубине 20 см по почвенным зонам Русской равнины показывает их значительную связь.

1. Так, изотерма 8°С отделяет северную половину таежно-лесной зоны с подзолистыми почвами от южной ее части, где преобладают дерново - подзолистые почвы.

2. Изотерма 10°С подходит к северной границе распространения серых лесных почв.

3. Изотерма 16 °С проходит у северной границы полупустынь со светло-каштановыми почвами.

4. Изотерма 18 °С близка к северной границе бурых пустынно-степных почв.

Таким образом, именно летние температуры обуславливают дифференциацию широтных зон.

Изолинии зимних температур воздуха идут с северо- запада на юго-восток и определяют степень континентальности климата, с которой связано проявление фациальных особенностей почвенного покрова. Температура почвы самого холодного месяца изменяется от 0 на юге до -36 °С на северо-востоке России.

Годовой максимум температуры почвы на глубине 20 см наступает в июле, лишь на крайнем юге - в августе. Годовой минимум на этой же глубине приходится почти всюду на февраль. Наибольшие различия в температуре почвы между отдельными почвенными зонами наблюдаются в теплый период года, наименьшие - в холодный.

Среднегодовая температура почвы больше среднегодовой температуры воздуха. Разница между ними снижается в южном направлении, от полярного пояса к субтропическому.

В числе факторов, влияющих на температурный режим почвы, помимо климата, водного режима следует особо отметить влияние рельефа, которое проявляется в неравномерности поступления радиации на выровненные участки и склоны разной крутизны и экспозиции и в различном их увлажнении.

Существенное значение имеет состояние поверхности почвы:

- цвет, определяющий альбедо;
- шероховатость поверхности;

- наличие мульчирующих материалов.

Гребневидная поверхность почвы прогревается быстрее. Помимо более быстрого подсушивания гребней это объясняется еще и тем, что радиационная энергия, попадающая на поверхность гребня, отражается на рядом расположенный почвенный гребень. Мульчирующие материалы способствуют теплоизоляции почвы. Из почвы теряется тепла меньше, но и поступает в нее меньше.

Поэтому осенью и зимой мульчирование поверхности способствует сохранению тепла в почве, а весной и летом - уменьшению прогрева почвы, что имеет положительное значение в засушливых условиях и нежелательно в холодных и влажных.

Существенное влияние на температурный режим почвы оказывает растительный покров, особенно лесной. В летние месяцы он уменьшает приток солнечной радиации к поверхности почвы, а в зимние месяцы, уменьшая излучение и способствуя накоплению снега, сохраняет тепло.

Влияние гранулометрического состава на температурный режим связано с изменением теплоемкости почвы. Весной глинистые почвы, обладая большим запасом влаги и расходуя тепло на испарение, нагреваются медленнее, чем легкие. Осенью легкие почвы холоднее тяжелых.

3.4. Замерзание и оттаивание почвы

Замерзание почвы - широко распространенное явление. Замерзание влаги в почве происходит, как правило, при температурах ниже 0°C , поскольку она представляет собой не чистую воду, а раствор солей различных концентраций. Поэтому даже при низких температурах не вся влага, находящаяся в почве, замерзает.



Рис. 47. Замерзание почвы

Прочносвязанная влага и некоторая часть рыхлосвязанной замерзнуть не могут вследствие влияния на них сорбционных сил. Остальная часть влаги, вплоть до влаги соответствующей максимальной гигроскопичности, замерзает в пределах температур до -10°C .

Глубина промерзания почвы зависит от многих причин. Наиболее важная из них - толщина снежного покрова. Чем она больше, тем меньше глубина промерзания почвы. Все, что влияет на толщину снежного покрова (мощность растительного покрова, микрорельеф и т. п.), влияет на глубину промерзания почвы. Промерзание почвы зависит также от наличия торфа и его мощности, от влажности почвы. Чем больше мощность торфа и чем выше влажность почвы, тем меньше глубина промерзания.

Замерзание почвы начинается обычно с наступлением устойчивых отрицательных температур; до образования снежного покрова. Иногда снежный покров устанавливается до наступления температур ниже 0°C и промерзание почвы начинается уже под тонким снеговым покровом. В дальнейшем мощность промерзшего слоя постепенно нарастает, достигая максимума в конце января - феврале.

В феврале или в начале марта, когда снежный покров очень мощный или даже нарастает, глубина промерзания начинает уменьшаться вследствие оттаивания почвы снизу.

Оттаивание почвы – это естественный процесс, который происходит в результате повышения температуры и приводит к таянию ледяных образований в почве.

Оттаивание почвы под снегом происходит за счет тепла, находящегося в нижних горизонтах почвы и передаваемого вследствие теплопроводности в верхние ее слои. Такая передача идет непрерывно, но в начале и середине зимы она не может компенсировать потерю тепла, излучаемого из гонкого снежного покрова и отдаваемого в сильно охлажденную атмосферу.

Главным принципом оттаивания является изменение агрегатного состояния льда под воздействием тепла. При повышении температуры лед начинает превращаться в воду. Разница в растяжениях льда и почвы вызывает изменения в ее структуре, что может привести к разрушению и образованию трещин.

Оттаивание почвы может иметь разнообразные последствия:

1. привести к образованию водотоков и ручьев, так как растаявший лед и снег начинают перемещаться по поверхности почвы.
2. разрушение структуры почвы может привести к изменению ее

плотности и воздухопроницаемости, что в свою очередь повлияет на рост и развитие растений.

3. оттаивание может вызывать перемещение минеральных солей, что может привести к их вымыванию из почвы.

В конце зимы, когда температура воздуха становится выше, а снежный покров толще и, следовательно, потеря тепла уменьшается, тепло, идущее из нижних слоев почвы, с избытком компенсируя потерю его из верхних слоев, вызывает оттаивание почвы снизу.

Принципы оттаивания почвы

- Теплообмен - оттаивание происходит благодаря передаче тепла от окружающих слоев почвы к замерзшим частям. Тепло, полученное от солнечного излучения и атмосферного тепла, постепенно проникает в почву и вызывает ее оттаивание.
- Периодичность - оттаивание почвы происходит каждый год в определенный период, обычно в переходный сезон между зимой и весной, когда средняя температура становится выше точки замерзания.
- Водные ресурсы - оттаивание почвы играет важную роль в формировании водных ресурсов. В процессе оттаивания, снег и лед тает и проникает в почву, образуя водные источники, ручьи и реки. Это обеспечивает постоянный доступ к воде для животных, растений и людей.
- Влияние на экосистему - оттаивание почвы имеет значительное влияние на экосистему. По мере ее оттаивания, почва становится более доступной для растений, что позволяет им начать рост и размножение. Оттаивание также способствует разложению органического материала в почве и обеспечивает улучшение ее плодородия.
- Развитие микроорганизмов - во время оттаивания, в почве возобновляется активность микроорганизмов. Замерзание почвы замедляет их обмен веществ, а оттаивание возвращает к нормальному состоянию. Это очень важно для развития полезных микроорганизмов, которые играют важную роль в цикле питательных веществ в почве.

Оттаивание может идти двумя путями (по Качинскому):

1. Оттаивание, начинающееся снизу, заканчивается до того, как сойдет снег. Мерзлая прослойка исчезает у самой поверхности почвы. Это происходит при мощном снежном покрове и неглубоком промерзании почвы.

2. Снежный покров сходит до того, как полностью оттаяет почва. Оттаивание почвы начинается также снизу, а затем идет одновременно и сверху, и снизу. Мерзлая прослойка в конце концов исчезает на той или иной глубине.

Для районов, где среднегодовая температура почвы близка к 0 °С и ниже, характерен третий вариант оттаивания почвы - только сверху, поскольку здесь, в глубоких слоях почвы, отсутствует запас тепла, который мог бы вызвать оттаивание почвы снизу.

Особое влияние на глубину снежного покрова оказывает лес. В лесу снежный покров всегда более мощный, чем на безлесных пространствах. Поэтому замерзания почвы под лесом не происходит совсем либо бывает менее длительным и менее глубоким, причем почва успевает оттаять еще до начала таяния снега. Благодаря этому, а также более медленному таянию снега поглощение почвой талых вод в лесу идет значительно полнее, чем вне его.

Большое влияние на глубину промерзания почвы оказывает лесная подстилка. В опытах с удалением лесной подстилки глубина промерзания почвы резко возрастала. Существенно влияет на глубину промерзания и состав древостоя. В густых еловых лесах, где значительное количество снега задерживается на кронах деревьев, вследствие меньшей мощности снежного покрова и большей его плотности глубина промерзания всегда больше.

Промерзание почвы имеет целый ряд неблагоприятных последствий, в частности: понижение водопроницаемости почв, а, следовательно, усиление поверхностного стока; снижение теплообеспеченности: вымерзание растений; задержка микробиологических и химических процессов, идущих в почве.

В то же время можно отметить и положительные последствия этого процесса, в частности благоприятное влияние на образование структуры почвы, на миграцию почвенных животных в нижние слои почвы под действием замерзания, способствующую разрыхлению почвы и улучшению ее водопроницаемости.

3.5. Типы теплового (температурного) режима почвы

В зависимости от среднегодовой температуры и длительности промерзания почвы В. Н. Димо выделил четыре типа температурного режима:

1. мерзлотный,
2. длительно сезоннопромерзающий
3. сезоннопромерзающий
4. непромерзающий.

Мерзлотный тип характерен для областей с многолетней (веч-

ной) мерзлотой. Среднегодовая температура профиля почвы отрицательная.

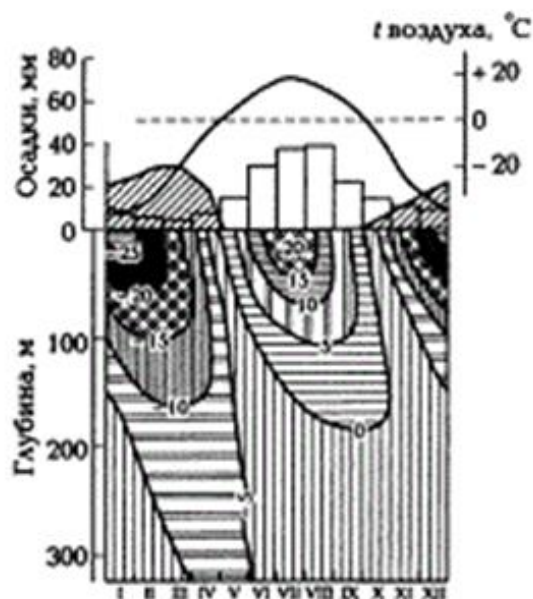


Рис. 48. Мерзлотный тип теплового режима почвы

Длительно сезоннопромерзающий тип температурного режима проявляется на территориях, где преобладает положительная среднегодовая температура почвенного профиля. Глубина проникновения отрицательных температур не менее 1 м, но смыкание сезоннопромерзающей толщи с многолетнемерзлыми породами не наблюдается. Длительность промерзания не менее 5 мес.

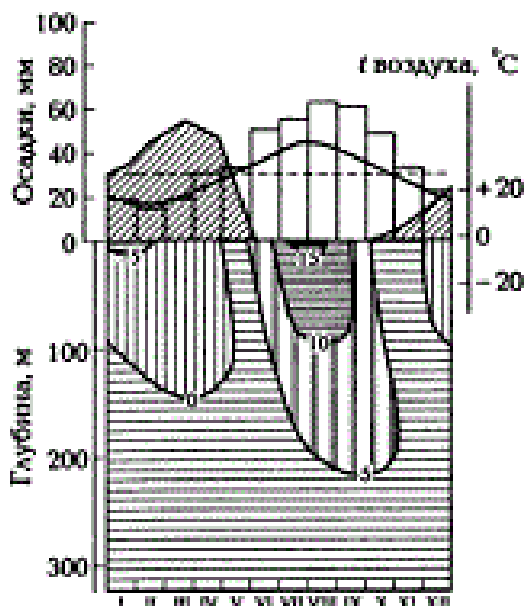


Рис. 49. Длительно сезоннопромерзающий тип теплового режима почвы

Сезоннопромерзающий тип температурного режима отличается положительной среднегодовой температурой почвенного профиля. Промерзание профиля длится менее 5 мес. Подстилающие породы немерзлые. Длительно сезоннопромерзающий и сезоннопромерзающий типы температурного режима свойственны большей части территории России.

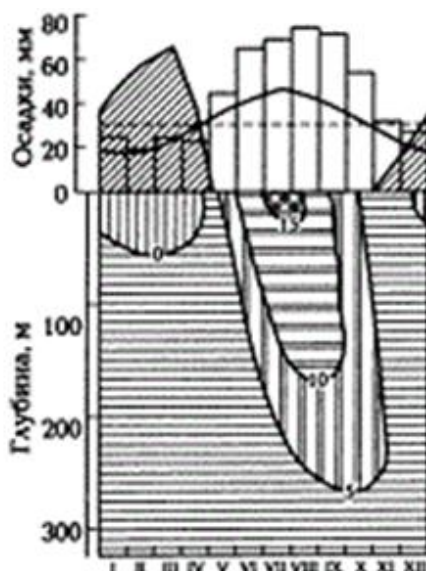


Рис. 50. Сезоннопромерзающий тип теплового режима почвы

Непромерзающий тип температурного режима имеют территории, где промерзание профиля почв и морозность не проявляются. К ним относятся теплая южно-европейская фация и зоны субтропического пояса.

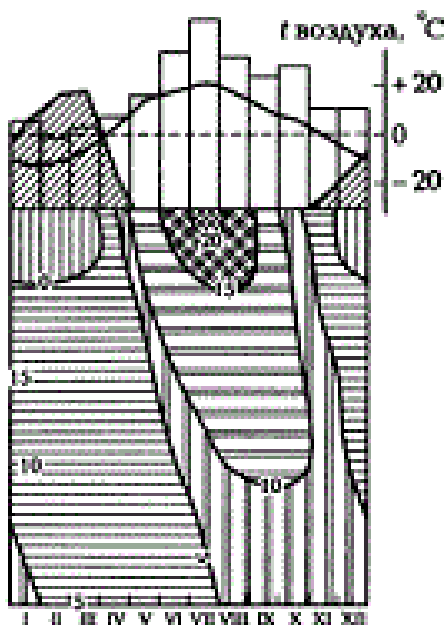


Рис. 52. Непромерзающий тип теплового режима почвы

3.6. Влияние теплового режима на интенсивность почвенных процессов

Наиболее общими особенностями в данном отношении являются ускорение движения воды при повышении температуры почвы и, соответственно, более интенсивная миграция питательных веществ. С повышением температуры увеличивается концентрация солей и снижается содержание газов, в том числе кислорода, в почвенном растворе.

При переувлажнении усиливаются процессы оглеения, может резко снижаться окислительно-восстановительный потенциал, ухудшается состояние растений, вплоть до полной их гибели, вследствие накопления токсичных продуктов анаэробного брожения.

При увеличении температуры ускоряются многие химические реакции, в том числе в почве. Усиливаются процессы окисления органического вещества, обмена между почвой и раствором, диффузии веществ в почве.

Все эти реакции прямо влияют на доступность питательных веществ растениям. Именно поэтому более бедные элементами питания почвы влажных тропиков и субтропиков лучше снабжают растения питательными веществами и производят большую фитомассу растений.

В красноземах диффузия питательных веществ к корню идет значительно быстрее, чем в северных почвах, хотя для одной и той же температуры коэффициент диффузии в красноземах меньше, чем в других почвах ($2-5 \cdot 10^{-6}$ по сравнению с $4-6 \cdot 10^{-6}$ см/с в черноземах и дерново-подзолистых почвах).

Изучение температурной зависимости диффузии веществ в почве свидетельствует, что те вещества, которые не взаимодействуют с почвой, имеют прямую зависимость коэффициента диффузии от температуры.

Но если диффундируют вещества, взаимодействующие с твердой фазой почвы, например, участвующие в процессах обмена с почвенным поглощающим комплексом катионы K , Na^+ , то с какой-то температуры отмечается отклонение зависимости от прямой.

Коэффициент диффузии этих катионов уменьшается из-за увеличения поглощения их почвенным поглощающим комплексом. Температура почв определяет газовый режим: при увеличении температуры усиливаются биологическая активность и выделение CO_2 из почвы.

При низких температурах ухудшается питательный режим растений, снижается потребление растениями фосфора и калия, сдерживаются процессы минерализации азота в почве.

3.7. Регулирование теплового режима

Эта задача по-разному решается в зависимости от условий теплообеспеченности. В северных районах с повышенным увлажнением почв и меньшим притоком солнечной радиации важны мероприятия, направленные на повышение температуры почвы, в южных засушливых - на понижение.

Эта задача в большой мере сопряжена с регулированием водного режима почв. В таежно-лесной зоне, где важнейшим лимитирующим фактором земледелия является недостаток тепла, отвод избыточной влаги - главное условие улучшения теплового режима почв. Важная роль в данном отношении принадлежит наряду с мелиоративными агротехническим мероприятиям.

Среди них следует особо отметить возделывание сельскохозяйственных культур на гребнях. Благодаря более интенсивному подсыханию и прогреванию почвы на гребнях значительно улучшается теплообеспеченность картофеля, кукурузы и других культур, что приводит к повышению урожайности и качества продукции.

Важный прием повышения теплообеспеченности проростков растений - прикатывание посевов, способствующее увеличению теплопроводности и, соответственно, прогреванию почвы.

Особая проблема в таежно-лесной зоне - улучшение температурного режима осушенных торфяных болотных почв, характеризующихся резкими температурными контрастами. Они медленно прогреваются, в их профиле могут длительно сохраняться мерзлотные горизонты.

Благодаря низкой теплопроводности в летний период днем наблюдается активное нагревание поверхностных слоев пахотного горизонта (до 50-60°C). Ночью, наоборот, происходит интенсивная теплоотдача, температура резко падает. На торфяных почвах значительно чаще, чем на минеральных, возникает угроза заморозков в вегетационный период.

Тепловой режим торфяных почв может быть значительно улучшен с помощью внесения в пахотный горизонт добавок минеральных грунтов (смешанная культурА. или еще лучше - нанесения слоя песка мощностью 14-15 см (насыпная, или покровная, культура).

Благодаря улучшению теплопроводности и повышению теплообеспеченности созревание культур ускоряется.

В засушливых условиях особое значение приобретают снегозадержание, мульчирующая обработка почвы, лесомелиорация, орошение. Снегозадержание особенно активно применяют в районах с континентальным климатом, где снежный покров невелик, а сильные морозы могут значительно повредить посевы полевых культур и плодово-ягодные растения. Именно благодаря накоплению снега на паровых полях с помощью кулис из высокостебельных растений удастся продвигать на восток посевы озимой пшеницы.

Лесные полосы, способствуя накоплению снега, а, следовательно, и влаги на полях, сокращая сток талых вод и создавая микроклимат, влияют на снижение температуры почвы.

Существенно снижается температура верхних слоев почвы при поливе.

Во всех зонах имеет значение мульчирование поверхности почвы. При этом в северных районах для мульчирования используют темноокрашенные материалы с низким альбедо (темная торфяная крошка, черная мульчбумага и др.), усиливающие приток тепла, а в южных - светлоокрашенную мульчу (солома и др.), которая увеличивает альбедо и тем самым ослабляет нагревание.



Рис. 53. Мульчирование

Мульчирование - поверхностное покрытие почвы мульчей (англ. *mulch*) для её защиты и улучшения свойств.

Роль мульчи могут выполнять самые разнообразные, как природные органические, так и искусственные неорганические, измельчённые до определённых размеров, материалы.

Мульчирование - один из самых эффективных способов поддержания здоровья растений.

При использовании в качестве мульчирующего покрытия прозрачных пленок происходит более интенсивное нагревание почвы, чем при применении темных пленок. Прозрачные пленки пропускают видимую часть солнечного спектра и инфракрасную радиацию к поверхности почвы и уменьшают расход тепла.

Контрольные вопросы

1. Назовите тепловые свойства почвы, дайте им характеристику и агрономическую оценку.
2. Дайте характеристику типам температурных режимов.
3. Какими агрономическими приемами осуществляют регулирование температурного режима почв?
4. Какое влияние на почвенные свойства влияет температурный режим почв?
5. Что такое тепловой режим почвы?

Глава 4. ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, ЕГО БАЛАНС И РЕГУЛИРОВАНИЕ

4.1. Особенности воздушного режима почвы

Воздушным режимом почвы называют совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, передвижения его по профилю почвы, изменения состава и физического состояния при взаимодействии с твердой, жидкой и живой фазами почвы, а также газообмен почвенного воздуха с атмосферным.

Почвенный воздух - смесь газов и летучих органических соединений, заполняющих поры почвы, свободные от воды.

Почвенный воздух находится в трех состояниях:

1. Свободном
2. Адсорбированном
3. Растворимом.

Свободный почвенный воздух пребывает в крупных некапиллярных и капиллярных порах почвы, свободно перемещается в ней, обеспечивает аэрацию почвы и газообмен между почвой и атмосферой.

Защемленный почвенный воздух находится в порах и со всех сторон изолирован водными пробками. В глинистых почвах содержание защемленного воздуха может достигать 12 % и более, в среднем же составляет 6-8% общего объема почвы.

Защемленный воздух неподвижен, практически не участвует в газообмене, препятствует фильтрации воды в почве. Вырываясь из пор при вытеснении водой, защемленный воздух может вызвать разрушение почвенной структуры.

Адсорбированный почвенный воздух - газы и летучие органические соединения, адсорбированные на поверхности почвенных частиц. Газы в зависимости от их свойств адсорбируются в такой последовательности: $N_2 < O_2 < CO_2 < NH_3$. Более активно, чем газы, частицы почвы поглощают пары воды.

Растворенный почвенный воздух - газы, растворенные в почвенной воде. Растворимость газов в почвенной воде возрастает с повышением их концентрации в свободном почвенном воздухе, а также с понижением температуры почвы.

Процесс поступления атмосферного воздуха в почву и замещение им почвенного воздуха называют аэрацией почвы. Газообмен осуществляется через систему воздухоносных пор почвы, сообщающихся между собой и атмосферой. К факторам, обуславливающим газообмен, относятся: диффузия; изменение температуры почвы, барометрического давления и испарения; влияние ветра; изменение уровня грунтовых вод или верховодки.

Диффузия - это процесс перемещения газов в соответствии с их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе концентрация кислорода всегда меньше, а диоксида углерода больше, чем в атмосфере, под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления кислорода в почву и выделения CO_2 в атмосферу.

Этот процесс происходит в свободном от воды поровом пространстве почвы. При снижении порозности аэрации развиваются неблагоприятные почвенные процессы, растения страдают от недостатка воздуха.

Критические значения порозности аэрации, при которых замедляется рост корней, начинают доминировать анаэробные процессы, заметно изменяются условия функционирования почвенной биоты, наступают, когда этот показатель менее 10 %. При 5 % наблюдается гибель растений, что считается нижним пределом пористости аэрации.

Способность почв к аэрации характеризуют возбудимостью.

Это объем, занимаемый воздухом в почве при влажности, соответствующей наименьшей влагоемкости, выраженный в процентах.

Оптимальный диапазон воздухоемкости составляет:

- для песчаных почв – 20-25 %
- для суглинистых - 15-20:
- для глинистых - более 10 %.

Поддержание оптимальной порозности аэрации - важная задача регулирования водно-воздушного режима.

Понятие аэрации близко к понятию воздухообмена. Отличие заключается лишь в том, что процесс воздухообмена включает описание и тех сил, процессов, которые его вызывают, например, изменение атмосферного давления, температуры почвы и др.

Все эти динамические процессы (аэрация, воздухообмен) определяются таким почвенным параметром, как воздухопроницаемость - K_a . Этот параметр связан с пористостью аэрации (S_{air}) по степенному закону:

$$K_a = mS_{air}^n \text{ где } n \text{ и } m - \text{ эмпирические параметры.}$$

Воздухопроницаемость усиливается с увеличением размера пор. В структурных почвах, где наряду с капиллярными порами достаточно много крупных некапиллярных пор, создаются наиболее благоприятные условия для воздухопроницаемости.

4.2. Состав почвенного воздуха, газообмен с атмосферой

Почвенный воздух по составу существенно отличается от атмосферного. В нем меньше кислорода и больше CO_2 . В зависимости от протекания микробиологических процессов изменяется и содержание азота. В болотных и заболоченных почвах почвенный воздух может содержать заметные количества NH_3 , CH_4 , H_2 , H_2S .

При концентрации O_2 в почвенном воздухе ниже 10-15 % начинается угнетение некоторых культур. При концентрации его 2,5-5,0 % происходит смена аэробных условий анаэробными.

Таблица 3

Химический состав атмосферного и почвенного воздуха

Химический компонент	Атмосферный воздух	Почвенный воздух
Азот (N_2)	78,08	78,08-80,24* (*азот и аргон)
Кислород (O_2)	20,95	0,01-20,09
Аргон (Ar)	0,93	-
Диоксид углерода (CO_2)	0,03	0,03-20,0
Все остальные (пары H_2O , CH_4 и пр.)	0,01	-

Из всех газов почвенного воздуха наиболее динамичны кислород и диоксид углерода. Различную концентрацию кислорода и диоксида углерода в почвенном воздухе объясняют, с одной стороны, интенсивностью потребления кислорода и продуцированием CO_2 , а с другой - скоростью газообмена между почвенным и атмосферным воздухом.

Выделение CO_2 из почвы в приземный слой атмосферы принято называть *дыханием почвы*.

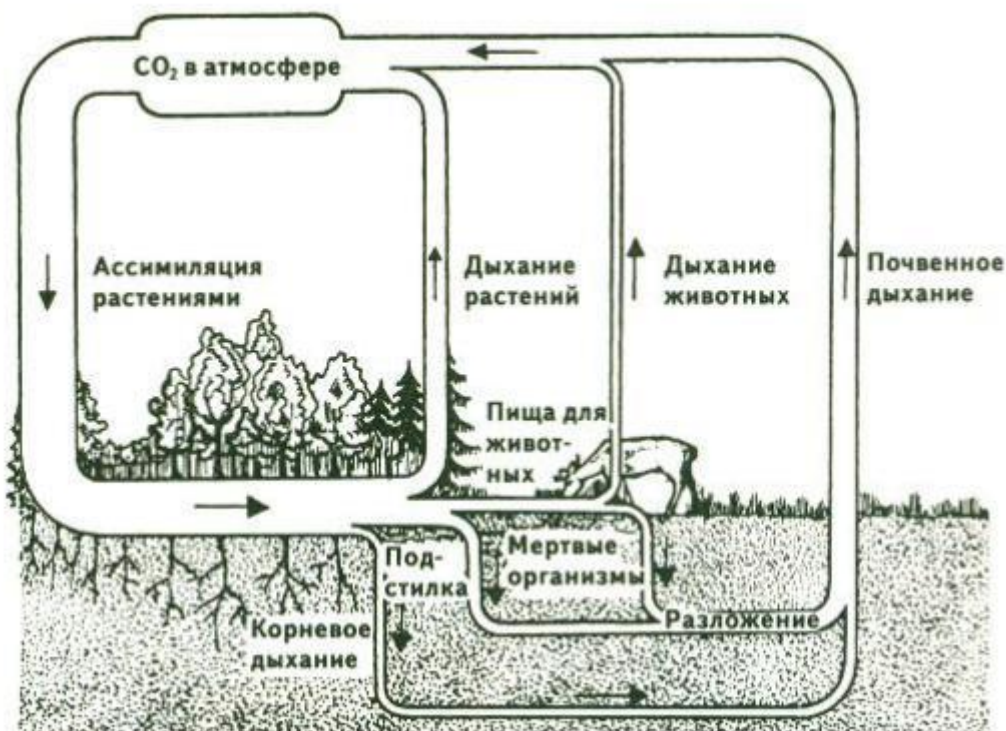


Рис. 54. Почвенное дыхание

В условиях хорошей аэрации кислорода поглощается почвой больше, чем выделяется диоксида углерода. С глубиной концентрация CO_2 в почвенном воздухе возрастает и может достигать 3-4%.

Отмечается высокое содержание CO_2 в болотных почвах (1-8% в пахотном слое), меньше - в дерново-подзолистых (0,2-1,0 %), еще более низкое - в почвах степей и полупустынь.

Изменение содержания CO_2 в атмосфере связано с поступлением диоксида углерода из почвы и с потреблением его растениями. Интенсивность поступления CO_2 из почвы определяется типом почвы, ее температурой, временем суток, сезоном, дыханием корней и микрофлоры.

Многочисленные данные, полученные самыми разными методами, свидетельствуют, что поступление CO_2 из почвы в атмосферу изменяется за 1 ч в пределах 1-30 кг/га. При этом приблизительно 30 %

связано с дыханием корней, а 30 % - с деятельностью микроорганизмов.

Анализ данных распределения CO_2 в почвенном профиле показывает, что только часть CO_2 выделяется из почвы, другая часть «стекает» в более глубокие слои почвы (идет дифференциация почвенных газов по их плотности, а плотность CO_2 выше, чем кислорода и азота: 1,98, 1,43 и 1,26 г/л соответственно).

При движении воздуха сквозь поры вниз по профилю происходит накопление в нем CO_2 . В почвенном метровом слое может содержаться 20- 100 кг/га CO_2 , что соизмеримо с выделением CO_2 из почвы, как это было установлено разными авторами в многочисленных исследованиях. Далее приведем средние значения выделения CO_2 в атмосферу в течение вегетационного периода.

Таблица 4

Выделение CO_2 в экосистемах и почве за 1 ч, кг/га

Экосистема, почва	Выделение CO_2 за 1 ч, кг/га
Травянистая тундра, торфяная	2,7
Сосновый лес, песчаная подзолистая	1,3
Ельник сложный, бурая поверхностно-глеевая	2,0-8,1
Дубово-сосновый лес, дерновая суглинистая	1,0-6,3
Низкотравная прерия, глинистый бурый чернозем	1,0-26,0
Типчаково-птилагrostиевая полупустыня, высоко горная бурая пустынная	0,1-2,2
Холодная пустырниковая пустыня, каменистая серо-бурая	0,03-1,0
Тропический вечнозеленый лес, желтозем	1,3-6,7
Дождевой тропический лес, краснозем	5,0 .15,0
Залежь, чернозем карбонатный	0,6-4,3
Залежь, чернозем обыкновенный	0,6-4,9
Пашня, чернозем ксерофитно-лесной	1,2-4,6
Поляна в дубовом лесу, чернозем ксерофитно лесной	1,9-5,8
Пашня, чернозем предкавказский	2,4- 14,1
Тайга, торфяная	4,0 ..12,0

На содержание CO_2 в почве и его выделение из нее влияют те же динамические факторы: влажность почвы и ее температура. Эти параметры, в свою очередь, кроме прямого изменения объема воздуха в почве, скорости диффузии отдельных газов сказываются на активности

биоты. Именно с этими параметрами (влажность, температура, активность биоты) связаны суточные и сезонные колебания в содержании и выделении CO_2 .

Амплитуда колебаний как содержания CO_2 в почве, так и выделения CO_2 из нее достигает заметной величины.

Содержание CO_2 в почвенном воздухе более 6 % негативно влияет на растения, замедляя прорастание семян, угнетая корневые системы.

В суточном цикле эмиссия CO_2 для почв бореального пояса, как правило, характеризуется дневными и вечерними максимумами, что объясняется суточным ходом температуры почвы, отличающимся от суточного изменения температуры атмосферы, а минимум приходится на утренние часы - время начала прогрева почвы.

Эмиссии CO_2 почвой уделяют большое внимание в связи с так называемым парниковым эффектом.

Парниковый эффект – подъем температуры на поверхности планеты в результате тепловой энергии, которая появляется в атмосфере из-за нагревания газов.

Парниковый эффект – это глобальный экоресурс, оказывающий влияние на климат. Он безусловно вызовет климатические изменения, которые могут сопровождаться смещением климатических зон, что приведет к уменьшению отражающей способности поверхности земли, ледников и водоёмов. Атмосфера станет непроницаемой для тепло-трассы, и последствия приобретут глобальный характер.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

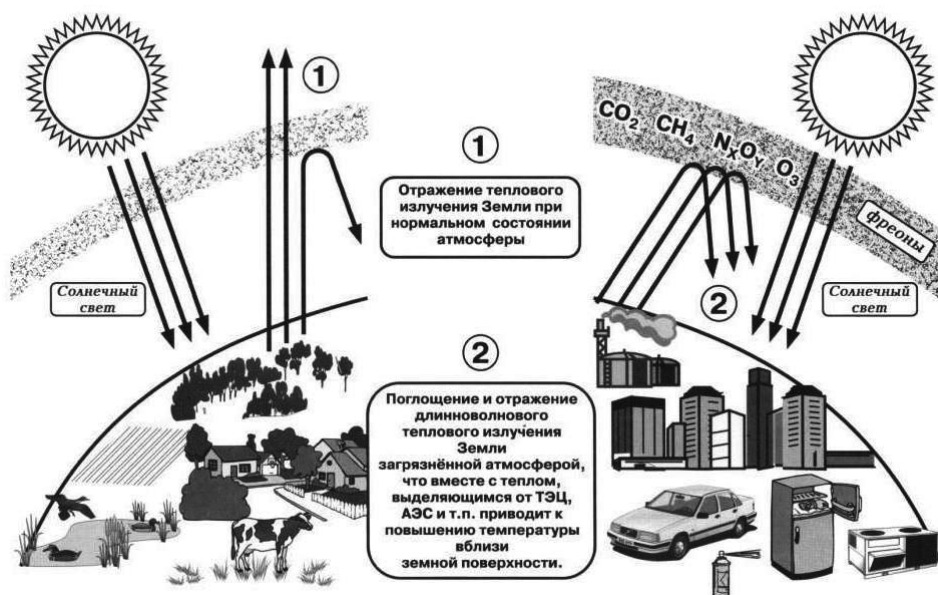


Рис. 55. Схема парникового эффекта

Этот эффект состоит в том, что такие газы, как CO_2 , CO , CH_4 , N_2O , создают в атмосфере некий газообразный экран, подобный стеклу или пленке в парнике, который пропускает коротковолновую радиацию, но не пропускает длинноволновую тепловую. Поэтому при повышении содержания этих газов в атмосфере приземный слой атмосферы нагревается.



Рис. 56. Потепление климата

Существует точка зрения, что наблюдаемое потепление климата связано с производственной деятельностью человека, увеличивающей долю этих газов, особенно за счет выбросов промышленности и энергетики.

Следует, отметить, что доля этого фактора в ряду источников CO_2 в атмосфере (вулканическая деятельность, дыхание животных организмов, дыхание почвы, разложение карбонатов, окисление органических остатков) невелика.

Главная причина повышения концентрации CO_2 в атмосфере связана с природными циклами.

По Л.А. Карпачевскому:

Концентрация CO_2 в атмосфере увеличивается: парниковый эффект → потепление → таяние ледников → обводнение низменностей суши → интенсификация болотообразовательного и гумусообразовательного процессов → формирование кораллов и т. д. → расширение площади многогумусных почв;

концентрация CO_2 в атмосфере уменьшается, достигая прежнего уровня → усиливаются видообразование → аридизация → минерали-

зация торфа и гумуса, → CO_2 снова поступает в атмосферу, его концентрация повышается.

Этот механизм цикла CO_2 в биосфере постоянно воспроизводится. При детальном анализе, вероятно, можно выявить короткие и длительные циклы.

4.3. Регулирование воздушного режима

Важное условие оптимизации воздушного режима - поддержание оптимального структурного состояния почвы, чего достигают различными средствами систем земледелия, в том числе применением органических удобрений.

Важную роль в регулировании воздушного режима играет обработка почвы, направленная на создание достаточно мощного пахотного слоя, на устранение плужной подошвы. При обеспечении этих условий перспективна минимизация обработки почвы, вплоть до полного отказа от нее на почвах с благоприятными физическими свойствами. В этом случае заметно сокращается эмиссия CO_2 , что связано, в частности, с уменьшением интенсивности процессов минерализации органического вещества.

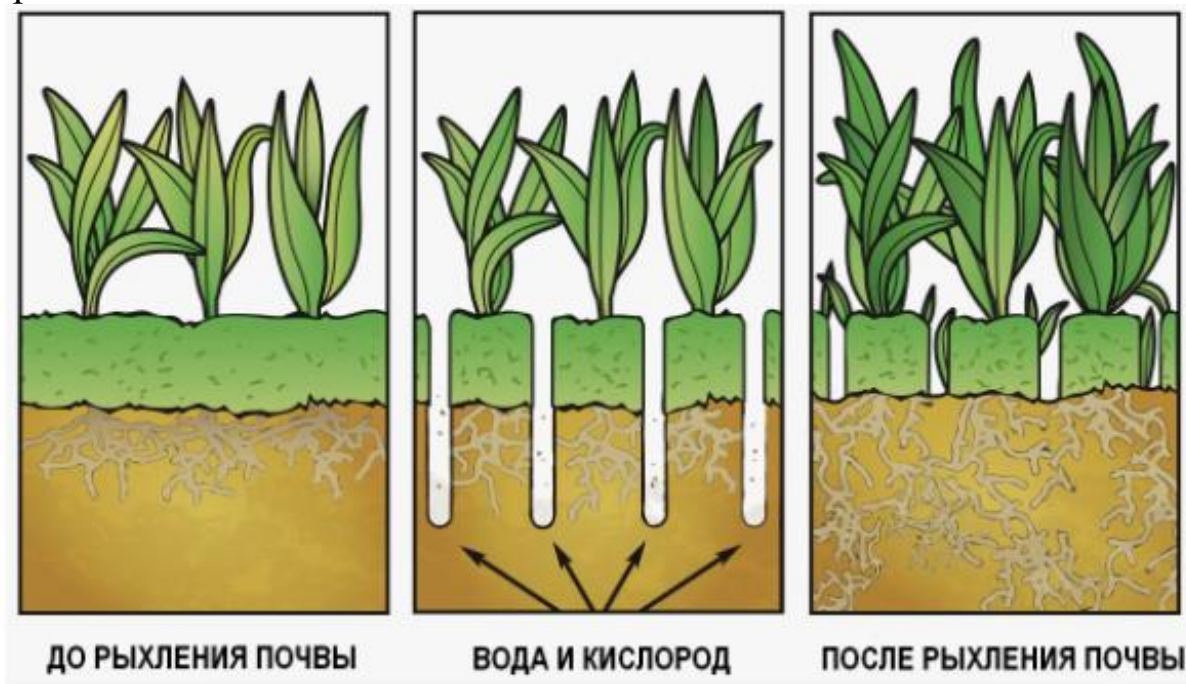


Рис. 57. Обработка почвы

Поскольку воздушный режим зависит от состояния увлажнения почвы, его оптимизация в большой мере связана с регулированием водного режима, особенно в условиях орошения и осушения почв.

При этом необходимо поддерживать уровень грунтовых вод на глубине, обеспечивающей достаточную аэрацию корнеобитаемого слоя. Следует устранять почвенную корку, которая особенно часто образуется при орошении почв.



Рис. 58. Почвенная корка

Почвенная корка - образуется на плотных глинистых почвах, когда от сильных дождей изобильно содержащиеся в них иловатые части закупоривают более крупные поры, отчего эти почвы «заплывают» и на поверхности их появляется корка, затрудняющая доступ воздуха и тем вредно влияющая на рост растений.

Контрольные вопросы

1. Что такое воздухоемкость почвы и чем она обусловлена?
2. Чем отличается почвенный воздух от атмосферного?
3. Повышение концентрации углекислого газа в почвенном воздухе является вредным или полезным для растений?
4. Что способствует воздухообмену между почвой и атмосферой?

Глава 5. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ПОЧВЫ

5.1. Окислительно-восстановительные процессы и определяющие их факторы

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР), также редокс (сокр. англ. redox, от red uction - ox idation - восстановление-окисление) – это встречно-параллельные химические реакции, протекающие с изменением степеней окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ (или ионов веществ), реализующиеся путём перераспределения электронов между атомом-окислителем (акцептором) и атомом-восстановителем.

Почву можно рассматривать как сложную окислительно-восстановительную систему. В ней протекает множество окислительно-восстановительных (ОВ. процессов, существенно влияющих на почвообразование и плодородие.

Окислительно-восстановительные свойства почвы - это ее способность проявлять себя как окислительно-восстановительная система (ОВС).

В почве широко распространены окислительно-восстановительные процессы, имеющие большое значение в почвообразовании и плодородии почв.

Процессами окисления называют:

- присоединение кислорода;
- отдачу водорода;
- отдачу электронов без участия водорода, и кислорода.

Реакции окисления и восстановления протекают одновременно. В них участвуют два или несколько веществ, одни из них теряют электроны и окисляются (реакция окисления), другие приобретают электроны и восстанавливаются (реакция восстановления).

Донор электронов называется восстановителем, а акцептор - окислителем.

Часть протекающих в почве ОВ-реакций имеют обратимый характер, большинство из них необратимы.

Примером ***обратимых реакций*** могут служить реакции окисления и восстановления железа ($\text{Fe}^{3+} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$), марганца ($\text{Mn}^{4+} \leftrightarrow \text{Mn}^{2+}$), азота ($\text{N}^{5+} \leftrightarrow \text{N}^{3+}$); к ***необратимым реакциям*** относятся большинство реакций окисления органических веществ, некоторые реакции, связанные с превращением соединений азота и серы.

Соотношение в почве в конкретный период наблюдений окислительных и восстановительных процессов, сопровождающихся накоплением окисленных или восстановленных продуктов этих реакций, характеризует **окислительно-восстановительное состояние почвы**.

Для количественной оценки ОВ-состояния обычно используют понятие окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) как функции состояния окислительных и восстановительных форм химических элементов в почве.

ОВП почвы устанавливают, как разность потенциалов, возникающую между почвенным раствором и *электродом из инертного металла (платины), помещенным в почву*. Измеряют ОВП с помощью потенциометра. В качестве электрода сравнения используют каломельный электрод.

ОВП выражают, как правило, в милливольтгах; обозначают символом Eh (ОВП по отношению к водороду). По Eh можно судить о преобладании в почве окислительных или восстановительных процессов, об условиях обеспечения корней растений кислородом и т. д. Благоприятное ОВ-состояние почвенной среды характеризует Eh в пределах 450-700 мВ. Показатели в 250-300 мВ и ниже свидетельствуют о заметном развитии восстановительных процессов и создании неблагоприятных для растений условий аэрации в почве. При глубоком анаэробии и господстве восстановительных процессов Eh может достигать отрицательных значений (-100 мВ).

Для сравнительной оценки ОВ-состояния почв с различной реакцией среды используют **индекс аэробности**

$$rH_2 = \frac{Eh}{30} + 2pH$$

При индексе аэробности (rH_2):

- $rH_2 = 27$ происходит переход от окислительного состояния к восстановительному (и наоборот).
- $rH_2 > 27$ в почве преобладают окислительные процессы
- $rH_2 < 27$ свидетельствует о нарастании восстановительных условий.

При интенсивном развитии восстановительных процессов rH_2 снижается до 20 и менее. Характеристика ОВ-состояния почвы по rH_2 позволяет получить сравнительную его оценку для почв с разной реакцией среды.

Поскольку большая часть ОВ-реакций в почве имеет биологическую природу и основным окислителем является кислород, содержащийся в почве, то главными факторами, оказывающими влияние на ОВ-процессы в ней, служат аэрация, влажность, органическое вещество и температура.

При пористости аэрации 20 % и более обеспечиваются нормальные воздухообмен, скорость диффузии кислорода и ОВП не подвергаются существенным изменениям. Снижение пористости аэрации до 10 % и ниже приводит к резкому сокращению поступления кислорода, что вызывает быстрое падение ОВ-потенциала. При пористости 6 % интенсивно развиваются анаэробные процессы.

Аэрация почвы связана с влажностью. Резкое падение ОВП происходит при влажности, близкой к полной влагоемкости ≥ 90 % ПВ). Эта граница, однако, существенно изменяется в зависимости от различных свойств почв (содержание органического вещества, наличие несиликатных полуторных оксидов и др.) и зависит также от содержания кислорода в воде, поступающей в почву.

Если поверхностные или грунтовые воды обогащены растворенным кислородом, то, несмотря на высокую степень увлажнения, в почве могут устойчиво сохраняться окислительные условия. Такая картина наблюдается, в частности, в аллювиальных почвах в период весеннего разлива рек, когда талые воды содержат большое количество кислорода.

В связи с этим на ОВ-состоянии почв по-разному сказывается влияние проточных грунтовых вод в долинах рек и застойных - в бессточных приозерных и особенно приболотных понижениях.

Проявление ОВ-процессов в почвах прямо связано с наличием органического вещества как основного источника энергии для микроорганизмов. Наиболее быстрое изменение ОВ-состояния почв при избыточном увлажнении наблюдается в гумусовых горизонтах. При этом наибольшее влияние на интенсивность восстановительных процессов оказывает свежее органическое вещество, богатое белковым азотом и углеводами.

Этот процесс ускоряется с повышением температуры. С ней связаны интенсивность жизнедеятельности почвенных организмов, а, следовательно, и расход (поглощение) кислорода почвенного воздуха, его мобилизация анаэробами из окисленных форм минеральных соединений почвы, активность различных химических реакций, влияющих на ОВ-процессы.

В этом проявляется роль температуры. Поэтому если избыточное увлажнение почвы наблюдается при температурах $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, то можно ожидать быстрого возникновения восстановительных процессов и ухудшения условий роста растений. Переувлажнение в течение 5-7 дней при низких температурах почвы ($1-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) не вызывает резкого изменения ее ОВ-состояния. Развитие ОВ-процессов зависит также от содержания и форм соединений с переменной валентностью.

Последовательность химической дифференциации восстановительных процессов в основном согласуется с их биологической дифференциацией. Так, кислород в аэробных условиях ингибирует действие разных бактерий- анаэробов. Нитраты в условиях переувлажнения ингибируют восстановление Fe^{3+} , но не Mn^{4+} . В то же время области редукции Mn^{4+} и Fe^{3+} разделены как в пространстве, так и во времени. Со своей стороны, Fe^{3+} ингибирует процессы сульфат-редукции и образования метана.

5.2. Влияние окислительно-восстановительных процессов на почвообразование и плодородие почв

ОВ-процессы оказывают большое влияние на трансформацию растительных остатков и гумусообразование. При развитии анаэробизиса происходят накопление более грубого гумуса и в то же время образование большого количества низкомолекулярных фракций, усиление миграции органических соединений по профилю почв.

С восстановительными явлениями связаны развитие в сезонно избыточно увлажненных почвах элювиально-глеевого процесса и формирование элювиальных горизонтов в почвах.

При смене восстановительных условий окислительными происходят сегрегация гидроксидов железа и марганца и образование различного рода железисто-марганцовистых новообразований (ортштейны, бобовины, грубковидные выделения, пленки и др.).

При реакциях восстановления сульфатов образуются сероводород и сульфиды железа, придающие почвам темную, часто неоднородную окраску.

Оглеение негативно влияет на физические свойства и структурное состояние почв вследствие разрушения почвенных агрегатов в ходе восстановительных процессов. Глеевые горизонты, как метаморфические, гак и особенно иллювиальные, характеризуются высокой плотностью и низкой водопроницаемостью.

Восстановительные процессы прямо и косвенно влияют на режим ряда минеральных элементов и условия питания растений. Снижение Eh до 300-250 мВ и ниже обуславливает накопление восстановленных соединений - железа, марганца в токсичных для растений количествах, что также вызывает их угнетение, а порой и гибель.

Кроме того, анаэробноз способствует появлению в почвах таких соединений, как сероводород, сода, этилен и фосфин, также угнетающе действующих на растения. С окислительно-восстановительным состоянием почвы самым тесным образом связаны процессы превращения соединений азота (нитрификация и денитрификация).

Процесс нитрификации наиболее интенсивно протекает при хорошей аэрации почв (оптимальное значение Eh 550-600 мВ). При затрудненной аэрации и развитии восстановительных процессов в почве преобладает процесс денитрификации, с которым связаны основные потери азота из почвы (при переходе из водорастворимых форм нитратов и нитритов в газовую фазу в виде оксидов азота, молекулярного азота и аммиака).

По Сердобольскому:

- при ОВП более 480 мВ в почвах преобладают нитраты,
- при 480-340 - в почвах преобладают нитраты и нитриты,
- при 430 - 220 мВ - в почвах преобладают нитриты.
- при ОВП ниже 220 мВ в почвах происходит выделение оксидов азота и молекулярного азота.

В почвах с контрастным ОВ-режимом неблагоприятно складывается режим фосфора. При временном избыточном увлажнении и развитии в почвах восстановительных процессов наряду с образованием двухвалентных соединений железа одновременно повышается растворимость фосфатов. При последующей смене анаэробных процессов аэробными, возникающими при подсыхании почв, Fe^{2+} переходит в Fe^{3+} и растворимость фосфатов уменьшается.

Развитие восстановительных процессов способствует увеличению содержания подвижного калия, что отмечено, в частности, при затоплении рисовых полей. Это объясняется усилением выветривания почвенных минералов. В целом анаэробные процессы в почвах негативно влияют на растения из-за ухудшения физических свойств почв, накопления токсичных продуктов брожения, ухудшения условий питания и гипоксии.

5.3. Типы окислительно-восстановительных режимов

Под окислительно-восстановительным режимом почв понимают соотношение окислительно-восстановительных процессов в почвенном профиле в годичном цикле почвообразования.

Различают следующие типы ОВ-режимов почв.

1. Абсолютное господство окислительных процессов. Этот тип ОВ-режима характерен для автоморфных почв степей, почв полупустынь и пустынь (черноземов, каштановых, бурых полупустынных, серо-бурых и песчаных пустынных почв, сероземов и др.). В черноземах ОВП изменяется в основном в пределах 400- 600 мВ, в сероземах - 350-450 мВ.

2. Господство окислительных процессов при возможном проявлении восстановительных условий в отдельные влажные годы или сезоны (автоморфные почвы таежно-лесной зоны, лесостепи, влажных субтропиков). В дерново-подзолистых почвах нормального увлажнения ОВП составляет 550-750 мВ.

3. Контрастный ОВ-режим (полугидроморфные почвы различных зон). Наиболее контрастен ОВ-режим почв с временным избыточным увлажнением верхних или нижних горизонтов профиля. Такие почвы широко распространены среди подзолистых, дерново-подзолистых, бурых лесных, солодей и других типов.

4. Устойчивое развитие восстановительных процессов (болотные). В них ОВП значительно ниже 200 мВ, т. е. величины, начиная с которой интенсивно развивается анаэробнозис.

Поскольку развитие ОВ-процессов в почвах тесно связано с особенностями их состава, свойств и динамикой водно-воздушного, температурного и микробиологического режимов, то для большинства почвенных типов характерна неоднородность ОВ-состояния их профиля.

Такая неоднородность может проявляться в нескольких видах: в изменчивости ОВ-состояния по генетическим горизонтам почвенного профиля, в пределах одного горизонта на отдельных его участках и в изменчивости ОВ-состояния профиля почв и отдельных его горизонтов во времени.

Многие автоморфные почвы характеризуются пониженными показателями ОВП в верхних гумусовых горизонтах с постепенным их увеличением вниз по профилю. Такой тип распределения ОВП по профилю обусловлен тесной связью окислительно-восстановительных

процессов с микробиологической деятельностью и особой ролью органического вещества как фактора микробиологической активности. В полугидроморфных почвах с грунтовым дополнительным увлажнением наиболее низкий ОВП свойствен нижним оглееным горизонтам.

Для гидроморфных почв типична некоторая гетерогенность ОВ-состояния их профиля при преобладании восстановительных условий. Неоднородность ОВ-состояния в микроразонах одного и того же горизонта почвы обусловлена разной микробиологической активностью в отдельных участках в связи с неоднородным распределением органического вещества, различными условиями увлажнения и газообмена и т. д. В частности, отмечают различия в ОВ-состоянии внутри и на поверхности структурных отдельностей гумусовых горизонтов почв.

Особенности окислительно-восстановительных режимов необходимо учитывать при регулировании водного, теплового и других режимов в процессе мелиорации и сельскохозяйственного использования почв.

Контрольные вопросы

1. Что такое окислительно-восстановительный потенциал почвы?
2. Как определяют окислительно-восстановительный потенциал почвы?
3. Каковы границы окислительных и восстановительных условий в почвах?
4. Что такое окислительно-восстановительный режим почвы, и какие группы режимов выделяют?
5. В чем значение окислительно-восстановительного потенциала почвы?

Глава 6. ПОЧВЕННАЯ БИОТА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ

Населяющие почву организмы, или, по выражению В. И. Вернадского, ее «живое вещество», создают почву как таковую, обеспечивая воспроизводство ее плодородия и экологических функций.

Совокупность многочисленных популяций разнообразных организмов, выполняющих эти функции, называют «почвенной биотой». Она представлена высшими растениями, почвенными водорослями, животными, грибами, лишайниками, прокариотами, вирусами и фагами.

6.1. Почвенные водоросли и их функционирование

Среди почвенных водорослей наиболее широко распространены зеленые и синезеленые (около 500 видов каждого отдела), далее - диатомовые (около 300 видов) и желтозеленые (более 150 видов).

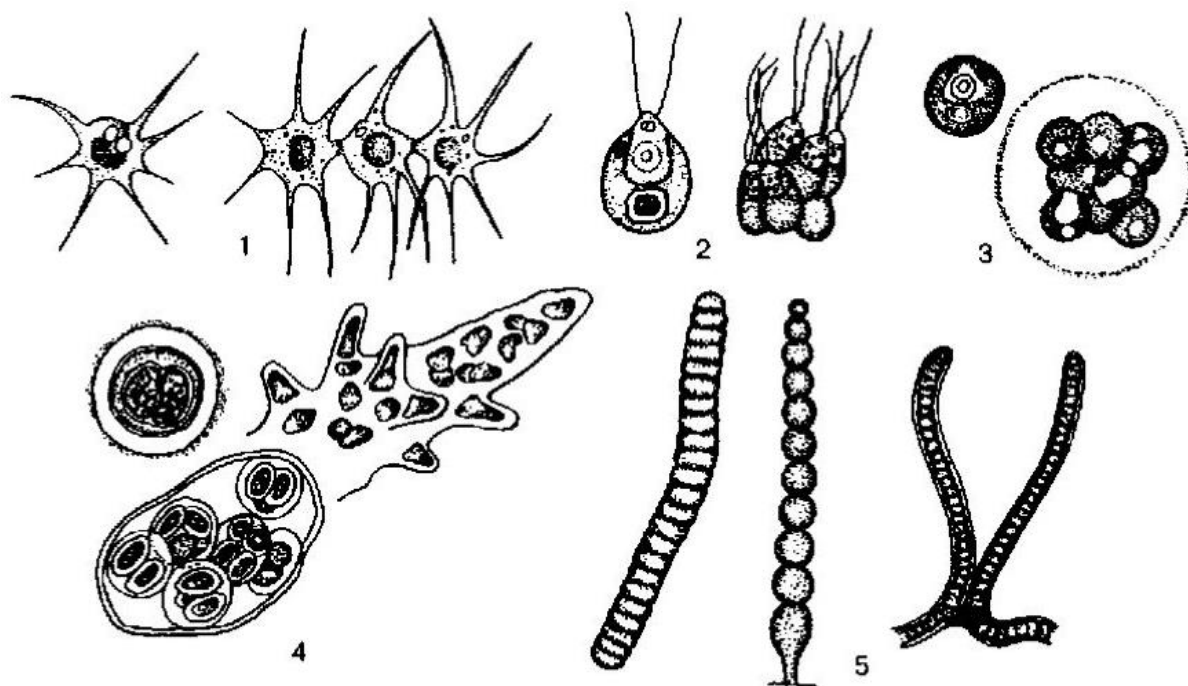


Рис. 59. Почвенные водоросли

Известна роль водорослей как первопоселенцев на различных минеральных субстратах, заселяющих скалы и различные поверхности, имеющие достаточное освещение.

Водоросли обнаружены во всех почвах, в том числе в полупустынных и пустынных. Их численность и биомасса зависят от влажности и условий освещения, изменяясь от 5 тыс. до 1,5 млн клеток в 1 г почвы.

Количество их возрастает на поверхностях с низким проективным покрытием высших растений, в частности на солонцах, такырах. Годовая продукция почвенных водорослей в разных почвах колеблется от 50 до 1500 кг/га.

Функции водорослей в почвах определяются ролью первичных продуцентов органического вещества, а также накоплением органического вещества, обогащенного азотом.

Сине-зелёные водоросли (цианобактерии) способны фиксировать атмосферный азот. Эта исключительная способность цианобактерий (прокариоты) не свойственна другим водорослям (эукариотам), для которых источниками азота служат аммонийные и нитратные соединения.



Рис. 60. Сине-зелёные водоросли (цианобактерии)

В этом отношении водоросли выступают конкурентами растений за доступные формы азота. В паровых полях и после уборки урожая развитие водорослей может способствовать временному закреплению соединений азота и предотвращению их вымывания из почвы.

Водоросли оказывают благоприятное влияние на кислородный режим почв, на почвенную структуру.

Поскольку они являются фотосинтезирующими микроорганизмами, то не нуждаются в готовых органических веществах.

Однако в слоях почвы, куда не проникает солнечный свет, некоторые из них начинают вести гетеротрофный образ жизни и поглощают растворенные органические вещества.

Степень проявления разных типов питания в метаболизме водорослей зависит от освещенности, количества органических и минеральных веществ в среде, окислительно-восстановительного потенциала и pH среды.

Водоросли - чувствительные индикаторы загрязнения почвы.



Рис. 61. Зеленые водоросли

Зеленые водоросли чутко реагируют на засоление, изменение рН губительно сказывается на синезеленых.

Жёлто-зелёные водоросли (лат. *Xanthophyta*), или. Разножгутиковые водоросли (лат. *Heterocontae*) - отдел низших растений, включающий в себя водоросли, хлоропласты которых окрашены в жёлто-зелёный или жёлтый цвет.

Жёлто-зелёные водоросли служат показателями загрязнения почвы пестицидами и другими токсинами.



Рис. 62. Жёлто-зелёные водоросли

Представители - одноклеточные, колониальные и многоклеточные, преимущественно пресноводные организмы. Аналогично золотистым водорослям, в основу деления жёлто-зелёных на классы положено разнообразие морфологической организации таллома.

6.2. Почвенные процессы, происходящие при участии животных

Масса органического вещества, создаваемого растениями и водорослями, т. е. первичными продуцентами, поступает в биологическом круговороте к следующему звену - консументам. В их числе наряду с основными преобразователями органической массы - грибами и бактериями немаловажную роль играют почвенные животные. Помимо механического воздействия на почву они существенно влияют на почвообразование, структуру почвы, ее биологическую активность.

В соответствии с особенностями образа жизни и размерами выделяют:

- нанофауну,
- микрофауну,
- мезофауну,
- макрофауну
- мегафауну.

Нанофауна представлена одноклеточными простейшими; микрофауна - многоклеточными микроскопическими животными (колоражками, нематодами, тихоходками, клещами, ногохвостками).



Рис. 63. Тихоходка как представитель нанофауны почвы

Мезофауна представлена мелкими насекомыми, некоторыми многоножками, мокрицами, пауками, энхитреидами.



Рис. 64. Мокрица как представитель мезофауны почвы

Макрофауна представлена дождевыми червями, многоножками, мокрицами, личинками насекомых.



Рис. 65. Дождевой червь как представитель макрофауны почвы

Мегафауна представлена землероями.



Рис. 66. Землеройковая крыса как представитель мегафауны почвы

Роль почвенных животных чрезвычайно велика в трансформации растительных остатков: в их измельчении, способствующем более быстрому разложению, в перемешивании с минеральной частью почвы и биохимической переработке.

При этом важное значение для почвообразования имеют перемещение материала из нижних горизонтов на поверхность, перенос растительных остатков и гумусного поверхностного слоя вглубь почвы.

Не усвоенная животными часть остатков выбрасывается ими в виде экскрементов, обогащенных кишечной бактериальной флорой. В экскрементах органические вещества тесно перемешаны с минеральными частицами.

Экскременты почвенных животных обогащены доступными формами азотной и зольной пищи, биогенным кальцитом, что уменьшает кислотность почвы и улучшает ее структурность.

В наиболее благоприятных для животного населения почвы условиях они могут перерабатывать на 1 га до 225 г почвенной массы за год.

Регулярные вертикальные миграции совершают практически все активно передвигающиеся животные: личинки хрущей, проволочники, мокрицы, ногохвостки, клещи и т.д.; причем все они реагируют на малейшие изменения среды, особенно влажности и температуры.

Мелкие членистоногие (клещи и ногохвостки) совершают миграции в глубоких слоях почвы даже зимой, когда верхний слой замерзает. Во время оттаивания почвы эти животные перемещаются в поверхностные слои, хотя там температура почвы в это время не превышает 1,0- 1,5 °С.

Многие организмы, начиная с простейших, выделяют биологически активные вещества, стимулирующие рост микроорганизмов, корней растений, подавляющие активность вредных для растений грибов.

В почвообразовании исключительно велика роль дождевых червей. Они прокладывают в почве огромное количество ходов. Общее количество почвенной массы, ежегодно пропускаемой дождевыми червями через пищеварительный канал, может достигать 25 г/га.

Количество органического вещества, поедаемого и перерабатываемого дождевыми червями ежегодно, доходит до 1 т/га. Черви углубляют плодородный слой почвы. Благодаря вертикальным ходам усиливаются водопроницаемость, аэрация, улучшаются условия для прорастания корней растений. Деятельность дождевых червей влияет и на структуру почвы, что крайне важно для улучшения ее агрономических свойств.

Структурные отдельности почвы, образующиеся при проходе через кишечник червей растительных остатков и минеральных частиц, отличаются высокой прочностью, устойчивостью к размыванию.

В пищеварительном тракте червей непереваренные остатки пищи перемешиваются с минеральными частицами, склеиваются слизистыми выделениями стенок кишечника, сильно спрессовываются при перистальтических сокращениях его мышц и выбрасываются в виде так называемых копролитов («каменных экскрементов»).



Рис. 67. Копролит

В кишечниках дождевых червей, кроме того, накапливаются минеральные вещества в доступной для растений форме. Многие почвенные минералы, проходя через кишечник червей, разрушаются (например, из песчинок базальта высвобождаются калий и магний), так что в копролитах бывает больше растворимых фосфора, калия, магния, чем в окружающей почве.

К тому же экскременты червей обогащаются аммиаком, образующимся в кишечнике, а проделанные червями ходы - аммиаком, выделяемым со слизью с поверхности тела. Учитывая огромную роль дождевых червей в повышении плодородия почв, следует способствовать их расселению, особенно в садах, на пастбищах и сенокосах, где почвы ежегодно не обрабатывают.

Расселение червей путем случайного заноса иногда происходит быстро, но может протекать и очень медленно; особенно маловероятно попадание червей на изолированные участки, значительно удаленные от ареалов ближайших популяций. Поэтому при освоении новых территорий целесообразно проводить интродукцию дождевых червей.

Состав почвенной фауны изменяется в почвах разных зон. В тайге в подзолистых и дерново-подзолистых почвах животные встречаются в самом верхнем слое почв и в подстилке практически не глубже 10 см.

Биомасса животных у северной границы тайги составляет 10-20 г/м², а у южной - вдвое выше. По мере продвижения к югу с увеличением мощности гумусового слоя возрастают численность почвенных животных, их разнообразие: они проникают на все большую глубину. Большинство животных обитает на глубине 15-20 см. Только зимой черви, клещи и ногохвостки спускаются глубже, стараясь не попадать в промерзший слой почвы. В особенно холодные зимы, когда морозы схватывают не успевшую покрыться снегом землю, случается массовая гибель от вымерзания многих почвенных животных: дождевых червей, энхитреид, личинок насекомых, многоножек и даже микрофауны.

Наиболее многочисленна почвенная фауна под широколиственными лесами - на серых лесных почвах, буроземах, черноземах. Здесь животные обитают на глубине до 1 м, а микроорганизмы - до 2 м. Столь же богата и еще более разнообразна почвенная фауна в широколиственных лесах субтропиков на желтоземах и красноземах. Здесь животные проникают на глубину до 40-50 см, как как дальше идут тяжелые переувлажненные глины.

Скорость разложения опада зависит от погодных условий, состава беспозвоночных.



Рис. 68. Разложение опада

Пищевые пристрастия животных не совпадают. Например, кивсяки и мокрицы охотнее питаются листьями ясеня и ольхи, а не дуба и бука, а дождевые черви предпочитают листья бузины и лещины.

Почти все виды мезофауны не едят опад хвойных пород, но его охотно потребляют панцирные клещи, которые, выедая хвоинки изнутри, увеличивают поверхность опада в 10 тыс. раз; он становится более доступным для разложения микроорганизмами.

Труднее точно определить роль в трансформации органического вещества многих более мелких групп микроартропод и нематод, которые зачастую питаются не самими мертвыми растительными веществами, а разлагающими их грибами. Но их значение, несомненно, велико, поскольку численность этих животных высока, а интенсивность метаболизма больше, чем у крупных форм.

В степной зоне по сравнению с лесной численность животных в почве явно ниже, а биомасса меньше в три раза. Заметно отличается и состав животных, так как в степи меньше обитателей подстилки и форм, питающихся гниющими растительными остатками. В то же время в степи больше фитофагов (личинок хрущей, щелкунов, чернотелок), а из позвоночных - корнеедов.

В отдельные годы биомасса одних лишь личинок хрущей может достигать 10 г/м². Общая биомасса почвенных животных составляет 20-30 г, причем 20-50 % приходится на долю дождевых червей, 15- 25 % - на личинок хрущей; много также личинок насекомых, кивсяков,

губоногих многоножек и т. д. В степях особенно заметна почвообразующая деятельность муравьев.

Почвенная фауна пустынь весьма малочисленна. Здесь совершенно нет дождевых червей (они встречаются только на поливных землях и в поймах рек), кивсяков, мокриц подстилочного комплекса и многих других привычных почвенных животных.

В пустыне часто встречаются эмбии, скорпионы, пустынные мокрицы, термиты, слепозмейки, крупные геофилиды, сколопендры.

На поливных землях пустынь роль почвообразователей берут на себя дождевые черви; большое значение приобретают и почвенные простейшие. При вовлечении почв в активный сельскохозяйственный оборот резко снижается численность почвенной фауны, особенно при интенсивной механической обработке почвы и применении пестицидов.

Минимизация почвообработки и переход к прямому посеву без механической обработки почвы способствуют развитию почвенной фауны и соответственно улучшению свойств почв, их структурного состояния благодаря биологическому саморыхлению.

В составе почвенной фауны значительное распространение имеют вредоносные виды: проволочники, медведки, гусеницы совок, корневые тли, личинки майского жука и др. Их размножению способствуют бессменное возделывание культуры и несовершенство агротехнологий.

Создание условий для увеличения видового разнообразия и численности почвенной фауны наряду с защитными мерами способствует снижению численности вредных видов.

6.3. Почвенные грибы и их функции

Почвенные грибы - это разнородная и многообразная в таксономическом отношении группа сапротрофных организмов. Они обитают в почве и на всех поступающих в почву субстратах животного и главным образом, растительного происхождения, осуществляя превращение этих субстратов с новообразованием органического вещества. К почвенным грибам могут относиться и некоторые факультативные паразиты, проходящие часть цикла развития как сапротрофы в почве.

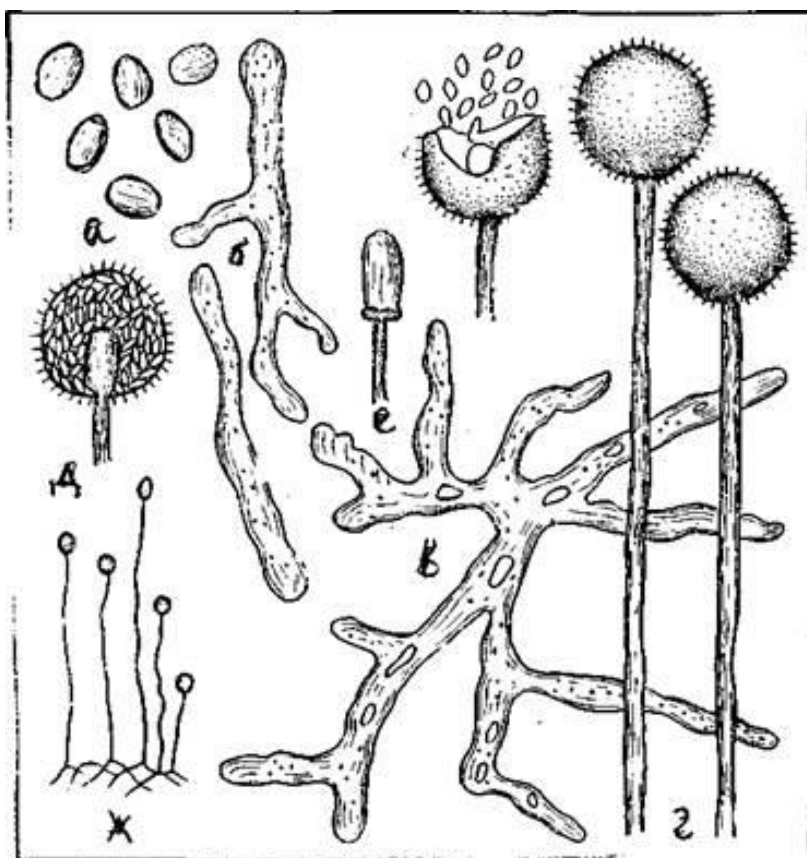


Рис. 69. Почвенные грибы

Царство Грибов объединяет гетеротрофные эукариотные организмы - от одноклеточных до нитчатых, мицелиарных. Оно представлено отделами - хитридиомицетами, зигомицетами, аскомицетами, базидиомицетами, дейтеромицетами и грибоподобными организмами - микомицетами.

Мицелий грибов в почве достигает общей длины от сотен до десятков тысяч метров, а биомасса – 1-2 т/га. Особенно много грибов в лесных подстилках.

Грибы играют особую роль в разложении органического вещества почв. Соприкасаясь с субстратом клеточной оболочкой, они выделяют через нее во внешнюю среду ферменты и поглощают питательные вещества абсорбтивным путем.

Все почвенные грибы - аэробные организмы. Среди них есть паразиты и симбиотрофы, хищники и сапрофиты, развивающиеся на мертвых остатках растений и животных. Грибы являются гетеротрофами, но в зависимости от набора ферментов, которыми они располагают, выделяют экологические группы, различающиеся по своим пищевым потребностям и возможностям освоения субстратов. Различают

так называемые сахарные грибы, использующие легкодоступные углеводы, крахмал, гемицеллюлозу.

Более медленно растут целлюлозоразрушающие грибы, которые не выдерживают конкуренции с сахарными грибами за легкодоступные субстраты. В группу разлагателей лигнина входят грибы, которые начинают развиваться, когда все легкодоступные субстраты уже использованы. По мере разложения растительных остатков начинают развиваться грибы, способные разлагать гумусовые вещества.

Многие почвенные грибы синтезируют черные пигменты - меланины. После отмирания мицелия меланины накапливаются в почве и входят в состав почвенного гумуса.

Мицелий грибов агрегирует почвенные частицы, структурируя почву. Грибы выделяют в среду многие органические кислоты, растворяют труднодоступные для растений фосфаты. Они способны осуществлять процесс гетеротрофной нитрификации. За 1 сут грибы разлагают в 1-2 раз больше органического вещества, чем потребляют.

6.4. Бактерии и актиномицеты, их функции в почве

Бактерии - одна из наиболее богато представленных групп микробиоты. Они относятся к прокариотам, т. е. «доядерным» организмам, размножаются простым делением.

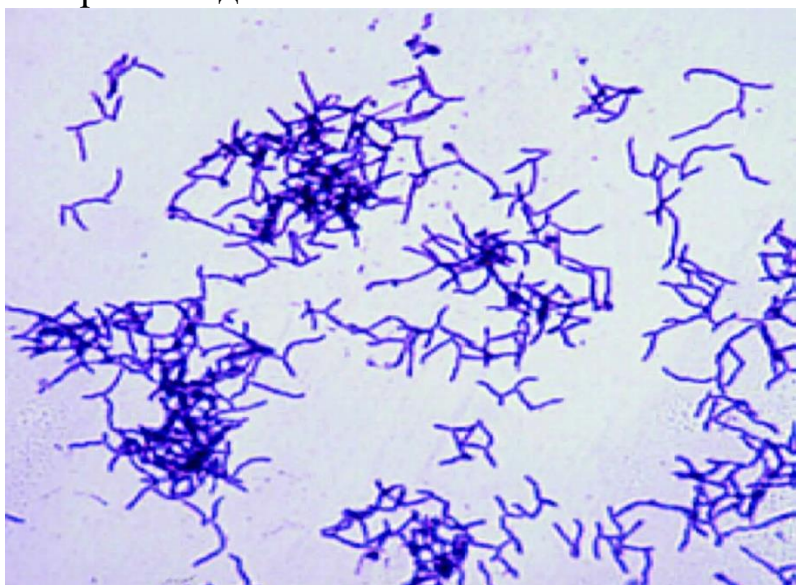


Рис. 70. Актиномицеты

По признаку строения наружных покровов клетки различают:

- архибактерии (или археи),
- грамотрицательные эубактерии,

- грамположительные эубактерии,
- микоплазмы (не имеющие клеточных стенок).

С деятельностью бактерий связано большинство процессов, определяющих почвообразование и плодородие почв:

- азотфиксация,
- аммонификация,
- денитрификация,
- метаболизм серы, фосфора, калия, железа, марганца и других элементов.
- нитрификация,
- образование и минерализация гумуса,
- окислительно-восстановительные процессы,
- процессы разрушения и новообразования минералов,
- разложение органических веществ,

С помощью микроорганизмов осуществляется множество реакции, которые не могут проходить в природных условиях чисто химическим путем.

Весьма специфичным в метаболизме углерода в почве является брожение, представляющее окисление анаэробного типа.

Брожению подвергаются углеводы, спирты, органические кислоты, аминокислоты, пурины, пиримидины. В результате образуются органические кислоты, спирты, ацетон, а также CO_2 и H_2 .

По преобладающему продукту различают:

- брожение спиртовое,
- брожение молочнокислое,
- брожение маслянокислое и др.

Бактерии выступают главными агентами в круговороте азота. При фиксации азота из воздуха микроорганизмами происходит его восстановление до аммиака с последующим включением в аминокислоты. Разложение органических азотсодержащих соединений (аммонификация) приводит к освобождению азота в форме аммония, который далее окисляется последовательно до нитритов и нитратов (нитрификация).

Окисленный азот может вновь восстанавливаться до N_2 в процессе денитрификации. Аммонийные и нитратные формы соединений азота ассимилируются растениями и микроорганизмами, что приводит к временному закреплению азота в органических веществах, к его иммобилизации в микробной биомассе. В процессе денитрификации возможны газообразные потери азота.

В последние десятилетия резко возросло внимание к процессам азотфиксации, переросшее в проблему «биологического» азота. Существенно изменились представления о размерах фиксации азота из воздуха в почвах и организмах, участвующих в данном процессе. Не так давно полагали, что азотфиксация присуща только узкому кругу микроорганизмов - представителям родов *Azotobacter*, *Clostridium*, *Rhizobium* и цианобактериям. Но к настоящему времени такая способность обнаружена у представителей большинства физиологических и таксономических групп бактерий.

Из числа азотфиксаторов были окончательно исключены эукариоты - грибы, водоросли, растения и животные, а азотфиксация включена в перечень принципиальных различий между прокариотами и эукариотами. Новым стало обнаружение у многих бактерий-азотфиксаторов способности переходить к противоположному процессу - денитрификации при наличии нитратов в среде.

Для понимания роли азотфиксирующих бактерий в поддержании продуктивности и устойчивости биосферы важно обнаружение разнообразных по составу симбиозов с эукариотными организмами, причем не только с растениями, но и животными.

По современным представлениям, симбиозы являются не только способом совместного существования организмов разных видов, но и особой формой жизни, когда комбинации разнородных компонентов преобразуются в интегрированную систему, имеющую собственные уникальные морфологию, анатомию, физиологию и экологию.

Азотфиксирующие симбиозы весьма различны по составу входящих в них организмов, но обладают одним общим свойством - тесным сопряжением биогеохимических циклов азота и углерода. Такая интеграция азотного и углеродного метаболизма наиболее характерна для симбиозов бактерий и растений.

К симбиотическим diaзотрофам относятся микроорганизмы, которые проникают в ткани ограниченного числа видов растений- хозяев, стимулируя образование особых разрастаний на корнях или на стеблях в форме клубеньков или узелков.

В настоящее время выделяют четыре рода клубеньковых бактерий: *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mezorhizobium*, *Bradyrhizobium*. Благодаря азотфиксирующим симбионтам бобовые обогащают почву азотом. В зависимости от условий роста растений они накапливают от 60 до 300 кг/га азота в год.

Несмотря на высокую эффективность азотфиксации в симбиозах, в масштабах биосферы их вклад в общий баланс «биологического» азота сравнительно невелик, что обусловлено ограниченностью распространения бобовых растений. В природе азот в наибольших масштабах фиксируется в ходе ассоциативной азотфиксации при взаимодействии бактерий и растений, не образующих клубеньков.

Источником углерода и энергии в этом случае служат экссудаты листьев и корней, внеклеточные слизи цианобактерий, корневой и надземный опады. Ассоциативные азотфиксирующие бактерии распространены повсеместно и встречаются среди представителей самых разных таксономических групп, относящихся как к хемотрофам, так и к фитотрофам, аэробам и анаэробам.

Для оценки вклада diaзотрофных микроорганизмов в азотный баланс необходимо изучать динамику ассоциативной азотфиксации, которая неодинакова под различными растениями и в междурядьях как на протяжении вегетационного периода, так и в течение суток.

Наиболее интенсивное развитие азотфиксации наблюдается под посевами злаков в фазе их колошения и цветения, под картофелем - в начале цветения. Под растениями этот процесс идет более активно, чем в междурядьях, что объясняется стимулирующим влиянием растений на деятельность diaзотрофных бактерий в связи с поступлением в прикорневую зону легкодоступного энергетического материала из корневого экссудата и корневого опада.

По имеющимся оценкам, за счет ассоциативной азотфиксации в зонах умеренного климата в почвы ежегодно поступает до 30-50 кг N₂ на 1 га, а в тропической зоне - 100 кг/га. Вопрос о масштабах ассоциативной азотфиксации в конкретных почвах и под конкретными видами растений остается дискуссионным.

Наиболее динамичное звено в цикле азота – аммонификация. В этом процессе участвуют разнообразные протеазы очень много микроорганизмов (бактерий и актиномицетов).

Активные возбудители аммонификации известны среди разнообразных аэробных и анаэробных бактерий из многих родов. Это мало-специфическая функция. Для процесса аммонификации большое значение имеет отношение C : N в разлагаемом субстрате. Чем оно меньше, тем выше эффективность аммонификации.

Следующее звено в круговороте азота - нитрификация. Он осуществляется двумя принципиально разными группами микроорганизмов.

К первой группе относятся высокоспециализированные бактерии, проводящие автотрофную нитрификацию;

Ко второй группе относятся - разнообразные бактерии и грибы, осуществляющие гетеротрофную нитрификацию.

Длительное время считалось, что ведущую роль в процессе окисления аммония до нитритов и далее, до нитратов играет автотрофная нитрификация, а деятельность гетеротрофных нитрификаторов даже не рассматривалась.

Гетеротрофная нитрификация по масштабам превышает автотрофную. Особо интенсивное развитие первой происходит в условиях обилия органических веществ.

Последнее звено в «контролируемом» микроорганизмами геохимическом цикле азота-денитрификация. Этот процесс протекает в анаэробных условиях и подавляется кислородом. В природе денитрификация имеет широкие масштабы, соизмеримые с азотфиксацией.

Агрономическая и экологическая оценка этого процесса не всегда совпадают. Для земледелия денитрификация означает потери азота, а для природы в целом - оздоровительный процесс, благодаря которому происходит предохранение грунтовых вод и водоемов от чрезмерного накопления в них нитратов, вымываемых из почв.

Денитрификация играет положительную роль при очистке сточных вод.

6.5. Полифункциональность микроорганизмов

В последние годы активно пересматриваются прежние представления об узкой специфичности функций определенных микроорганизмов.

Для удобства изучения микроорганизмы были разделены на физиологические группы: азотфиксаторы, аммонификаторы, денитрификаторы, протеолитические и т.д. Часто микроорганизм называют по какому-либо определенному процессу, хотя он мог быть для его жизнедеятельности одним из многих возможных процессов.

Исторически, по мере открытия микроорганизмов и функций, это закономерно, но в дальнейшем происходила абсолютизация представлений и складывалось мнение, что *Azotobacter* - основной азотфиксатор в почвах, *Metallogenicum* - основной рудообразователь и т. д.

Однако по мере изучения новых микроорганизмов стало ясно, что каждая из перечисленных функций широко распространена среди

почвенных микроорганизмов. Установлено, что нет отдельных физиологических групп бактерий - азотфиксаторов и денитрификаторов. Один и тот же микроорганизм проводит тот или иной процесс в зависимости от конкретных условий окружающей среды. При наличии органического вещества и недостатке связанного азота в среде происходит азот-фиксация. Если же имеется органическое вещество при избытке нитратов и недостатке кислорода идет денитрификация.

Отметим, что чрезвычайно важно было бы выяснить, насколько различаются окислительно-восстановительные условия (концентрация кислорода) для протекания этих двух процессов. Если микроорганизм - азотфиксатор-денитрификатор в процессе своего роста использует белки или аминокислоты, то он становится аммонификатором. Обычно он может проводить и гетеротрофную нитрификацию. Таким образом, генетические возможности микробов оказываются весьма обширными и нужно говорить скорее о физиологических процессах, проводимых микроорганизмами, а не о физиологических группах микробов.

Многие микробиологи-экологи считают, что имеются специфические группы микроорганизмов, использующих определенные органические вещества. Особенно это касается грибов.

Существует мнение о наличии специфических групп сахаролитических, пектинолитических, целлюлозолитических, хитинолитических, лигнинолитических грибов. Однако такое деление во многом условно.

В отношении сахаролитических грибов нужно заметить, что вообще нет микроорганизмов, которые не синтезировали бы гидролазы. Поэтому наряду с использованием сахаров и других мономерных органических соединений сахаролитические грибы могут усваивать и некоторые полимеры, особенно крахмал, белки и др.

Кроме того, гидролазы всегда содержатся в почве, и микроорганизмы могут использовать для своей жизнедеятельности «чужие» гидролазы. Даже микроорганизм, который синтезирует специфические гидролазы типа целлюлаз, вполне может усваивать ряд мономеров.

Конечно, из сказанного нельзя делать вывод об отсутствии физиологических различий между микроорганизмами, однако на данном этапе развития экологии микроорганизмов нужно особенно подчеркнуть полифункциональность каждого вида.

Принцип дублирования в проведении определенных физиолого-биохимических процессов широко распространен. Чем больше дубли-

ров, тем быстрее идет процесс (разложение сахаров, спиртов, органических кислот); чем меньше дублеров, тем медленнее протекает процесс (разложение фенола, анилина, нафталина, ряда пестицидов и др.).

Дублирование, широко проявляясь в почвах, дает возможность более точно и гонко поддерживать гомеостаз даже в изменяющихся физико-химических условиях.

6.6. Концепция почвы как множества сред обитания микроорганизмов

В последние годы понятие «почвенные микробсонозы» существенно корректируется представлениями о комплексах почвенных микроорганизмов. Новая концепция отрицает представления о строгой и жесткой организованности почвенных микроорганизмов в единую систему.

С позиций микробиологии почва представляет собой крайне гетерогенную среду и не может рассматриваться как единая однородная среда обитания.

Благодаря своей структурированности и микрсоноальности она должна рассматриваться как набор различных микро- и мезосоно, в каждой из которых создаются различные и часто прямо противоположные условия для развития отдельных групп микроорганизмов.

Множество таких микросред может находиться в каждом грамме почвы. Микро- и мезосоно разделены в пространстве и во времени. Микроорганизмы адаптированы к развитию в микрсоноах. Микроскопические размеры дают им возможность осваивать микрсоноу.

Способность быстро размножаться и быстро переходить к состоянию покоя или к крайне замедленному метаболизму позволяет им за короткий срок освоить микрсоноу и выжить при исчерпании запасов питания. Микрсоноа могут быть очень небольшими и занимать всего несколько десятков или сотен кубических микрометров. При этом в микрсоноа часто развивается одна микроколония, состоящая из нескольких десятков клеток одного вида. Иногда такие зоноа имеют значительные размеры, например, кусок разлагающихся растительных остатков. Они могут иметь большую протяженность при небольшой толщине, например, поверхность однородного участка корня (ризоплана).

Микрсоноальность основывается на локальном поступлении органических остатков и корневых выделений, а также на микрсоноальности распределения физико-химических условий (окислительно-

восстановительного потенциала, рН, концентрации элементов питания и т. д.), минералогических факторов.

Несмотря на огромное количество микроорганизмов, содержащихся в почве (миллиарды на 1 г), оказывается, что клетки, как правило, собраны в микроколонии, разделенные пустыми пространствами, которые по площади в сотни и тысячи раз превосходят пространства, занятые микроорганизмами. Таким образом, микроколонии, состоящие из клеток одного или нескольких видов, могут развиваться сравнительно изолированно.

С точки зрения экологии необходимо установить функции микробного пула - этого важного приспособления для поддержания гомеостатического состояния в почве.

Известно, что каждый тип почвы имеет определенное содержание гумуса, нерастворимых и растворимых органических веществ (полисахаридов, липидов, белков, сахаров, органических кислот и спиртов, аминокислот, витаминов и ферментов, неорганических веществ (нитратов, аммония, подвижного фосфора, соединений, содержащих Fe^{2+} и Fe^{3+}); определенные окислительно-восстановительные условия и рН со специфическим распределением их по микроразонам.

В поддержании отмеченных факторов большое, а часто и решающее значение имеет жизнедеятельность микроорганизмов.

При возникновении сдвигов в системе, например, при поступлении свежего органического вещества в виде растительных остатков или внесении азотных удобрений, в процессы их трансформации включаются микроорганизмы, которые должны привести систему в состояние равновесия.

Большой пул микроорганизмов в почве необходим по следующим причинам. Горизонтальное и вертикальное перемещение микроорганизмов в почве затруднены из-за адгезии микроорганизмов почвенными частицами и сложности их передвижения по мелкопористой системе, каковой является почва.

Между тем органические, как и неорганические вещества, поступают в определенные микро- и мезозоны почвы случайно. Поэтому для переработки всех поступающих в почву веществ в каждой мезо- или даже микрозоне должен присутствовать полный набор необходимых микроорганизмов. В разное время в данном месте могут возникнуть разные зоны: аэробная или анаэробная, с низкими или высокими температурами, с резко изменяющимися значениями рН и др.

Каждый небольшой участок почвы должен содержать микроорганизмы, не только разлагающие органические вещества (целлюлозу, лигнин, хитин и др.), но и осуществляющие другие необходимые процессы: азотфиксацию, аммонификацию, гидролиз органофосфатов, трансформацию органических и минеральных соединений, минералов и т. д.

Возможны миграции микроорганизмов в почве на небольшие расстояния; они осуществляются целенаправленно благодаря наличию у микробов хемотаксисов.

Микроорганизмы способны при благоприятных условиях чрезвычайно быстро размножаться. Пул дает микроорганизмам возможность быстрее реагировать на изменившиеся условия и, таким образом, способствует более гонкому регулированию гомеостаза и быстрейшему его достижению.

Размножение начинается не от единичных клеток, а от тысяч и сотен тысяч, что способствует ускорению процесса. Первоначальное содержание микроорганизмов важно для быстрого увеличения числа клеток, необходимых для ликвидации произошедшего в системе сдвига.

В природных условиях пул микроорганизмов особенно увеличивается в экосистемах, в которых условия для протекания микробиологических процессов неблагоприятны, например, в высокогорных почвах и почвах тундры, где лето очень короткое и гидротермические условия, благоприятные для развития микроорганизмов, существуют в течение короткого периода.

Микробный пул велик и в черноземах, где развитию микроорганизмов препятствуют то недостаток влаги, то морозы. Пул почвенных микроорганизмов отличается не только большой численностью, но и разнообразием. По микробному генофонду почва - самый богатый субстрат на Земле. Недаром при поисках микроорганизмов - продуцентов определенных ценных веществ в большинстве случаев обращаются к почве как наиболее надежному источнику разнообразных микробов.

Другая важная функция пула состоит в том, что он обеспечивает выживание каждого вида микроорганизмов. Почва представляет гетерогенную среду со множеством различных микрозон. Только в части этих микрозон в определенном интервале времени создаются условия, благоприятные для размножения и выживания определенного микроорганизма. Для выживания микробов в почве в начале неблагоприят-

ного периода общее число клеток должно быть большим, тогда они будут находиться во многих микроразонах и хотя бы часть их выживет в благоприятных микроразонах.

Микробный пул почвы играет важную роль в питании растений.

Микробный пул почвы — ключевой игрок в растительном мире

Пул видов местообитания (*habitat species pool*) — это часть общего пула видов, включающая виды, которые потенциально могут появиться в пределах границ местообитания.

С точки зрения функции в почве следует различать два пула микроорганизмов:

1. на более высоком уровне — пул, имеющий существенное значение для микробиологических процессов, протекающих в почве (в этом случае число клеток бактерий должно быть больше 1 млн на 1 г почвы), и пул, обеспечивающий главным образом выживание разных видов микроорганизмов в почве.

2. Во втором пуле численность клеток гораздо меньше, но он очень разнообразен в видовом отношении. Этот пул не имеет существенного значения в метаболических процессах на данной стадии сукцессии, но может быть необходим для обеспечения процессов на других стадиях сукцессии или при изменении экологических условий.

Следует отметить, что сама почва как среда обитания построена таким образом, что она чрезвычайно благоприятна для выживания пула микроорганизмов (микроразональность).

6.7. Изменение микробиологических процессов при сельскохозяйственном использовании почв и их регулирование

6.7.1. Влияние окультуривания почв на их микробиологическую и ферментативную активность

Вовлечение почв в активный сельскохозяйственный оборот обуславливает резкое усиление микробиологических процессов. Наиболее интенсивно развиваются микроорганизмы, участвующие в минерализации органического вещества и в превращении соединений азота в почве. При этом доля микроскопических грибов уменьшается.

Об усилении процессов минерализации свидетельствует уменьшение соотношения микроорганизмов, развивающихся на мясопептон-

ном агаре (МПА. и крахмало-аммиачном агаре (КАА). Дальнейшее изменение этих процессов зависит от характера использования почв.

Окультуривание бедных почв способствует усилению процессов гумификации при увеличении общей численности микроорганизмов. Соответственно соотношение микроорганизмов, развивающихся на средах МПА и КАА, расширяется. Окультуривание обуславливает существенное увеличение нитри-фикатов.

По данным В. Д. Мухи, при окультуривании почв повышается активность ферментов: инвертазы, уреазы, пероксидазы, полифенолоксидазы и дегидрогеназы; наиболее резко активизируется уреазы.

При экстенсивном использовании почв, сопровождающемся чаще всего их деградацией, интенсивность микробиологических процессов и ферментативной активности снижается.

6.7.2. Почвоутомление

Почвоутомление - результат нарушения экологического равновесия в системе почва-растение вследствие одностороннего воздействия на почвенную среду культурных растений.

В роли определяющего фактора выступает перегруппировка почвенных микроорганизмов в направлении повышения удельной массы агрономически менее ценной и вредной микрофлоры, в частности увеличения доли микроскопических грибов, актиномицетов и фитотоксичных форм, в общем количестве микроорганизмов. Такова реакция микронаселения почвы на однокачественность ежегодно поступающих в нее растительных остатков.

Фитотоксические свойства на определенных стадиях разложения имеют остатки практически всех культур, но в разной степени. Например, остатки бобовых обладают ими недолго, а солоmistые остатки зерновых колосовых сохраняют эти свойства длительное время.

Почвоутомление проявляется не только при бессменной культуре, но и при чередовании сходных по биологии культур или при высоком насыщении севооборотов культурами одной группы, хотя в первом случае наблюдается повышенное содержание токсичных форм микроорганизмов в почве.

Фитотоксичные формы имеются у всех основных групп почвенных микроорганизмов, но наибольшее их количество обнаружено среди микроскопических грибов. Наиболее значительное количество

фитотоксичных видов отмечено среди грибов родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, среди бактерий родов *Pseudomonas*, *Bacillus*. Из актиномицетов большей токсичностью отличаются культуры с серым воздушным мицелием.

Фитотоксичные микроорганизмы распространены во всех почвах. Источниками поступления в почву фитотоксичных веществ помимо фитотоксинов микроорганизмов и продуктов разложения послеуборочных остатков сельскохозяйственных культур являются также прижизненные выделения надземных органов растений и корневые выделения.

С продуктами метаболизма корневых систем клевера, люцерны, льна связано сильное утомление этих культур при бессменном возделывании.

При уменьшении видового разнообразия растительного покрова наблюдается некоторое упрощение микробного комплекса почвы. Под влиянием бессменного возделывания зерновых культур в почве агроценозов происходит увеличение доли фитотоксических форм сапрофитных бактерий и особенно грибов. Соответственно бессменное возделывание зерновых культур сопровождается накоплением водорастворимых колинов. Количество этих токсичных веществ в почве возрастает с длительностью возделывания бессменной культуры.

С экологических позиций почвоутомление - результат экологического кризиса, наступающего как следствие дисгармонии в отношении растений и почвенной среды в агроценозах.

Почвоутомление - такой экологический механизм, с помощью которого система почва--растение пытается освободиться от одностороннего воздействия на почвенную среду со стороны искусственного растительного сообщества, создавая условия для его естественной смены. Именно по этой причине в бессменной культуре широко распространены сорные растения, являющиеся одной из стадий возможной сукцессии.



Рис. 71. Почвоутомление (пример)

Почвоутомление сопровождается развитием болезней и вредителей растений. Фитосанитарное состояние агроценозов определяется многими факторами, в том числе вредными организмами, развитие которых не связано с почвенными условиями. Однако у большинства из них часть онтогенеза проходит в почве, от состояния которой зависят их распространение и вредоносность.

Почвоутомление - приобретение почвой свойств, под влиянием которых резко снижается урожайность некоторых сельскохозяйственных культур при их возделывании на одном и том же месте в течение нескольких лет подряд.

При почвоутомлении более интенсивно накапливается инфекционное начало. Этому способствует снижение биологической активности почвы, поскольку дольше сохраняется фитомасса пораженных растений.

Кроме того, депрессивные изменения в составе микрофлоры почвы обуславливают меньшую встречаемость возбудителя болезни со своими антагонистами из числа сапрофитных микроорганизмов. В условиях почвоутомления быстрее распространяется первичная инфекция.

Растения заражаются на ранних стадиях развития, отчего вредоносность болезни возрастает. В начале вегетации болезнь развивается сильнее в тех агроценозах, которые не сменялись в течение ряда лет. К концу вегетации число пораженных растений увеличивается и в севообороте, однако вредоносность болезни, безусловно, ниже.

При бессменной культуре больше возможностей для реализации инфекционного запаса, поскольку не происходит смены восприимчивых культур менее восприимчивыми.

Инфекционная нагрузка на одно растение, к тому же ослабленное воздействием фитотоксинов, чрезвычайно велика. Этим объясняется высокая поражаемость при бессменном возделывании зерновых корневыми гнилями, картофеля - фитофторозом, льна - фузариозом, хлопчатника - вилтом, подсолнечника - ложной мучнистой росой, сахарной свеклы - мучнистой росой, церкоспорозом и т. д.

Контрольные вопросы

1. Почвенная биота. Общая характеристика, экологические особенности, таксономия.
2. Высшие растения, их связь с почвообразованием.
3. Почвенные водоросли. Особенности использования ими почвы как среды обитания.
4. Почвенные животные. Общая характеристика.
5. Почвенные простейшие, их связь с почвой.
6. Черви в почве. Основные группы почвенных червей. Роль червей в
b. почвообразовательном процессе.
 1. Моллюски, тихоходки, членистоногие и млекопитающие в почве.
Роящая
 - c. деятельность.
 1. Почвенные грибы. Лишайники. Их связь с почвообразованием. Лишеноиндикация.
 2. Прокариоты. Вирусы и фаги. Участие микроорганизмов в почвообразовательном
 - d. процессе. Вирусные заболевания растений.
 1. Цикл углерода.
 2. Круговорот азота.
 3. Разложение растительных остатков и формирование подстилки.
 4. Образование и разложение гумуса.
 5. Участие почвенных микроорганизмов в разрушении и новообразовании минералов.
 6. Специфика почвы как среды обитания микроорганизмов.
 7. Основные принципы биологической индикации и диагностики почв.
 8. Методы исследования биологической активности почв.
 9. Почвенная биота доминирующих типов почв

Глава 7. РЕЖИМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ, ЕГО БАЛАНС И РЕГУЛИРОВАНИЕ

7.1. Поступление органического вещества в почву в естественных биогеоценозах

Органические вещества поступают в почву с наземными и корневыми остатками высших растений, при отмирании многочисленных популяций микроорганизмов и фауны. Заметную роль в этом процессе играют прижизненные выделения растений и животных: выделения корней и микроорганизмов, экскременты, обладающие ферментативными свойствами и стимулирующие процессы трансформации органического вещества.

Основная масса органических остатков поступает с наземным и корневым опадом высшей растительности и колеблется в широких пределах - от 1 т/га в год в пустынях и тундрах до 25 т/га в луговых степях.

Основные географические закономерности изменения продукции лесов установлены Н. И. Базилевич.

Н. И. Базилевич (1910 – 1997) - советский и российский почвовед, и биогеограф, доктор сельскохозяйственных наук, лауреат Премии имени В. Л. Комарова, основоположница продукционной биогеографии.



Рис. 72. Н. И. Базилевич (1910 – 1997)

Наблюдается возрастание ее от подзоны северной тайги к средней и южной и далее - в хвойно-широколиственных и широколиственных лесах. В то же время отмечается снижение продукции с запада на восток - от экосистем европейской территории России к экосистемам Западной, Средней и особенно Восточной Сибири. Так, годовая продукция европейских северо-таежных еловых лесов колеблется от 4 до 6 т/га в год, составляя в большей части древостоев 4.5 т/га в год.

В лиственничниках Восточной Сибири продукция снижается до 3,5 т/га в год. Годовая продукция лесов подзоны средней тайги по сравнению с лесами северной тайги во всех регионах возрастает. Так, в еловых лесах средней тайги она варьирует от 5 до 8 т/га в год, в светлохвойных лиственничных лесах - от 3 до 8 т/га в год с самыми низкими показателями в Восточной Сибири (3,5 т/га в год). Среднее значение продукции для средней тайги около 6 т/га в год.

В южно-таежной подзоне происходит резкое увеличение продукции - на европейской территории России в среднем до 10 т/га в год с колебаниями от 8 до 16 т/га в год. В западносибирских темнохвойных полидоминантных лесах продукция ниже 9 т/га в год, еще меньше она в светлохвойных лесах Средней Сибири - 6,0-6,5 т/га в год.

Годовая продукция хвойно-широколиственных и широколиственных лесов на европейской территории России возрастает до 12-13 т/га в год. Мелколиственные подтаежные леса Западной Сибири и березово-осиновые колки лесостепи продуцируют меньше - 9- 10 т/га в год.

Структура продукции (подземные органы, многолетняя одревесневшая надземная масса, хвоя или листья, зеленые части трав, кустарничков, кустарников) также меняется по подзонам. Доля зеленых ассимилирующих органов варьирует от 45 до 60 %, доля многолетних одревесневших - от 20 до 50 % и доля подземных органов - от 25 до 35 %.

Первичная продукция (годовой прирост) травянистых экосистем возрастает с увлажнением от 10 т/га в год в пустынных степях до 23 т/га в год в остепненных и мезофитных лугах.

При переходе от опустыненных степей к сухим продукция увеличивается на 5 т/га в год, от сухих к настоящим степям - на 4 т/га в год. При дальнейшем продвижении в лесостепную зону увеличения продукции не происходит. Масштабы поступления продукции настоящих и луговых степей от 13 до 25 т/га в год.

Переход к остепненным и мезофитным лугам приводит к увеличению продукции до 23-24 т/га в год. На долю надземной продукции в травяных экосистемах приходится от 12 до 30 % общей, остальная часть продукции создается и расходуется в подземной сфере экосистемы.

7.2. Процессы трансформации органического вещества в почвах различных биогеоценозов

Совокупность процессов трансформации органических веществ в почвах включает разложение поступающих в почву органических веществ, их минерализацию и гумификацию, взаимодействие органических веществ с минеральной частью почвы, минерализацию гумусовых веществ, миграцию и аккумуляцию органоминеральных соединений.

Разложение поступающих в почву источников гумуса осуществляется микрофлорой и фауной посредством химических реакций гидролиза, дезаминирования, декарбоксилирования, окисления, восстановления и др.

В результате образуются промежуточные продукты разложения (аминокислоты, олигосахариды, уроновые кислоты, пуриновые и пиримидиновые основания и др.), которые в дальнейшем могут частично минерализоваться, частично гумифицироваться.

Гумификация - образование высокомолекулярных азотсодержащих гумусовых веществ специфической природы из промежуточных продуктов распада свежих органических веществ.

Основными элементарными звеньями этого процесса, являются кислотообразование, формирование азотной части молекулы, фракционирование и дальнейшая трансформация новообразованных гумусовых кислот, окисление, гидролитическое расщепление, сорбция, конденсация, взаимодействие с минеральной частью почвы.

На первых этапах разложения источников гумуса и гумификации формируются промежуточные продукты и новообразованные гумусовые вещества, не связанные с минеральной частью почвы, детрит.

В результате взаимодействия органических веществ с минеральной частью почвы образуются органоминеральные производные (гетерополярные соли, комплексно-гетерополярные соли, адсорбционные комплексы).



Рис. 73. Общая схема гумусообразования почвы

Со временем происходит старение органо-минеральных соединений - сложный биохимический процесс, в результате которого повышается устойчивость к микробиологическому разложению и растворению. Природа и механизм его изучены недостаточно.

Термин «гумусонакопление» обозначает процесс, приводящий к увеличению содержания гумуса в почвах. Он характерен для стадии формирования гумусового профиля, не достигшего квазиравновесного состояния, и сочетается с процессом обновления гумуса (разложение старого и образование нового').

Для почв, достигших климаксно-равновесного состояния, существует предельное значение накопления гумуса, характерное для каждого почвенного индивидуума. Условия среды определяют количе-

ственные и качественные стороны проявления этого процесса и соответственно гумусовое состояние почв, т. е. содержание, запасы, состав и свойства гумусовых веществ в профиле почв.

Оптимальными для образования гуминовых кислот считаются следующие условия:

- нейтральная и близкая к нейтральной реакция среды;
- умеренная биологическая активность, сохраняющаяся длительный период;
- насыщенность среды кальцием, магнием и азотом;
- благоприятный биохимический состав источников гумуса с узким отношением C : N;
- отсутствие повышенных концентраций пептизаторов.

К оптимальным условиям для прочного закрепления и накопления гуминовых кислот относятся:

- высокая удельная поверхность минеральной части почв;
- наличие свободной от гумуса поверхности минеральной части почв;
- насыщенность ппк кальцием и магнием (наличие их избытка для связывания гуминовых кислот);
- контрастность режима влажности.

При сочетании оптимальных условий образования и закрепления гуминовых кислот в процессе формирования гумусового горизонта коэффициенты гумификации повышаются, что способствует накоплению гуминовых кислот и гумуса в целом и формированию почв с высоким потенциальным плодородием. Такие условия складываются в черноземных почвах, в генезисе которых ведущая роль принадлежит гумусово-аккумулятивному процессу, связанному с воздействием лугово-степной и степной травянистой растительности. Превращение органических веществ в них идет по типу гумификации с образованием мощного гумусового профиля с гуматным или фульватно-гуматным типом гумуса и со значительным накоплением продуктов предгумусовой фракции в форме детрита.

Противоположные условия складываются в таежной зоне в подзолистых почвах. Бедный основаниями и азотом опад таежных (преимущественно хвойно-моховых) лесов, умеренно холодный климат с достаточным (а в отдельные периоды с избыточным) увлажнением, промывной тип водного режима, недостаточные аэрация и микробиологическая активность, кислая реакция среды и преобладание кислых пород - комплекс условий, определяющих превращение органических

веществ по типу образования фульватного гумуса, частичной консервации их на поверхности почвы в виде подстилки и значительного образования водорастворимых органических соединений неспецифической природы при трансформации опада.

В условиях переувлажнения в таежно-лесной зоне в полутидроморфных почвах (болотно-подзолистых, дерново-глеевых) с усилением анаэробнозиса замедляется темп круговорота органического вещества, сильнее проявляется грубогумусность, развивается торфообразование. Характер гумификации и состав образующихся гумусовых веществ в большой мере зависят от минерализации (жесткости) почвенно-грунтовых вод. При мягких (кислых) водах образуются слабоконденсированные формы гумусовых веществ, при жестких водах - гумус с более высоким содержанием гуминовых кислот.

В болотных почвах ярко выражены процесс консервации полуразложившихся растительных остатков, накапливающихся в виде органических торфяных горизонтов, и постоянное образование водорастворимых органических веществ.

Неблагоприятное влияние на процесс гумусообразования и состав гумуса оказывают засоленность и солонцеватость почв. Гумус солонцов отличается от несолонцеватых почв высокой подвижностью, более узким отношением гуминовых кислот к фульвокислотам, более слабой конденсированностью гуминовых кислот, повышенной их дисперсностью и гидрофильностью.

Отмеченные особенности гумуса усиливаются по мере возрастания степени солонцеватости почв. В формировании свойств гумуса почв под влиянием солонцового процесса, по мнению большинства исследователей, решающая роль принадлежит диспергирующей способности обменного натрия, щелочной реакции, воздействию водорастворимых солей (проявлению солончакового процесса). Высокопептизированные гидрофильные соединения, входящие в состав гумуса, поддерживают и усиливают неблагоприятные физические свойства солонцовых почв.

7.3. Поступление органического вещества в почву в агроценозах

В отличие от биогеоценозов, в которых вся годовая продукция поступает в почву, в агроценозах часть продукции отчуждается с урожаем. Уровень продукции и продукционно-деструкционные процессы в агроценозах весьма отличны от природных экосистем.

Рассмотрим продукцию некоторых зерновых агроценозов в зональном аспекте. Чистая первичная продукция зернового агроценоза складывается из следующих составляющих:

- запаса надземной и подземной фитомассы культуры и сорняков в момент уборки урожая;
- отмерших корней и выпавших из посева побегов, и целых растений культуры;
- отмерших и осыпавшихся на почву листьев культуры;
- осыпавшихся семян сорняков и зерен культуры;
- количества вещества, отчужденного травоядными насекомыми;
- корневых выделений.

Из-за методических трудностей не учитывают потери органического вещества из надземной фитомассы в процессе выщелачивания осадками и из корней с экссудатами, с отшелушивающимися частицами и отмершими клетками.

Первичная продукция агроценозов зависит от выращиваемой культуры, погодных условий, применяемой технологии. Так, на черноземах украинской луговой степи продукция озимой пшеницы составляет 13,5 т/га в год; гороха - 6,1; овса - 9,4 т/га в год. Средняя продукция разных агроценозов в подзоне южной тайги (озимая рожь, ячмень, овес) составляет 9,6 т/га в год; в лесостепной зоне Восточной Европы (озимая и яровая пшеница, ячмень) - 12,6; в лесостепной зоне Западной Сибири (яровая пшеница без удобрений и с удобрениями) - 9,9 и 12,0; в степной зоне Казахстана (яровая пшеницаА. - 10,7 т/га в год.

В зависимости от погодных условий продукция агроценоза пшеницы (Западная Сибирь, лесостепь, без удобрений) варьировала в течение 5 лет от 6,3 до 14,0 т/га в год. При трех вариантах технологий, различающихся уровнями применения удобрений, средств защиты растений и ретардантов, продукция агроценозов яровой пшеницы составляла соответственно 11,1; 14,5 и 19,1 т/га в год. Первичная продукция и поступление растительных остатков в почву, т/га сухого вещества в год, в природных экосистемах и агроценозах.

Таким образом, чистая первичная продукция агроценозов варьирует от 6,3 до 20,5 т/га в год. На количество продукции наиболее сильно влияют применение удобрений и погодные условия. Количество продукции связано с уровнем урожайности, однако эта зависимость не прямолинейна.

В агроценозах яровой пшеницы (Западная Сибирь, Зауралье, Казахстан) количество первичной продукции в среднем составляет: при

урожае зерна ниже 2 т/га - 7,7 т/га в год; 2-3 т/га - 11,5 т/га в год; 3- 4 т/га - 12,3 т/га в год; выше 4 т/га (интенсивные технологии) – 15,7 т/га в год.

Разница в продукции между природными экосистемами и агроценозами возрастает при переходе от лесной зоны к степной. Как указывалось, ранее, продукция лесов южно-таежной подзоны варьирует от 8 до 16 т/га в год, продукция агроценозов - от 7,8 до 12,3 т/га в год. Следовательно, в южно-таежных экосистемах при трансформации лесов в агроценозы не меняется уровень продукции.

В лесостепной зоне количество продукции луговой абсолютно заповедной степи, сенокосной степи и агроценоза яровой пшеницы составляло в один и тот же год 17,3; 15,2; 12,8 т/га соответственно. В разные годы в данном регионе в агроценозах продукция варьирует от 7,3 до 20,5 т/га в год; в луговой степи - от 15,5 до 33,7 т/га в год.

В Западной Сибири продукция луговых степей составляет 24,5 т/га в год, агроценоза яровой пшеницы - 9,9 (без удобрений) и 12,0 т/га в год (с удобрениями). Таким образом, луговые степи при распашке замещаются агроценозами, которые продуцируют меньше органического вещества, чем их предшественники.

В засушливой степи Казахстана продукция достигает 20,8 т/га в год. Распашка целины и посев яровой пшеницы приводят к снижению продукции до 10,7 т/га в год, а при расчете на ротацию (три поля пшеницы - пар) - до 8,2 т/га в год.

Следовательно, разница в продукции между естественными экосистемами и агроценозами в южно-таежной зоне Восточной Европы практически отсутствует, в лесостепной зоне на Русской равнине составляет 5 т/га в год, а в лесостепной и степной зонах Западной Сибири и Казахстана достигает 10- 15 т/га в год.

Необходимо отметить, что такое значительное превышение количества органического вещества, продуцируемого ежегодно в степях, по сравнению с агроценозами обусловлено интенсивным приростом корней степных растений. С урожаем зерна и соломы отчуждается около 50 % продукции зерновых культур.

В лесостепной и степной зонах отчуждение продукции ячменя составляет в среднем 5,8 т/га в год; озимой пшеницы - 7,5 т/га в год; яровой пшеницы, выращиваемой при обычной технологии, - 5,7 т/га в год; яровой пшеницы при интенсивной технологии возделывания - 7,8-9,9 т/га в год.

Растительное вещество поступает в почву в течение вегетационного сезона и после уборки урожая с корневыми и пожнивными остатками в количестве, равном разности между производством продукции и ее отчуждением. Поступление растительных остатков в почву агроценозов варьирует очень широко - от 2,8 до 11,9 т/га в год.

Определенный вклад в поступление органического вещества в почву вносят микроорганизмы и органические удобрения.

7.4. Изменение гумусового режима почвы в процессе трансформации естественных биогеоценозов в агроценозы

Характер и степень антропогенного изменения гумусового режима зависят от ряда условий:

- изменения количества поступления в почву органического вещества
- изменения качества поступления в почву органического вещества
- изменения характера поступления в почву органического вещества;
- изменения условий его трансформации вследствие динамики водного, воздушного и теплового режимов;
- постоянного отчуждения углерода, азота и зольных элементов с урожаем сельскохозяйственных культур, в той или иной мере восполняемых органическими и минеральными удобрениями;
- влияния удобрений и мелиорантов на процесс накопления и трансформации органического вещества.

Подзолистые и глееподзолистые почвы. В северной и средней тайге в естественных биоценозах и агроценозах зерновых культур в почву поступает примерно равное количество растительных остатков, около 4-6 т/га. При этом изменяется качество поступающей в почву фитомассы, в особенности значительно повышается зольность как результат смены древесной растительности травянистой. Зольность последней достигает 5-10%, в то время как зольность стволов деревьев составляет 0,2-0,5 %, ветвей - 1,5- 2,0 %, хвои и листьев - около 3 %.

При вовлечении подзолистых почв в активный сельскохозяйственный оборот помимо повышения зольности опада и, следовательно, обогащения почвы основаниями улучшаются и другие условия гумусообразования. Увеличивается мощность аэрируемого слоя, усиливается контрастность режима влажности, периодически происходит иссушение пахотного слоя в летний период вплоть до влажности завядания растений, улучшается состав источников гумуса, и они смешиваются.

ваются с почвой. В результате гумусовое состояние пахотных подзолистых и глееподзолистых почв улучшается и по многим показателям приближается к гумусовому состоянию дерново-подзолистых почв.

Дерново-подзолистые почвы. В целинных и освоенных дерново-подзолистых почвах южно-таежной зоны различия условий гумусообразования также существенны, но менее выражены по сравнению с аналогичными вариантами подзолистых почв при заметном снижении поступления в пахотные почвы растительных остатков.

По данным многолетних опытов, запасы гумуса в дерново-подзолистых почвах после распашки мало изменяются или снижаются в первые годы, а затем поддерживаются на определенном уровне за счет послеуборочных остатков и опада.

Весьма убедительны в этом отношении результаты длительного эксперимента Ротамстедской опытной станции. В контрольном варианте данного опыта (без органических и минеральных удобрений) содержание гумуса оставалось постоянным более 100 лет (рис. 2.16). Несколько выше был уровень его содержания при внесении минеральных удобрений в умеренных дозах.

Окультуривание дерново-подзолистых почв за счет внесения навоза и извести позволяет улучшить их гумусовое состояние, что возможно, однако, лишь при значительных капитальных вложениях.

При внесении навоза в дозе 15 т/га в год содержание гумуса в почве (при исходном 1,5-2,0%) за 5 лет увеличивается на 0,1 %; на фоне полного минерального удобрения - на 0,2%.

При ежегодном внесении 40-60 г/га органических удобрений содержание гумуса в пахотном слое может достигать 3-5%, в полуметровом слое - 150 т/га. При этом существенно изменяется его качественный состав. Если в целинных дерново-подзолистых почвах отношение $C_{гк} : C_{фк}$ составляет 0,4-0,8, то при длительном внесении 15 и 30 т/га органических удобрений оно повышается соответственно до 0,6-0,9 и 1,0-1,5.

Следует подчеркнуть, что для поддержания такого нового гумусового состояния дерново-подзолистых почв требуется постоянное вложение средств в виде органических и минеральных удобрений, известкования, сидерации и пр.

Об этом свидетельствуют также данные опыта в Ротамстеде, в котором равновесное содержание органического углерода более 3 % по сравнению с исходным 1 % достигнуто за 100 лет при ежегодном внесении 35 г/га навоза.

Черноземы. После распашки черноземов содержание гумуса в верхней части гумусового профиля (0-30 см) уменьшается на 20-30 % вследствие значительного снижения количества поступающих в почву его источников (в 4-5 раз) и усиления минерализации органических веществ, связанной с обработками.

Содержание гумуса наиболее быстро снижается в первые 10- 15 лет после распашки из-за интенсивного разложения лабильных форм органического вещества. В последующем этот процесс замедляется вследствие приближения к новому уровню стабилизации, соответствующему новым условиям. Например, по данным В. И. Кирюшина и И. Н. Лебедевой, среднегодовые потери гумуса в пахотном слое южного чернозема в зернопаровых севооборотах без применения удобрений в первом десятилетии составили около 1 т/га, во втором - 0,5, в третьем - 0,4 т/га. В последующие 30 лет наблюдались примерно одинаковые потери гумуса - 0,3 т/га в год.

7.5. Балансовый подход к регулированию режима органического вещества в агроэкосистемах

Изучение баланса органического вещества чрезвычайно важно для понимания и регулирования процессов поступления различных его категорий в почву и их превращения.

Балансовые исследования предполагают:

- включение продуктов разложения органических веществ в гумусовые вещества;
- оценку вклада миграционных составляющих, включая эрозионные процессы.
- оценку интенсивности и масштабов минерализации различных групп органического вещества в почвах;
- экспериментальную оценку всех потоков веществ, составляющих приходные и расходные статьи, в частности поступление всех форм органических веществ в почву в составе, как растительных остатков, так и органических удобрений;

К сравнительно легко определяемым показателям относят оценку поступления растительных остатков и органических веществ в составе удобрений. Поступление растительных остатков в почву оценивают обычно по запасу подземной и надземной фитомассы после уборки урожая. При этом не учитывают поступление опада в процессе вегетации, не говоря уже о корневых выделениях, что занижает реальную оценку продукции агроценозов. Не составляет особых сложностей

оценка потерь органических веществ в результате развития эрозионных процессов, а также миграции растворимых форм с поверхностным и внутрипочвенным стоками.

Значительно сложнее обстоит дело с оценкой других составляющих баланса органического вещества - гумификации и минерализации. Прямым методом определения включения углерода и азота из разлагающегося органического материала в состав гумусовых веществ и оценки коэффициентов гумификации является изотопно-индикаторный метод при условии использования тотально-меченых соединений.

Попытки оценить коэффициенты гумификации другими методами не всегда корректны, и возможности использования полученных данных для балансовых расчетов крайне ограничены. Приводимые в литературе значения коэффициентов гумификации чаще всего не имеют достаточного научного обоснования, поскольку при их оценке не доказано включение продуктов разложения в состав гумусовых веществ, не учтены процессы минерализации самих гумусовых веществ, идущие одновременно с образованием новых гумусовых фрагментов.

Результаты часто получены в опытах с большим количеством органических остатков или с экстремально высокими дозами удобрений при коротких сроках наблюдения, когда прибавка в содержании общего гумуса обусловлена увеличением количества наиболее лабильных фрагментов, значительно менее устойчивых к минерализации, чем собственно гумусовые вещества.

Еще более сложно оценить интенсивность минерализации самих гумусовых веществ. Для этого можно использовать изотопноиндикаторный метод, однако для получения достоверных результатов необходим длительный эксперимент, в течение которого все негумусовые фрагменты органических веществ должны полностью минерализоваться. Затем потребуются в течение нескольких лет наблюдать за минерализацией фрагментов, включившихся в состав гумусовых веществ.

Возможность проведения таких экспериментов весьма ограничена, тем не менее развитие исследований в данном направлении очень важно для познания генезиса почв и современных процессов почвообразования.

В работе агрохимической и землеустроительной служб значительное внимание уделялось расчету гумусового баланса в севооборотах. При этом использовались различные методические подходы. Наибольшее распространение получил метод расчета баланса гумуса

по выносу растениями азота, авторы которого исходят из того, что гумус почв в среднем содержит 5-6 % азота.

Основываясь на этом, по выносу азота культурой определяют количество минерализованного гумуса. Этот метод, учитывающий грубо усредненные показатели, неточен, ибо содержание азота в гумусе изменяется в широких пределах, вынос азота растениями также сильно варьирует в зависимости от природных факторов и агротехнических приемов, весьма неодинаково в разных условиях поступление азота за счет осадков и биохимической фиксации из воздуха.

Второй подход к расчету баланса гумуса основан на использовании коэффициентов минерализации и гумификации растительных остатков. Эти показатели настолько неодинаковы в разных условиях, что ошибки зачастую превышают результаты расчетов в несколько раз. Условность этих показателей исходно обусловлена несовершенством методов их определения и усугубляется грубой экстраполяцией данных и произвольным усреднением.

Третий подход к расчету баланса гумуса основан на комбинации первых двух со всеми их недостатками.

Четвертый подход основывается на прямом определении содержания гумуса в длительных полевых опытах. Это направление действительно может дать адекватную информацию о динамике содержания гумуса в пахотных почвах.

Следует подчеркнуть, что ориентация на бездефицитный баланс гумуса не всегда оправдана. Решение нужно принимать в зависимости от реальных условий. На почвах с очень низким содержанием гумуса, скорее всего, будет стоять задача повышения его до определенного, экономически и экологически обоснованного уровня.

На осушаемых дерново-глеевых, особенно торфяных болотных почвах, обеспечение бездефицитного баланса органического вещества нереально. Здесь задача - сократить до определенного минимума потери гумуса. В черноземах сразу после распашки неизбежно уменьшение запасов гумуса. В дальнейшем их следует поддерживать на определенном равновесном уровне, который должен быть экспериментально установлен. Для решения этих задач нужны конкретные опытные данные, а, следовательно, научные исследования, а не схоластические расчеты.

Задача оптимизации режима органического вещества почв определяется, с одной стороны, требованиями поддержания определенного

уровня плодородия почв с учетом «запросов» растений, а с другой ограниченными возможностями накопления гумуса.

Суть проблемы состоит в том, чтобы установить, до какого уровня будет снижаться содержание гумуса в почве при данной системе ее использования, будет ли этот новый уровень оставаться в пределах оптимального, приемлемого для ведения интенсивного и экологически безопасного земледелия.

Последнее можно установить, если сравнить равновесный уровень с критическим. При высоких требованиях интенсификации возделывания определенных культур необходимо знать уровни содержания гумуса, обеспечивающие максимальную продуктивность агроценозов.

Таким образом, задача заключается в определении оптимального, критического и равновесного уровней содержания органического вещества в почвах. Сделано немало попыток установить уровни оптимального содержания гумуса в почвах.

Большинство исследователей пришли к мнению, что оптимальные показатели содержания гумуса нужно определять не только исходя из уровня и качества урожая, но и с учетом влияния гумуса на способность почв противостоять техногенным нагрузкам.

Признается также необходимым определять оптимальное содержание гумуса для каждой почвы не как единичную (и константную) величину, а как определенный интервал содержания.

Ряд исследователей за нижний предел этого интервала принимают уровень, несколько превышающий критическое содержание гумуса, а верхний предел определяют экономической и экологической целесообразностью повышения гумусированности. Нет разногласий в том, что показатели оптимальных параметров содержания гумуса должны соответствовать требованиям отдельных культур или групп культур.

Под критическим содержанием гумуса понимают такое содержание, ниже которого существенно ухудшаются свойства почв и их способность противостоять агрогенным нагрузкам.

Одни авторы связывают такие показатели с наибольшей степенью выпаханности почв, другие под критическим понимают такое содержание гумуса, при котором ряд агрономических свойств, таких как плотность, структурное состояние, физико-механические свойства, приближаются к свойствам почвообразующих пород. Это происходит при содержании гумуса ниже 1 % для дерново-подзолистых суглинистых почв и менее 2 % для почв черноземного типа.

В качестве критерия оптимизации гумусового состояния почв многие исследователи предлагают показатели содержания лабильных форм гумуса, растворимых в воде, растворах щелочей без предварительного декальцинирования и в растворах пирофосфата натрия.

Использование этих показателей в качестве диагностических для агрономической оценки гумуса в настоящее время затруднено вследствие показанных ранее причин.

В качестве наиболее обоснованного критерия оптимизации режима органического вещества почв можно считать содержание лабильного органического вещества (неразложившиеся и полуразложившиеся остатки растений и животных), определяемого в тяжелых жидкостях.

Наиболее перспективный критерий оптимизации режима органического вещества в почве - такое содержание ЛОВ, которое обеспечивает поддержание ее оптимального структурного состояния (для суглинистых и глинистых почв).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «органическое вещество почвы (гумус)».
2. Перечислите структурные элементы гумуса.
3. Перечислите основные факторы гумификации почв.
4. Опишите одну (любую) существующую концепцию образования гумуса.
5. В каких почвах проявляется максимальное гумусонакопление? Почему?
6. Опишите экологическое значение органического вещества (гумуса) в почве.
7. Почему утверждение «чем больше гумуса, тем выше плодородие» неверно?

Глава 8. РЕЖИМ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ И ИХ РЕГУЛИРОВАНИЕ

8.1. Азот

Азот и его соединения играют в жизни биосферы, в формировании почвенного покрова и плодородия почв такую же важную роль, как и углерод. Около 80 % запасов азота сосредоточено в атмосфере планеты. Большое количество азота содержит биосфера в связанном виде: в органическом веществе почвенного покрова ($1,5 * 10^{11}$ т); в биомассе растений ($1,1 - 10^9$ г); в биомассе животных ($6,1 * 10^7$ г). В больших количествах азот содержится в биогенных ископаемых.

Цикл азота состоит из четырех этапов:

1. азотфиксация - фиксация молекулярного азота;
2. аммонификация - минерализация органических азотсодержащих соединений;
3. нитрификация - окисление аммонийного азота до нитратов и нитритов;
4. денитрификация - восстановление нитратов до аммиака и молекулярного азота.

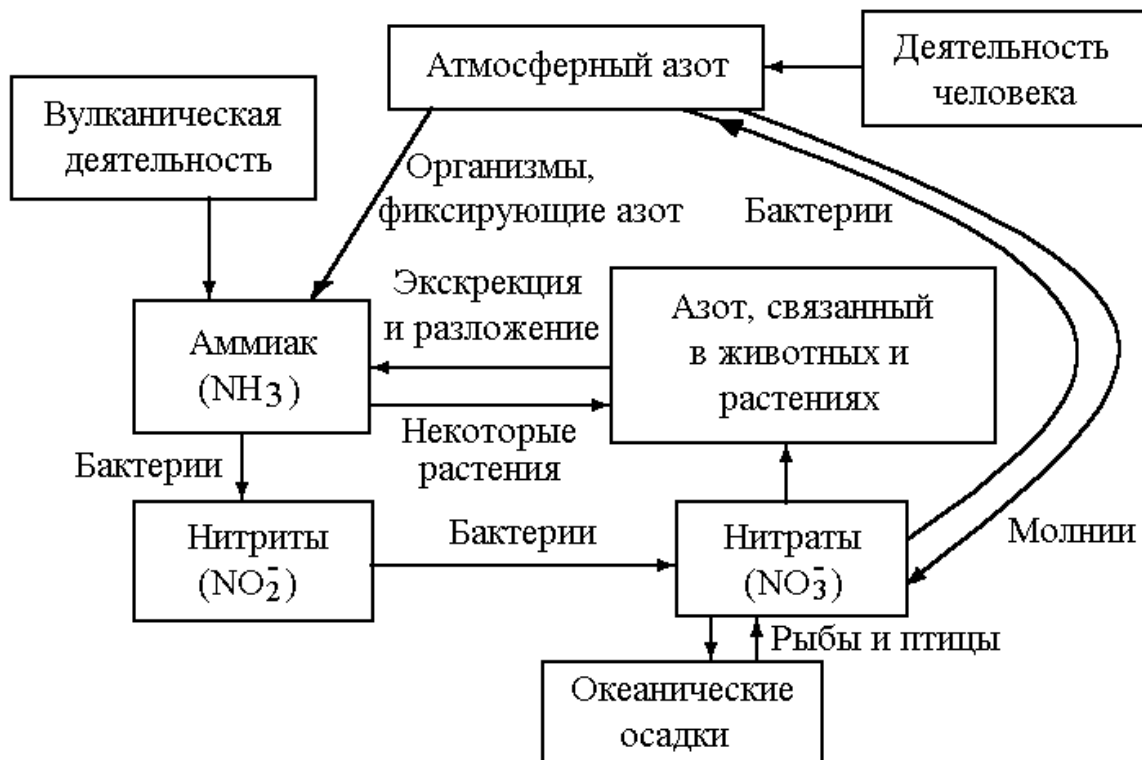


Рис. 74. Цикл азота

Вместе с тем из-за высокой растворимости солей азотной кислоты и аммония доля минеральных соединений азота в почве невелика, что создает проблему обеспечения культурных растений азотом. Ее решение сопряжено с применением азотных удобрений, что порождает энергетические и экологические проблемы.

Производство азотных удобрений чрезвычайно энергоемкий процесс: 1 т связанного азота по затратам энергии эквивалентна 3 т нефти. Из энергетических затрат на производство всех удобрений 90 % приходится на азотные. Экологические издержки промышленного производства удобрений возрастают в связи с загрязнением окружающей среды при их применении, часто весьма несовершенном.

В связи с этим оптимизация режима азота в агроэкосистемах и в целом в ландшафтах приобрела особо актуальное значение. Ее решение возможно лишь на основе четких представлений о процессах трансформации азота в почвах и обо всех составляющих его круговорота.

Основные составляющие круговорота азота в экосистемах и агроэкосистемах:

- поступление из органического вещества почвы в результате минерализации (аммонификации, нитрификации);
- биологическая фиксация атмосферного азота;
- поступление с атмосферными осадками;
- поступление с минеральными и органическими удобрениями, семенами при посеве сельскохозяйственных культур;
- потребление растениями (в том числе вынос азота с урожаем и поступление в почву с растительными остатками);
- иммобилизация микроорганизмами на растительных остатках; потери вследствие денитрификации и миграции за пределы корнеобитаемого слоя.

Основные статьи баланса азота.

Минерализация органического азота. Основным источником поступления азота в почву - органическое вещество, в первую очередь легкоразлагаемое (растительные и животные остатки); в меньшей мере - гумусовые вещества. В результате разложения азотсодержащих соединений образуется аммиак. Процесс аммонификации рассмотрен ранее.

Высвобождение минерального азота из органического вещества зависит от отношения в нем C : N. При отношении C : N < 20 в почве хорошо идут процессы минерализации азотсодержащих органических

остатков, образование аммиака и его дальнейшее окисление до азотной кислоты.

При отношении $C : N > 20$ образующийся аммиак перехватывается микроорганизмами, разлагающими безазотистые органические вещества, и высшие растения ощущают недостаток усвояемого азота. При $C : N > 30$ в почве сильно выражена иммобилизация азота.

Широкое отношение $C : N$ указывает на то, что органическое вещество почвы еще не гумифицировано или слабо гумифицировано и богато энергетическим материалом для размножения микроорганизмов, которые успешно конкурируют с растением в поглощении доступных форм азота. Отношение $C : N = 10$ типично для сильногумифицированного органического вещества, которое способно медленно разлагаться микроорганизмами.

При благоприятных условиях ион аммония подвергается нитрификации. Наиболее интенсивно эти процессы протекают в условиях слабощелочной среды, при оптимальной температуре 25-35 °С и хорошей аэрации почвы.

Биологическая азотфиксация. Фиксацию азота из воздуха осуществляют, как было показано ранее, две группы микроорганизмов: свободноживущие, использующие в качестве источника энергии органическое вещество почвы, и симбиотические (клубеньковые), использующие энергию фотосинтеза растений, на корнях которых они поселяются.

Для обеспечения ассоциативной азотфиксации необходимо поступление в почву органического вещества, каковым могут быть растительные остатки, зеленое удобрение, солома, навоз. При внесении азотных минеральных удобрений микроорганизмы могут использовать их для построения своих клеток без фиксации молекулярного азота.

Поступление азота в почву из атмосферных осадков. В атмосфере при грозовых разрядах и фотохимическим путем образуется некоторое количество аммиака и азотной кислоты. Эти соединения увлекаются осадками и вместе с ними попадают в почву. Таким путем ежегодно может поступать в почву 0-15 кг азота, преимущественно в форме аммиака.

С органическими удобрениями в почву поступают соединения азота различной способности к минерализации. Самым сложным является процесс мобилизации азота из торфа, наиболее доступен азот сидеральных удобрений. Минеральные азотные удобрения представлены аммонийной, нитратной и амидной формами. Амидный азот растениям

непосредственно недоступен, они могут его использовать после перевода в аммонийную форму под влиянием фермента уреазы. Процесс разложения мочевины осуществляется в течение 10- 15 дней. В условиях интенсивного окисления на легких почвах эта форма удобрения предпочтительна с точки зрения уменьшения потерь при вымывании.

Азот минеральных удобрений потребляют культурные растения, микроорганизмы и сорняки. Роль последних в балансе азота зависит от культуры земледелия. Чем она ниже, тем большую долю азота удобрений потребляют сорняки, тем выше экономические издержки.

Нисходящая миграция азота распространена в районах с избыточным увлажнением и при орошении. Ион NO_3 легко мигрирует по профилю почвы, достигая грунтовых вод. Этот процесс наблюдается и в степной зоне, и не только при орошении, но и в неорошаемых условиях в паровых полях.

При использовании черноземов в зернопаровых севооборотах с короткой ротацией происходит миграция нитратов на глубину 3-5 м. Чем выше доля пара в севообороте, тем больше потери азота, особенно при интенсивной механической обработке паровых полей и недостаточном применении фосфорных удобрений.

Потери азота за счет нисходящей миграции нитратов увеличиваются к югу черноземной зоны, где часто создается относительный избыток минерального азота по сравнению с тем его количеством, которое могут использовать зерновые агроценозы. В беспаровых севооборотах, не перегруженных удобрениями, подобных явлений во всех почвенных зонах не наблюдалось.

В целом увеличение потерь гумуса и азота в почвах степной зоны связано прежде всего с расширением площадей чистых паров при несовершенной системе ухода за ними.

Для регулирования режима азота, так же как органического вещества, используют все средства систем земледелия: рациональные севообороты, обработку почвы, внесение удобрений. При этом важнейшей задачей является обогащение почвы органическим веществом в целях создания условий для фиксации атмосферного азота и улучшения физических свойств почвы и создания оптимального водно-воздушного режима для предотвращения денитрификации.

Традиционные представления об использовании азота из верхних горизонтов почвы существенно уточняются в последние годы, так же как и мощность слоя, по которому диагностируют обеспеченность растений азотом.

Глубина потребления азота определяется видом растений, длиной их корневой системы в зависимости от почвенных условий, динамики содержания азота в почве, водного режима и погодных условий. В таежно-лесной зоне большинство авторов отмечают усвоение азота зерновыми культурами из слоя почвы более 60 см.

Заметное потребление азота ячменем происходит в слое почвы 40-60 см и даже 60- 80 см. В дерново-подзолистых и тем более подзолистых почвах глубина проникновения корней растений зависит от окультуренности почв, мощности пахотного горизонта и свойств подпахотных слоев.

Факторами, сдерживающими развитие корневых систем растений, являются высокая кислотность переходных горизонтов, наличие токсичных количеств алюминия в почвенном растворе. На черноземах зерновые культуры активно используют азот из всего метрового слоя и, по-видимому, из более глубоких слоев почвы. Наибольшей способностью потреблять азот из глубоких слоев почвы обладают многолетние травы.

При подборе культур в севооборотах важно учитывать эти особенности растений, чтобы исключить или сократить потери нитратов вследствие их нисходящей миграции.

8.2. Фосфор

Фосфор в почвах представлен различными органическими и минеральными соединениями. Органический фосфор включает соединения его в составе гумуса и органические соединения фосфора растительных и микробных клеток. В эту группу входит фосфор как живых, так и отмерших клеток организмов, населяющих почву. К минеральным формам фосфора относятся различные соли фосфорной кислоты (фосфаты кальция, магния, железа, алюминия и др.) и фосфорсодержащие минералы, как, например, апатит и др.

Цикл фосфора – это процесс, посредством которого фосфор движется через литосферу, гидросферу и биосферу. Фосфор необходим для растения и рост животных, а также здоровье микробов, населяющих почву, но постепенно истощающихся со временем. Основная биологическая функция фосфора заключается в том, что он необходим для образования нуклеотидов, в состав которых входят молекулы ДНК и РНК.

Органический фосфор по степени подвижности разделяют на три фракции:

- легкогидролизуемый - растворимый в 2%-ной HCl при кипячении (40-50 % органического фосфора);
- трудногидролизуемый - извлекают при последовательной обработке почвы 80%-ной H₂SO₄ (20-30 %);
- негидролизуемый (15-33 %).

Фосфор органических соединений, так же, как и фосфаты железа и алюминия, концентрируется в верхнем гумусовом горизонте почв. Однако органические формы фосфора характеризуются довольно высокой подвижностью в почве. Если минеральные соли фосфора закрепляются главным образом в зоне их внесения или соприкосновения с почвой, то органический фосфор в форме глюкозофосфатов и глицерофосфатов может передвигаться по почвенному профилю. Среднее содержание фосфора (P₂O₅) в почве составляет: для почв подзолистой зоны 0,1-0,15 % и для черноземов 0,14-0,16 %.

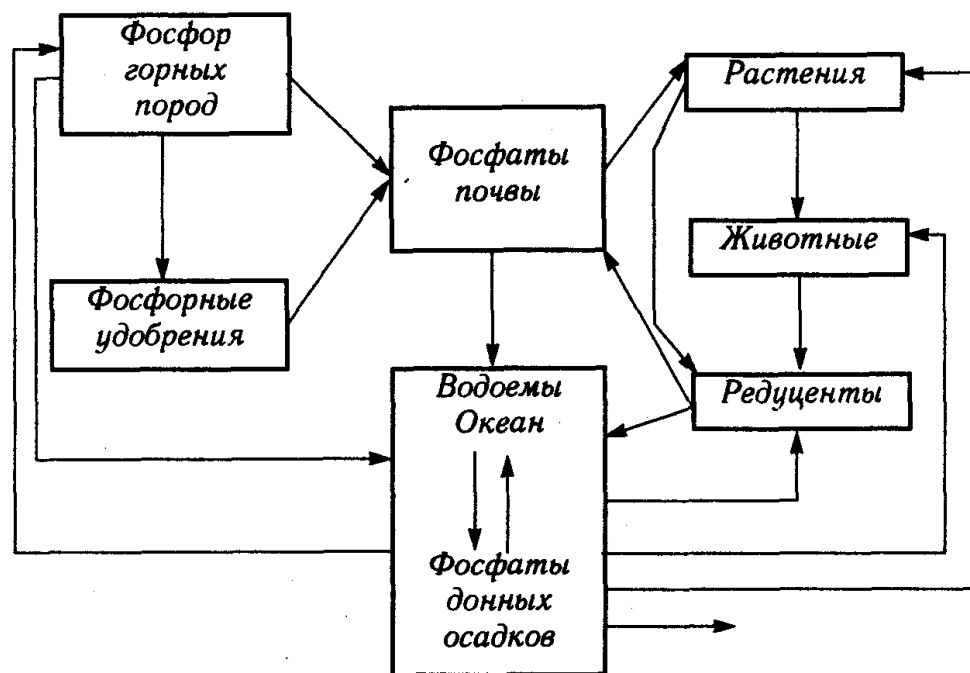


Рис. 75. Цикл фосфора

При выветривании горных пород освобождающийся усвояемый фосфор очень быстро может переходить в труднорастворимые соединения под воздействием железа, алюминия и кальция. Эти элементы могут связывать также растворимый фосфор, вносимый с удобрениями.

Способность почв закреплять фосфаты зависит от содержания в них подвижных полуторных оксидов, от состава глинистых и органических фракций почв и в очень сильной степени - от реакции среды.

В магматических породах фосфор встречается в форме фторапатита и хлорапатита. В слабокислых, нейтральных и щелочных почвах основной формой почвенного фосфора является не трехкальциевый фосфат, а изоморфная смесь фторапатита и гидроксилapatита с различным содержанием фтора.

В условиях кислых дерново-подзолистых почв, бедных кальцием, фосфорная кислота связывается главным образом в виде труднорастворимых фосфатов алюминия и железа.

В нейтральных и карбонатных почвах водорастворимая фосфорная кислота суперфосфата переходит в фосфаты кальция, которые (особенно свежесаженные) усваиваются растениями значительно лучше, чем фосфаты железа и алюминия. Однако на кислых почвах, содержащих много подвижных форм железа и алюминия, процесс перехода фосфатов в неусвояемые формы происходит настолько быстро, что необходимо принимать ряд мер, препятствующих взаимодействию фосфора с почвой.

Фосфаты кальция, накапливающиеся в почве при нейтральной и щелочной реакциях, при подкислении среды становятся более доступными растениям. При длительном взаимодействии с почвой фосфаты кальция переходят в устойчивые гидроксилapatиты.

С железом и алюминием также образуются различные фосфаты. Основные фосфаты алюминия наименее растворимы при pH 3,5 - 4,0, а фосфаты железа - при pH 2,5-3,0. При уменьшении кислотности почвы эти фосфаты более доступны растениям. В условиях кислой реакции среды поглощение фосфорной кислоты глинистыми минералами происходит наиболее интенсивно.

Предварительное известкование кислых почв в этом случае будет способствовать повышению эффективности как фосфорных, так и калийно-азотных минеральных удобрений. Внесение органических удобрений (навоз, торф, торфонавозные компосты) также способствует повышению усвояемости фосфатов.

Перегнойные кислоты, обволакивая гидраты оксидов железа и алюминия, уменьшают связывание фосфорной кислоты в форме неусвояемых соединений. Таким образом, гуминовые кислоты являются фактором повышения усвояемости фосфатов.

Необходимо, чтобы растворимые фосфорные удобрения как можно меньше контактировали с почвой. Для этого их применяют в гранулированном виде, в смеси с органическими удобрениями или ло-

кальню вносят в рядки вместе с семенами. Однако при длительном взаимодействии фосфатов с почвой усвояемость их постепенно снижается.

На почвах с достаточно высокой степенью насыщенности кальцием фосфорная кислота образует фосфаты кальция, которые усваиваются растениями значительно лучше. Растворению грех- кальциевого фосфата способствует также угольная кислота, образующаяся в почве в результате разложения органического вещества почв микроорганизмами и при дыхании растений.

Для улучшения условий разложения фосфоритной муки необходимо увеличить контакт ее с почвой с помощью тщательного перемешивания орудиями обработки. В связи с этим техника внесения фосфоритной муки должна быть иной, чем внесения суперфосфата.

При известковании кислых почв уменьшается их способность разлагать фосфорит. Таким образом, кислотность почв, обусловленная наличием обменных форм водорода, а также минеральные и органические кислоты, образующиеся в почве в результате жизнедеятельности микроорганизмов, - основные факторы, способствующие разложению фосфоритной муки и переводу фосфора в доступное для растений состояние.

При этом необходимо учитывать также особенности различных сельскохозяйственных культур и свойства самого фосфорита. Например, люпин, гречиха, клевер своими корневыми выделениями лучше разлагают фосфоритную муку, чем зерновые культуры и корнеплоды.

Аморфные фосфориты разлагаются в почве легче, чем более древние кристаллические их формы. Фосфориты тонкого помола разлагаются в почве быстрее, чем грубого помола.

8.3. Калий

Содержание калия в почве зависит в основном от количества и состава калийсодержащих минералов группы полевых шпатов и слюд, в которых количество K_2O достигает 10-12 %, и от продуктов их выветривания (иллитов, вермикулитов, смектитов, смешанослойных минералов типа смектит-иллит, смектит-вермикулит, хлорит-смектит и т. д.) с содержанием $K > 0,1-6$ %. Содержание калия увеличивается с утяжелением гранулометрического состава почв от 0,6-1,4% в песчаных почвах до 2,0-2,5 % в суглинистых.

По доступности растениям выделяют следующие формы калия:

- калий минерального скелета - основная часть калия почвы, входящая в состав почвообразующих калийсодержащих первичных и вторичных минералов, в основном недоступная для растений;
- калий необменный - часть калия почвы, находящаяся в структуре слюдоподобных минералов и органоминеральных смектитовых комплексов, участвующая в формировании равновесной системы, частично доступная для растений;
- калий обменный - часть калия почвы, расположенная на поверхности органоминеральных коллоидов и на специфических позициях вторичных минералов, практически доступная для растений;
- калий почвенного раствора - часть калия почвы, находящаяся в водорастворимой форме, в наибольшей степени подверженная внешнему воздействию, непосредственный источник питания растений.

При поступлении калия в почву происходит обменное и частично необменное его поглощение.

При необменном поглощении калий не вытесняется нейтральными солями. Такое необменное поглощение часто называют фиксацией калия почвой. Фиксация калия связана с наличием в почве коллоидных минералов. Калий проникает в кристаллическую решетку этих минералов, куда могут проникать и другие катионы. Однако степень их фиксации определяется ионным радиусом реагирующих катионов: катионы с наибольшим ионным радиусом фиксируются быстрее. Все катионы по этому признаку можно объединить в две большие группы:

- хорошо фиксируемые - K^+ , NH^+ , Rb^+ , Cs^+ , Ba^{2+} (с ионным диаметром 2,66-3,38);
- слабофиксируемые - Li^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Mg^{2+} (с ионным диаметром 1,20-1,98).

Попеременное увлажнение и высушивание почвы способствует фиксации калия. В почве между фиксированным, обменным и водорастворимым калием существует определенное подвижное равновесие. В условиях сильного увлажнения калий фиксируется преимущественно иллитом и почти не фиксируется монтмориллонитом. Но при высушивании почвы калий фиксируют оба эти минерала.

Энергия фиксации калия иллитом возрастает с увеличением pH. Для монтмориллонита при доведении реакции почвы от кислой до pH 6,6 способность фиксации уменьшается, а дальше остается постоянной. Поэтому данные о влиянии известкования на фиксацию калия неоднозначны, хотя большинство их свидетельствует об усилении фиксации калия при известковании почв.

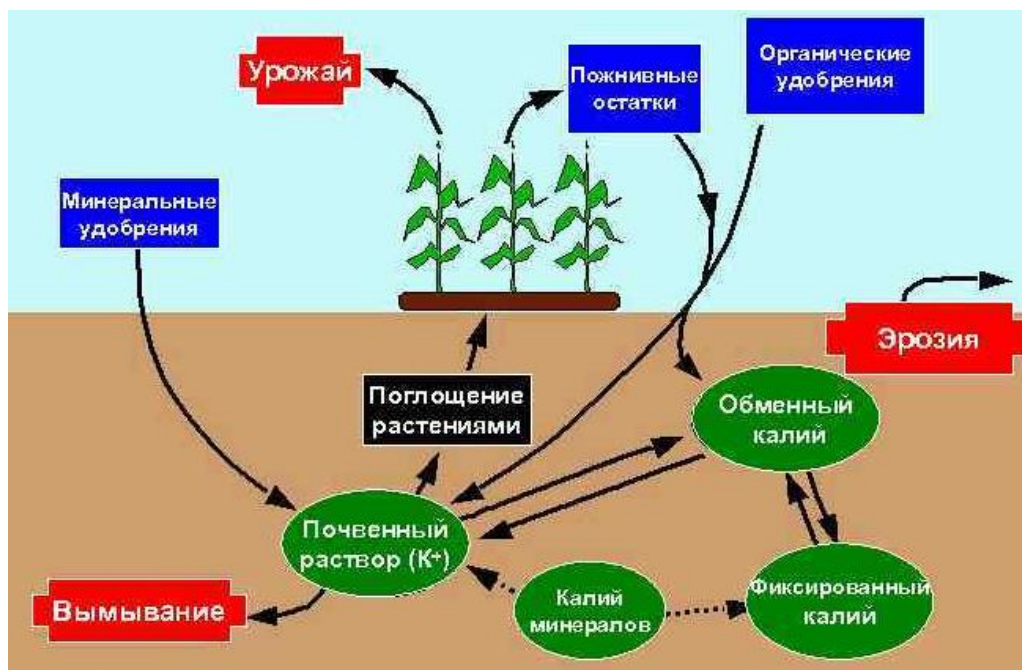


Рис. 76. Цикл калия

Миграция калия по профилю почв зависит от емкости катионного обмена, доз удобрений и кислотности почвы. Она существенно возрастает в легких почвах. При длительном систематическом применении калийных удобрений в условиях многолетних полевых опытов при ежегодном внесении их в дозе 60-90 кг/га на трех наиболее типичных дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава заметная миграция калия удобрений до глубины 100 см наблюдалась только на легких почвах.

На тяжелых суглинках при данном уровне содержания обменного калия миграция калия удобрений глубже 40 см была незначительной, а на средних - наблюдалась до глубины 60 см.

В режиме калия заметную роль играют биологические механизмы, в частности, некоторые виды микроорганизмов способны разлагать силикаты и переводить содержащийся в них калий в усвояемые для растений формы.

В тоже время микроорганизмы, как и высшие растения, поглощая усвояемый калий, накапливают его в своих клетках. Этот фиксированный живыми организмами калий пополняет запасы усвояемого калия лишь после отмирания микроорганизмов и растений.

В процессе извлечения калия из минералов в определенной степени участвуют растения, хотя в основном они используют водорастворимый и обменный калий.

Контрольные вопросы

1. Что такое биогеохимические циклы?
2. Почему разрыв циклов в круговоротах веществ будет губительным для биосферы?
3. Какую роль играет биогеохимический круговорот веществ в природе?
4. Опишите факторы биологической миграции элементов в литосфере.
5. Опишите бактериальные процессы трансформации азотсодержащих соединений в почвах и водных экосистемах

Глава 9. ОХРАНА ПРИРОДЫ КАК ВАЖНЕЙШАЯ ЗАДАЧА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Охрана природы - одна из важнейших задач на современном этапе развития общества. И не случайно вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов являются предметом постоянного внимания.

Проблемы охраны природы имеют хозяйственно-экономический, здравоохранительный, заповедный и эстетический аспекты. Важное значение приобретает обеспечение охраны природы в процессе ее использования. Необходимо разрабатывать методы объективной оценки состояния природных условий и ресурсов и определения допустимых форм и масштабов антропогенного воздействия на природную среду.

Естественный ландшафт и сельскохозяйственное производство можно рассматривать как единую систему, которая функционирует в соответствии с природно-экологическими процессами несмотря на то, что подвергается различным социально-экономическим воздействиям. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства тесно связано с совершенствованием его территориальной организации.

В процессе интенсификации сельского хозяйства, мелиорации земель, межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции возникают новые формы его территориальной организации, приводящие к существенным изменениям в природе, к возникновению новой географической среды. В этих условиях комплексное использование природных ресурсов обеспечивается рациональным природопользованием.



Рис. 77. Пример новой географической среды сформированной в процессе интенсификации сельского хозяйства

Одна из основных экологических проблем - наиболее рациональное использование земельных ресурсов. Она так или иначе связано с территориальным аспектом использования земель.

Непосредственной организацией утилизации земель занимается землеустроительная служба, осуществляющая землеустройство, которое в современных условиях при высокой концентрации и специализации сельскохозяйственного производства приобретает новое качество. Так как наиболее важные вопросы использования земель, размещения производства, капитального строительства, мелиорации, химизации и другие решаются в пределах административного района.

При землеустройстве не только организуется территория отдельного хозяйства, но и предусматривается решение задач межхозяйственного порядка по территориальному устройству кооперативных объединений и агропромышленных комплексов и по формированию землепользований других отраслей народного хозяйства с учетом перспективы их развития.

На форму устройства территории агропромышленного объединения и отдельных его предприятий значительное, а иногда решающее значение оказывают требования социально-экономического характера, охраны и защиты природных ресурсов.

Научно обоснованные разработки вопросов организации использования и охраны земель в РФ осуществляются на основе генеральных схем использования земельных ресурсов, схем землеустройства областей и административных районов, составления проектов землеустройства сельскохозяйственных предприятий и рабочих проектов на отдельные участки и объекты. Данные документы - основа для планирования и прогнозирования развития сельскохозяйственного производства и других отраслей народного хозяйства.

Землеустройство не только решает специальные традиционные задачи, но имеет и большое экологическое содержание. Происходящие в сельском хозяйстве процессы углубления специализации и повышения уровня концентрации отраслей производства вызывают необходимость совершенствовать существующие схемы и проекты землеустройства, в которых должна быть отражена единая экологическая характеристика природной среды с целью рационального ее использования и охраны.

Для более успешного осуществления природоохранных мероприятий на практике необходимо усилить природоохранную направленность в материалах землеустройства путем разработки научно-методических рекомендаций по проектированию природоохранных мероприятий. Вопросы охраны природы учитываются в каждой составной части проекта землеустройства.

В схеме использования земельных ресурсов разрабатываются важнейшие вопросы охраны природы и окружающей среды, а в землеустроительных проектах принимаются конкретные решения по выполнению и размещению природоохранных мероприятий. Здесь находят отражение и проблемы, связанные с внедрением зональных систем земледелия.

Правильное использование земли требует создания в районе и в целом во всех хозяйствах, входящих в агропромышленное объединение, соответствующих территориальных условий.

Организация территории района должна наиболее полно удовлетворять требованиям нормального бесперебойного функционирования агропромышленного объединения, наилучшему осуществлению многочисленных и сложных межхозяйственных связей, входящих в него предприятий и организаций. Она должна создать оптимальные условия для производства, транспортировки, переработки и хранения

сельскохозяйственной продукции в полном объеме и с высоким качеством. И в то же время она должна удовлетворять требованиям рационального и эффективного использования и охраны земель.

В этих условиях землеустройство выступает организующим и определяющим звеном всей системы территориального размещения отраслей агропромышленного комплекса. Оно должно обеспечить рациональное размещение объектов капитального строительства, неразрывно связанных с землей, формирование сырьевых зон предприятий и комбинатов, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию, образование новых и упорядочение существующих землепользователей и их систем, строительство межхозяйственных животноводческих комплексов и объектов агрохимических, ремонтно-строительных, транспортных и других организаций и служб.

Природоохранные мероприятия всегда взаимосвязаны с такими основными вопросами систем земледелия, как землеустройство и мелиорация земель, структура посевных площадей и система севооборотов, система обработки почв и машин, использование природных кормовых угодий, мероприятия по защите почв от эрозии, повышение плодородия почв, защита растений от вредителей и болезней.

Ввиду новизны и сложности проблемы некоторые положения в книге носят постановочный характер и требуют дальнейших исследований.

Контрольные вопросы

1. Дайте основные понятия дисциплины: охрана природы, охрана окружающей (человека) среды, природопользование.
2. В чем сущность закона «шагреновой кожи»? Перечислите и дайте краткую характеристику основным правилам и законам природы Н.Ф. Реймерса.
3. Приведите «железные законы» охрана природы П.Р. Эрлиха.
4. Приведите основные принципы охраны природы согласно Федеральному закону "Об охране окружающей среды".
5. Экологический след человека. Рейтинг регионов с позиции экологии.

Глава 10. ПРИРОДНАЯ СРЕДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Сельское хозяйство в большей степени чем другие хозяйственные отрасли связано с природными условиями и использует их ресурсы. В связи с этим особый интерес представляет территориальная дифференциация природных условий и естественных ресурсов, прежде всего земельных.

Природные условия существуют в виде естественных природно-территориальных комплексов (ПТК), которые имеют зональные особенности, различный таксономический ранг, отличаются внутренней структурой и взаимосвязями своих компонентов.

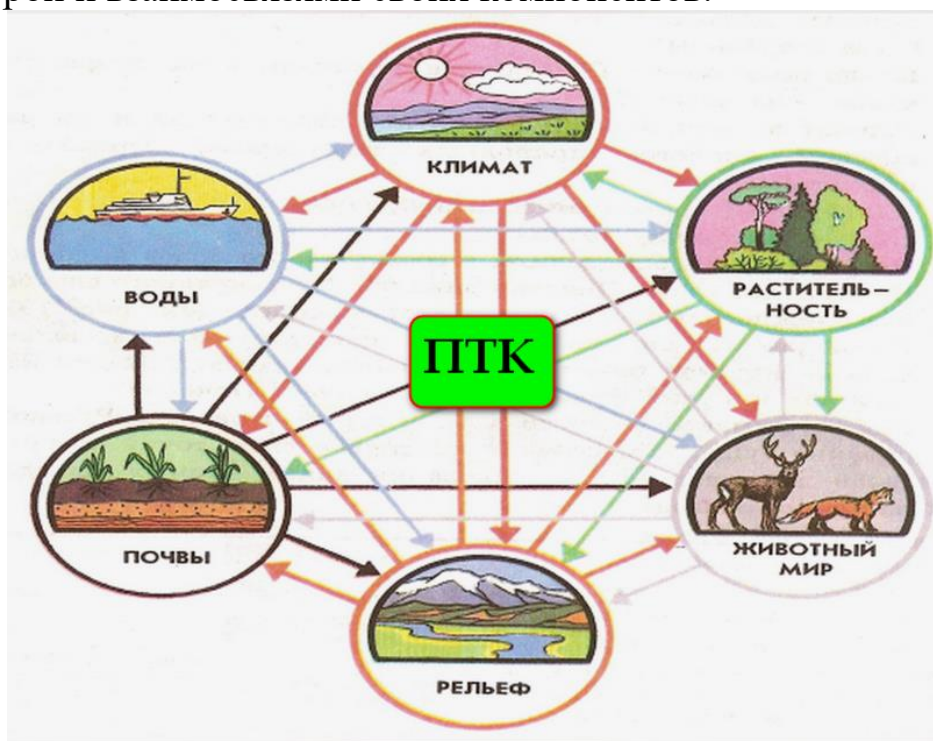


Рис. 78. Схема природно-территориального комплекса

По содержанию и занимаемой площади ПТК не одинаковы. Самой высокой единицей природной территориальной дифференциации ПТК является ландшафт. Большинство географов считают его основным природно-территориальным комплексом.

В морфологической структуре ландшафтов в качестве наименьшей единицы принят природно-территориальный комплекс - фация.

Выявление и классификация территориальных единиц, их картографирование, а также комплексное описание их природных условий и ресурсов - задача физико-географического районирования.

Поскольку объектом такого районирования являются физико-географические комплексы, при изучении которых географы используют принцип комплексности по Н. Гвоздецкому, его принято называть комплексным физико-географическим районированием.

Физико-географическое комплексное районирование – это научно-методологический подход к изучению географического пространства, основанный на анализе физических и географических характеристик территории. Основная цель районирования заключается в выделении и классификации географических объектов и явлений схожих по физическим особенностям.

Объектами природного районирования являются отдельные природные компоненты (рельеф, климат, почва, растительность и др.).

В то же время природное районирование незаменимо и для физико-географического районирования, так как оно служит исходным фактическим материалом для анализа структур комплексов, их территориальных границ и т. д.

Для практических целей сельского хозяйства важно знать не только внутренние связи компонентов в комплексе, но и их взаимосвязи с культурной растительностью. Важно, в частности, выявление соотношений теплового и водного балансов и их корреляционной связи с урожаем.

Соотношения и связи компонентов отдельных территорий разнообразны, отсюда возникает необходимость разделения территории на районы со сходными природными условиями. Выделяя однопорядковые по природным условиям естественные районы, оценивают их с точки зрения сельского хозяйства по отраслям и культурам.

Оценивая природные условия для нужд сельского хозяйства, необходимо учитывать экономическую целесообразность использования природных комплексов и их компонентов. При оценке природных условий по комплексам и компонентам учитывают данные как естественных, так и экономических наук.

Материалы комплексного физико-географического и природных районирований обычно используют для проведения и обоснования работ по землеустройству на наиболее высоком административном уровне.

Для проведения работ по межхозяйственному землеустройству в рамках административного района, а также при разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства нужны более детальные ланд-

шафтные и специальные прикладные исследования. Необходимо изучение отдельных морфологических частей ландшафта, а также прикладных специальных карт среднего и крупного масштабов.

Единицы, из которых построены все природные ландшафты разные исследователи называли по-разному:

- Б. Польшов называл элементарным ландшафтом,
- И. Ларин - микроландшафтом,
- Л. Берг - фацией,
- В. Сукачев - биогеоценозом,
- А. Тэнсли - экосистемой.

Каждая наземная экосистема состоит из абиотических (совокупность условий неорганической среды - приземный слой атмосферы, почва, подпочвенный слой грунта, грунтовые воды) и биотических (жизнедеятельность различных организмов. факторов среды).

Элементарный ландшафт в своем типичном проявлении представлен строго определенными элементами рельефа, породой или наносом и растительным сообществом.

В результате этих условий создаются определенные почвенные различия, что свидетельствует об одинаковом на протяжении элементарного ландшафта взаимодействии между горными породами и организмами.

Совокупность элементарных ландшафтов, свойственных определенному геоморфологическому элементу (водоразделу, склону, террасе и т. д.), Б. Польшов предложил называть местным ландшафтом.

Благодаря работам Н. Солнцева утвердились следующие основные морфологические единицы природного географического ландшафта: фации, урочища, типы местности.

Фация - самая простая, низшая морфологическая единица ландшафта, представляющая собой природно-территориальный комплекс, на протяжении которого сохраняются одинаковая литология поверхностных пород, один и тот же элемент рельефа, почвенная разность, биоценоз, характер увлажнения и микроклимата. Практически фация занимает часть микроформы рельефа (склон оврага, лишенный растительности; неглубокое понижение в пойме реки; подножье склона моренного холма южной экспозиции и т. д.).

Урочища представляют собой систему взаимосвязанных фаций, формирующихся в пределах одной мезоформы рельефа. К урочищам относятся природно-территориальные комплексы, занимающие реч-

ные террасы, поймы, моренные холмы, балки, овраги, плоские водоразделенные пространства и т. д. В сельскохозяйственной практике они, как правило, составляют самостоятельные природные уголья.

Важнейшей органической составной частью ландшафта является тип местности, представляющей собой закономерное сочетание урочищ.

В охране природы важная роль принадлежит таким новым направлениям в ландшафтоведении, как физика и химия ландшафта, являющихся смежными отраслями. Причем химия ландшафта возникла несколько ранее.

При решении задач охраны окружающей среды от загрязнений, связанных с миграцией различных соединений в ландшафте в результате поверхностного и грунтового стока, необходимо изучение геохимического ландшафта.

В отличие от природного (физико-географического) ландшафта геохимический ландшафт выделяется на основе изучения миграции химических элементов и соединений. Он не всегда идентичен с физико-географическим ландшафтом, возможны совпадения и расхождения.

По условиям миграции химических элементов различают ландшафты:

1. элювиальные (плоские водоразделы) ландшафты,
2. супераквальные (надводные) ландшафты,
3. субаквальные (подводные) ландшафты.

Кроме того, имеются переходные формы ландшафтов, среди которых М. Глазовская выделяет:

1. трансэлювиальные (верхние части склонов),
2. элювиально-аккумулятивные (нижние части склонов и сухих ложбин),
3. аккумулятивно-элювиальные (местные замкнутые понижения с глубоким уровнем грунтовых вод),
4. транс- супераквальные
5. супераквальные (замкнутые понижения со слабым водообменом), трансаквальные (реки, проточные озера).
6. аквальные (непроточные озера).

Для элювиальных ландшафтов, залегающих на плоских водоразделах с глубоким залеганием грунтовых вод, характерны отсутствие притока материала в результате жидкого или твердого бокового стока, вынос веществ путем стока и просачивания, аккумуляция веществ из атмосферы.

Геохимия элювиальных (водораздельных) ландшафтов мало зависит от надводных и подводных ландшафтов. Поэтому А. Перельман предложил называть их автономными.

Для субаквальных (подводных) ландшафтов, наоборот, характерен принос материала с жидким и твердым боковым стоком. В водоемы поступают все химические элементы и соединения с окружающих водораздельных пространств и в первую очередь наиболее подвижные, накопление которых типично для этих ландшафтов.

Супераквальные (надводные) ландшафты характеризуются близким залеганием грунтовых вод и связанным с этим накоплением химических элементов, обладающих наибольшей миграционной способностью, вымытых из коры выветривания и почв водоразделов.

Поскольку геохимия надводных и подводных ландшафтов в значительной степени зависит от ландшафтов водоразделов, Л. Перельман предложил называть их подчиненными.

В результате миграции химических элементов элементарный ландшафт приобретает в вертикальном направлении неоднородность, расчленяется на ряд природных тел: надземную часть ландшафта, почву, кору выветривания и водоносный горизонт.

В некоторых элементарных ландшафтах их составные части тесно связаны с миграцией вод. Для многих ландшафтов степей и пустынь характерна слабая зависимость грунтовых вод от почвенных процессов.

Для каждого геохимического ландшафта характерно закономерное сочетание автономных, надводных и подводных ландшафтов с миграцией химических элементов между ними.

Геохимический ландшафт – это парагенетическая ассоциация сопряженных элементарных ландшафтов, связанных между собой миграцией элементов.

Ландшафтно-геохимические условия усиливают или ослабляют влияние химического загрязнения. Роль регуляторов многих процессов миграции веществ в ландшафтах играют почвы, являющиеся своеобразными фильтрами по отношению к многим загрязняющим веществам.

Определенная часть элементов, поступающих в почву, задерживается в ней, что обусловлено наличием гумуса, щелочно-кислотными и окислительно-восстановительными условиями, адсорбционными и другими свойствами почв. Часть проникающих с почвенными раство-

рами в глубь профиля веществ задерживается иллювиальными, глеевыми или карбонатными горизонтами, которые являются своеобразными почвенно-геохимическими барьерами.

Опасность сохранения и накопления в почвах биохимически активных элементов зависит, прежде всего, от щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных условий.

В кислых почвах с преобладанием восстановительных условий такие токсичные элементы, как ртуть и кадмий, образуют легкоподвижные соединения, а свинец и мышьяк - слабоподвижные. Следовательно, по мере уменьшения кислотности почв опасность загрязнения ртутью и кадмием увеличивается, а свинцом и мышьяком - уменьшается.

Опасность накопления пестицидов в почвах возрастает от песчаных разностей к глинистым, а также от не заболоченных - к переувлажненным болотным и т. д.

При охране природной среды от химического загрязнения важное значение имеет природное районирование на ландшафт геохимической основе. Оно проводится для оценки и прогноза состояния окружающей среды, обоснования норм предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в конкретных ландшафтно-геохимических условиях.

В основе районирования для природоохранных целей лежит представление о территориальных ландшафтно-геохимических системах (технобиогеомах), имеющих определенный уровень геохимической устойчивости при определенном типе техногенного воздействия.

На основании критериев М. Глазовской была разработана схема мелкомасштабного ландшафтно-геохимического районирования Нечерноземной зоны по условиям самоочищения. Это - первый опыт ландшафтно-геохимического прогнозного районирования, связанный с техногенным воздействием пестицидов и других загрязнителей.

Однако требуется дальнейшее совершенствование и детализация ландшафтно-геохимического районирования в целях охраны природной среды и здоровья человека.

В связи с этим заслуживают внимания почвенно-геохимические исследования, учитывающие особенности геохимии элементов, выявляющие условия их миграции и типы почвенно-геохимических сопряжений, а также медико-геохимические исследования.

Очевидно, целесообразно слияние названных выше двух направлений ландшафтоведения с целью формирования новой завершающей фазы, которую называют физико-химией ландшафта. Новое направление физико-географической науки ограничивается рассмотрением физических и химических сторон явлений и не затрагивает общественных отношений.

Науку, которая изучает всю сферу взаимоотношения природы и общества, И. Забелин предложил называть «натуросоциологией».

Натуросоциология – это наука о сохранении природной среды призвана изучать динамику биоценозов в связи с деятельностью человека и разрабатывать предложения по регулированию взаимоотношений природы и общества.

Естественно - научные предпосылки для нее заложены в учении В. Вернадского о биосфере и В. Сукачева о биогеоценозах. Таким образом, она является наукой комплексной, использующей данные многих наук, и находится в процессе своего становления.

Наука об охране природы использует, прежде всего, результаты ландшафтных исследований, поскольку в их процессе обобщаются данные о всей совокупности природных условий территории, выясняются взаимосвязи и взаимообусловленности как между природными компонентами внутри производственно-территориальных комплексов, так и между самими комплексами, включая и антропогенные изменения.

Одним из конечных результатов изучения ландшафтов является составление ландшафтных карт. На их необходимость одним из первых указывал Г. Высоцкий. В дальнейшем различные ландшафтные карты для практических и теоретических целей составляли многие ученые - Б. Польшов и М. Юрьев; И. Ларин, А. Гожев; И. Герасимов и А. Кесь и др. На ландшафтной карте выделяют конкретные пространственные единицы, для каждой из которых может быть намечена своя система хозяйственных мероприятий.

Эти карты служат основой для проведения почвенных, геоботанических, гидрологических, мелиоративных обследований и других исследований для целей сельского хозяйства.

В результате хозяйственной деятельности происходит изменение природных ландшафтов, возникают определенные модификации естественных ландшафтов, природно-производственные территориальные комплексы, которые многие авторы называют антропогенными ландшафтами.

Важное качество таких ландшафтов - их способность к саморегулированию своих параметров в пределах, не превышающих определенные критические величины (устойчивость ландшафтов). Устойчивость антропогенных ландшафтов зависит от устойчивости слагающих их компонентов, соседних ландшафтов, длительности и интенсивности антропогенного воздействия.

Наименее устойчивы биотические компоненты ландшафтов, прежде всего растительный покров. Относительно устойчивые антропогенные ландшафты могут быть созданы, когда они либо эквивалентны исходным, либо направление антропогенного воздействия совпадает с ходом естественных процессов.

Хозяйственная эксплуатация неустойчивых ландшафтов должна проводиться с учетом возможного их разрушения, поэтому мероприятия по охране природы основываются на предотвращении и замедлении процессов, разрушающих ландшафт.

В результате воздействия человека на природную среду создаются исключительно разнообразные ландшафты. Ряд исследователей предлагают различать классы сельскохозяйственных, промышленных, дорожных, селитебных, лесных, водных ландшафтов. В классе сельскохозяйственных ландшафтов выделяют подклассы полевых, лугово-пастбищных, садовых, смешанных садово-полевых, а их зональные варианты предлагает считать типами ландшафта.

Разработка более обоснованной классификации антропогенных ландшафтов позволит перейти к их картографированию с показом современного состояния и степени антропогенного изменения. Производственная деятельность человека тесно связана с природными ресурсами, которые не могут существовать и использоваться вне природных условий.

Наличие природных ресурсов составляет основу производства сельскохозяйственной продукции. Все это определяет народно-хозяйственную значимость их рационального использования, охраны и воспроизводства.

Сочетание или комплекс природных ресурсов является фактором формирования определенного производственного направления региона, пространственной структуры отраслей сельского хозяйства.

Рассмотрим основные виды природных ресурсов: земельные, водные, биологические, минеральные и атмосферный воздух.

Земельные ресурсы. Важнейшим природным ресурсом, естественной основой всякого производства и главным средством сельскохозяйственного производства является земля. От ее правильного планирования, рационального использования зависят успешное функционирование всех отраслей народного хозяйства, а также сохранение чистоты среды, взаимодействие общества и природы, человека с землей.

Роль и значение земли в общественном производстве не одинаковы: в промышленности земля служит лишь пространственным базисом, местом для расположения предприятий; в добывающей промышленности-она выступает еще и как своеобразная кладовая, из недр которой извлекают нужные для общества ископаемые, а в сельском хозяйстве и как важнейшая производительная сила, без которой немислим процесс сельскохозяйственного производства. Здесь земля приобретает новую функцию орудия труда и предмета труда, сохраняя и функцию всеобщего условия труда.

Проблема удовлетворения потребностей страны в продуктах земледелия вызывает необходимость как более рационального использования и охраны существующих сельскохозяйственных угодий, так и увеличения их площади.

Ежегодно возрастает потребность в землях для несельскохозяйственных целей, внутрихозяйственных нужд колхозов и совхозов, утилизации выбросов и отходов промышленного и сельскохозяйственного производства. Это необходимо учитывать при определении размеров нового освоения земель для сельского хозяйства.

Выявление земельных резервов для увеличения площади сельскохозяйственных угодий необходимо для компенсации площадей. Поэтому использование резервных площадей для нового сельскохозяйственного освоения и трансформация в более продуктивные угодья приобретают все большую актуальность.

Высокоэффективно вовлечение в сельскохозяйственный оборот используемых по разным причинам небольших участков в границах сельскохозяйственных предприятий, городов и районов.

Главный источник дополнительных резервов сельскохозяйственных угодий:

- земли самих колхозов и совхозов, земельные ресурсы лесохозяйственных организаций и госземзапаса: болота и кустарники, расположенные на землях сельскохозяйственных предприятий;
- непокрытые лесом площади лесохозяйственных организаций; площади, занятые песками и такырами;

- пойменные земли; плавни;
- мелководья водохранилищ;
- торфяные и нарушенные земли различных землепользователей и др.

В лесном фонде РФ имеются значительные площади земель, пригодных для вовлечения в сельскохозяйственный оборот. Главным резервом вовлечения нарушенных площадей в интенсивное сельскохозяйственное использование являются отработанные торфяники.

Неудовлетворительное мелиоративное и культуртехническое состояние многих сельскохозяйственных угодий и их низкая продуктивность, особенно естественных сенокосов и пастбищ обусловлены зарастанием древесной растительностью, заболачиванием, засолением, эрозией. Вместо расширения используемых сельскохозяйственных угодий почти во всех союзных республиках возросли площади под лесами.

Основа для определения качества земельных угодий - изучение почв и составление почвенных карт. Однако при вовлечении земельных ресурсов в сельское хозяйство необходимо учитывать не только плодородие почв, но и пространственно-технологические свойства земли; потенциальную опасность развития неблагоприятных явлений, разрушающих плодородие почв; оптимальное соотношение основных компонентов ландшафта и требований охраны окружающей среды; хозяйственную доступность, производственную необходимость и др.

Возможность использования земельных ресурсов во многом определяется качеством почвы. Свойства их довольно четко отражают специфику местных природных условий и являются, по образному выражению основоположника отечественного почвоведения В. Докучаева, «зеркалом природы».

Ежегодно с полей вместе с урожаем выносятся значительное количество питательных веществ, в результате чего почва отрицательные последствия химической прополки можно максимально уменьшить путем интенсификации разложения и локализации препаратов в местах их применения и обезвреживания возвратных вод орошения.

Уменьшение персистентности гербицидов можно достичь с помощью усиления их биодеструкции и введения специальных химических добавок.

С интенсивностью приемов обработки почвы связано ухудшение ее физического состояния. В процессе всего комплекса полевых работ сельскохозяйственная техника обычно проходит по полю 5-15

раз, суммарная площадь следов составляет 100-200 % площади поля. При систематическом воздействии ходовых частей тракторов и сельскохозяйственных машин уплотняются не только верхний, но и более глубокие слои почвы, что существенно изменяет ее физические свойства. Кроме того, часто ухудшается качество последующей предпосевной обработки, так как образуются глыбы, мешающие равномерной заделке семян, что приводит к снижению урожая.

Для уменьшения уплотнения почвы машинно-тракторными агрегатами необходимо применение новых прогрессивных технологий обработки почвы, широкозахватных комбинированных агрегатов, машин с активными рабочими органами, а также совершенствование ходовой части тракторов, выбора оптимальных параметров двигателей.

В результате мелиоративных работ наблюдается изменение естественного водного режима почв и других природных условий не только на мелиорируемых массивах, но и на прилегающих к ним территориях. Под влиянием гидротехнических мелиораций и сельскохозяйственного использования в почвах происходят существенные изменения органического вещества, свойств поглощающего комплекса, биохимических показателей, микроклимата почв. Это в большей степени относится к торфяно-болотным почвам, а также к почвам, химический состав которых определяется минеральными грунтовыми водами.

Выбор методов и норм осушения должен осуществляться исходя из особенностей почв. Степень их осушения необходимо учитывать не только на начальных этапах освоения, но и в процессе последующего сельскохозяйственного использования осушаемых земель.

Важной проблемой является загрязнение почв тяжелыми металлами. Степень загрязнения растений и почв свинцом вдоль автомобильных дорог зависит от интенсивности движения. Так, в радиусе 1 км вокруг дорог с интенсивностью движения 10 тыс. автомобилей в день ежегодно выбрасывается в окружающую среду от 30 до 100 кг свинца. Большая часть этого выброса откладывается в почвах (в основном в верхних слоях) и сохраняется длительное время.

В растениях свинец накапливается преимущественно в корнях и обычно не перемещается в надземные органы.

Наблюдается также загрязнение почв бенз(а)пиреном (БП) и битуминозными веществами (БВ). В наибольшей степени загрязняются обочины дорог и придорожные полосы шириной до 20 м. Однако даже

на расстоянии 100 м от шоссе концентрация БП достаточно высока и превышает его фоновый уровень в почвах.

К загрязнению почв тяжелыми металлами наиболее чувствительны овощные культуры: свекла, салат, томаты. Накапливающиеся в растениях тяжелые металлы могут попасть через пищу в организм человека. Особенно опасен кадмий, суточная допустимая доза этого элемента для человека составляет 70 мг.

Поступившие в почву тяжелые металлы подвергаются в ней различным превращениям. Малые дозы металлов безвредны и даже стимулируют биологические процессы в почвах. В больших дозах металлы токсичны и тормозят некоторые физиологические процессы микроорганизмов. Наиболее токсичны ионы кадмия, ртути, свинца.

Степень и характер воздействия хозяйственной деятельности человека на изменение качества почвы, а также на состояние других ресурсов биосферы следует учитывать при оценке результатов сельскохозяйственного производства.

При дальнейшем росте интенсификации сельского хозяйства необходима оптимизация антропогенного воздействия на сельскохозяйственные ландшафты. Решение проблемы оптимизации во многом зависит от разработки научных основ формирования агроландшафтов и их классификации.

Интенсивное использование водных ресурсов в различных районах РФ приводит как к качественным (загрязнение), так и количественным (изъятие) их изменениям. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы оптимального использования водных ресурсов и охраны их от загрязнения и истощения.

Одна из причин количественного истощения водных ресурсов - изменение водного баланса отдельных территорий в результате распашки лугов, вырубки лесов, осушения пойменных болот, строительства водохранилищ и т. д. Все это приводит к увеличению испарения и уменьшению запасов грунтовых вод, вызывающих сокращение водоносности рек.

В результате фильтрации и испарения в сельском хозяйстве страны ежегодно теряется 34,2 км³ (около 1 % ежегодного расхода воды в мире на хозяйственно-бытовые нужды), а в промышленности 4 км³ воды.

Рациональное использование воды включает как ее экономию, так и утилизацию образовавшихся сточных вод.

Повторное использование очищенных сточных вод позволяет снизить потребность в воде питьевого качества и уменьшить сброс загрязняющих веществ в водоемы.

Для водных ресурсов большую опасность представляет загрязнение рек и водоемов сбросами сточных вод, отходами сельскохозяйственного производства, минеральными удобрениями и пестицидами.

Использование сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур позволяет решить вопросы очистки и доочистки сточных вод, охраны водных источников от загрязнения. Однако при использовании сточных вод с повышенным количеством азота растениеводческой продукции могут накапливаться токсичные дозы этих соединений.

Важной проблемой является предотвращение загрязнения водных объектов отработанной или сточной водой. Это, прежде всего, относится к промышленным сточным водам, загрязненные токсичными веществами (в частности, солями тяжелых металлов)

Для рационального и комплексного использования водных ресурсов необходимо широкое развитие локальной очистки промышленных сточных вод и переход на бессточную технологию.

Крупным загрязнителем вод, как и природной среды в целом в последнее время становятся животноводческие комплексы и фермы. Отходы на них ежегодно возрастают, а их утилизации достигает в среднем около 50 %, что приводит к загрязнению водоемов. В той или иной мере это связано с неисправностью очистных сооружений, с ограниченностью полей орошения вокруг комплексов.

С развитием промышленного животноводства и птицеводств во внешнюю среду вместе со сточными водами и пометом попадает значительное количество химических соединений после дезинфекционных обработок.

Говоря о санитарной охране водоемов от загрязнения отходами животноводства, следует отметить, что современные системы обработки и утилизации навоза животноводческих комплексов пока еще не в полной мере предотвращают загрязнение окружающей среды.

Более высокую санитарную защиту от паразитов, вирусов, ионов металлов, нитратов и вредных органических веществ дает очистка сточных вод на биологических прудах в сочетании с полями орошения.

Помимо животноводческих предприятий, значительное влияние на окружающую среду оказывают крупные тепличные комплексы и

комбинаты площадью до 72 га. Здесь применяется повышенное количество пестицидов, которое намного превышает их расход полеводстве, садоводстве и овощеводстве открытого грунта.

Установлено что вынос пестицидов и биогенных веществ с тепличного грунта в дренажные стоки. Обезвреживание дренажных вод, теплиц должно проводиться до их выпуска в канализацию.

Определенный вред окружающей природе причиняет и силосное загрязнение. При поступлении в водоемы силосного стока содержание в воде кислорода резко снижается, что может вызвать гибель растений и рыб. Особенно ядовита силосная жидкость для рыб, даже при разбавлении во много сотен раз. Поэтому нельзя допускать ее попадания в водоемы.

К загрязнителям природных вод относятся и химические элементы, содержащиеся в удобрениях, пестицидах и других препаратах, применяемых в сельском хозяйстве.

Исследованиями выявлены различия в содержании биогенных элементов в водоемах в зависимости от характера использования участка водосбора, питающего соответствующий водоем. Поверхностный сток, поступающий с полевой части водосбора, был загрязнен сильнее, чем сток с лесной части. Концентрация биогенных элементов была выше в первом случае летом в 3,7 раза, осенью - в 1,3 раза, весной - в 4,9 раза.

Результаты исследований показали, что 70 % наносов (поступающих в озеро А. происходит за счет поверхностного стока с пахотных площадей, 20 % с животноводческих комплексов и 10 % за счет общих стоков с неулучшенных и эродированных земель.

Исследованиями установлено, что с территории пастбищных водосборов ежегодно вымывается 5- 15 кг/га азота и 0,5 кг/га фосфора.

Большая часть биогенных веществ поступает в реки с продуктами эрозии. В то же время потери этих веществ с местных водосборов в 5-10 раз меньше.

Смываемые с сельхозугодий азотные и фосфорные удобрения вызывают эвтрофикацию рек и озер, а проникающие в грунтовые воды нитраты опасны для здоровья людей и животных. Вымывание азота из почвы происходит обычно при внесении доз, превышающих 90 кг/га. ПДК нитратов в водных источниках равна 10 мг/л. Полностью очистить воду от азота можно с помощью биологических методов, однако они неэффективны для очистки от фосфора.

Важнейшим мероприятием, предотвращающим загрязнение окружающей среды, является использование концентрированных форм удобрений. Перспективно применение ингибиторов нитрификации. Можно рекомендовать одноразовое внесение азотных удобрений в дозах 50-70 кг/га.

В результате сельскохозяйственного использования в воды поступает только около 23 % фосфора, остальная же часть поступает за счет населенных пунктов (46%) и лесов (31 %).

Исследованиями установлено, что 50% выноса фосфора происходит с природными водами в зимний период, 17 % с повышенным стоком за вегетационный период и 33 % с гравитационными водами грунтов. Для уменьшения эвтрофикации вод необходимо улучшить организацию всех производственных процессов.

Минеральные питательные вещества содержатся в каждом водоеме, и только повышенная концентрация их по сравнению с естественной в результате вмешательства человека рассматривается как загрязнение. Поэтому необходимо знать естественное содержание минеральных веществ, которое принимается за основу (фоновое значение).

Так, в ручьях лесной зоны (без сельскохозяйственного производства) содержание нитратов колеблется обычно от 0,1 до 16 мг/л NO_3 , а содержание фосфатов - от 0,001 до 0,3 мг/л.

Макроэлементы, широко используемые в лесном хозяйстве, не являются токсичными, но, попадая в водоемы, вызывают бурное развитие водорослей. В результате происходит зарастание водной поверхности, снижается содержание кислорода в воде, активизируются процессы гниения.

Уменьшение загрязнения водоемов - важнейшая задача водного хозяйства. Для каждого водоема должны быть определены основные функции, установлены его основное назначение и допустимые параметры загрязнения.

В водоемах, предназначенных для получения питьевой воды, в целях охраны природы и рекреации, должно быть низкое содержание питательных веществ.

Неблагоприятное влияние на окружающую среду могут оказывать водохозяйственные и мелиоративные мероприятия: осушение, орошение, обводнение, водоснабжение, регулирование стока русел, расчистка и спрямление русел водотоков, расчистка порогов стока из озер; устройство водохранилищ и обвалований, гидротехнических со-

оружений и насосных станций для забора воды на орошение или водоснабжение; сброс дренажных вод с орошаемых и осушаемых земель; сброс сточных вод с проектируемых поселков или животноводческих комплексов. Если указанные мероприятия вызывают количественные и качественные изменения режима поверхностных, грунтовых и подземных вод (жидкого, твердого, солевого, бактериологического), а также режима их уровней, необходимо устанавливать степень воздействия этих факторов на смежные земли (затопление, подтопление, эрозия), санитарное состояние водоисточников, смену естественных растительных ассоциаций, ландшафт, достопримечательные объекты природы, условия обитания животного мира.

Для охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения при осушении и орошении земель устраивают водоохранные зоны и полосы, обеспечивают выполнение нормативных требований к качеству сбросных вод в устьевых частях магистральных, сбросных и разгрузочных каналов, для чего намечают комплекс агротехнических, организационных и гидротехнических мероприятий.

Основные мероприятия по охране вод на оросительных системах:

- рациональная система орошения и водоподачи (исключающая или сокращающая до минимума непроизводительные потери оросительной воды);
- упорядоченный сброс воды из каналов, рисовых систем и коллекторно-дренажной сети;
- устройство дренажа различных типов в зависимости от геологических и гидрогеологических условий территории;
- повторное использование дренажных вод для орошения;
- искусственное их восполнение.

Для обеспечения благоприятного водного режима рек, озер и водохранилищ, предохранения их от заиления и загрязнения в их бассейнах выделяют водоохранные зоны. Однако, несмотря на важную роль водоохранных зон в защите водоемов от загрязнения поверхностным стоком, коренного улучшения качества воды, невозможно достичь без проведения ряда инженерных мероприятий водоохраны - совершенствования технологии очистки предназначенных к сбросу сточных вод, перевода предприятий на оборотное водоснабжение, совершенствования конструкций водовыпускных устройств и т. д.

Методические разработки последних лет по вопросам охраны водных ресурсов от загрязнения позволили определить нормативные

показатели, характеризующие качественное «истощение» - предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ.

В результате сельскохозяйственной деятельности создаются искусственные биоценозы (агробиоценозы). Вместе с лесами они составляют основной растительный покров, выполняя важную функцию охраны природы.

Особо важная роль принадлежит лесной растительности. Ежегодно в процессе фотосинтеза леса выделяют более 3 млрд, т кислорода и поглощают 3,5 млрд, т углекислого газа. В 1 м³ лесного воздуха содержится в 50-70 раз меньше вредных микроорганизмов. Один гектар леса конденсирует до 60 т пыли и год.

Наиболее полно и эффективно ландшафтообразующая роль леса проявляется при оптимальной лесистости.

Создание оптимальной лесистости должно предусматривать отведение под лес необходимого минимума земель и в первую очередь малопродуктивных для сельского хозяйства.

Важная роль в формировании лесных ландшафтов принадлежит лесному хозяйству.

Несоблюдение правил эксплуатации лесных ресурсов часто приводит к разрушению лесной подстилки, заболачиванию почвы, нежелательной смене пород и т. д.

Лесная подстилка оказывает сильное влияние на уровень почвенного плодородия - она источник питательных веществ.

При сплошной раскорчевке происходит удаление не только слоя лесной подстилки, но и дернины. Вместе с выкорчеванными возрастает противозерозионная устойчивость почв в результате формирования подстилки из листьев.

Посевы сельскохозяйственных культур отличаются от лесных сообществ отсутствием саморегулирования, непрерывной функциональности, преобладанием отчуждения веществ с урожаем над их аккумуляцией на месте.

На пашне усиливается миграция веществ из активного корнеобитаемого слоя почв, что может значительно уменьшить объем и интенсивность биологического круговорота веществ. Так как агробиоценозы не являются самоподдерживающейся системой, они требуют постоянного вмешательства человека, что приводит иногда к отрицательным последствиям.

Естественные пастбища занимают все больший удельный вес в кормовом балансе животноводства, они являются главным источником

дешевого корма для скота. Однако при перегрузке пастбищ их продуктивность ежегодно падает. Из-за неумеренного выпаса происходит засорение массивов пастбищ сорными и ядовитыми растениями.

Неправильное использование пастбищ на склонах в большинстве случаев приводит к образованию эрозии. Наиболее сильно она проявляется на склонах южной экспозиции, где выпас скота проводят в весенний и зимний периоды. В результате склоны прорезают многочисленные скотобойные тропы, на отдельных участках полностью вытаптывается растительность и разрушается почва, на поверхность выступает порода в виде скальных обнажений и осыпей. Такие земли зачастую превращаются в бросовые, и возвращение их в сельскохозяйственное производство требует больших затрат.

Под влиянием антропогенного фактора значительные изменения претерпели и коренные растительные группировки пустынных пастбищ. Для повышения продуктивности пустынных биогеоценозов на обедненных типах пастбищ наряду с их охраной и регулировкой интенсивности выпаса необходимо проведение фитомелиоративных работ по коренному улучшению территории. Малопродуктивным горным пастбищем на среднесмытых почвах (проективное покрытие 40%) необходимо давать отдых на два года, сильнообитым (проективное покрытие не более 0 - 20%)-три года. На таких участках проводят подсев трав и внесение минеральных удобрений.

Очень сильнообитые пастбища исключаются из сельскохозяйственного использования до полного восстановления травостоя. Горные пастбища со средне- и сильноскелетными почвами, а также камнями на поверхности (более 10%) обрабатывать не рекомендуется, ограничиваются лишь их поверхностным улучшением.

С территории пастбищных водосборов ежегодно вымывается 5-15 кг/га азота и 0,5 кг/га фосфора (в то время как с лесных водосборов теряется в 5-10 раз меньше). Причем большая часть биогенных веществ поступает в реки с продуктами эрозиями удаляется значительная часть верхних, наиболее плодородных слоев почвы.

Нелимитируемые объемы вырубок, отклонение от принято технологии лесоработок, недорубы, оставление на лесосека лиственных пород (быстро обсеменяющих вырубки), уничтожение всходов и подроста при рубке, отсутствие активных мер по лесовосстановлению способствует нежелательной смене пород.

Так, в лесных ландшафтах умеренного пояса с преобладание ели при возобновлении леса хвойные породы сменяются лиственными,

главным образом березой и осиной, экономическая ценность которых в 2-5 раз меньше, чем хвойных.

Однако в смене пород есть и положительный результат. Под влиянием вновь образовавшегося биоценоза лиственного лес; происходит эволюция подзолистых почв, повышается содержание гумуса в верхнем горизонте, а азота и фосфора в подстилке уменьшается кислотность и т. д.

В некоторых районах березняки и осинники служат важной базой для пастьбы скота и сенокошения, а также являются сырьем для многих производств. Осина и береза - наилучшее сырье для спичечной промышленности.

Леса имеют также большое водоохранное значение, улучшают гидрологический режим территории, способствуют уменьшению поверхностного стока талых и дождевых вод и более равно мерному питанию водоемов, благоприятно влияют на формирование подземного стока.

Полезастное лесоразведение является одним из важнейших средств улучшения условий возделывания культур, обеспечения стабильности урожаев, повышения устойчивости всего сельскохозяйственного производства.

Система полезастных лесных полос значительно повышает весеннюю влагообеспеченность растений благодаря сохранению снега от сноса ветром и возгонки. Снегоохранное влияние системы лесных полос благоприятствует перезимовке озимых и зимующих культур. Ослабление лесными полосами силы ветра и турбулентного обмена воздушных масс улучшает режим влажности и температуру воздуха, особенно в условиях засушливого климата.

Агромелиоративные и природоохранные свойства лесных насаждений сохраняются лишь при условии постоянного ухода за ними.

Для поддержания лесных полос в хорошем состоянии необходимы ежегодные рубки ухода, удаление сухостоя и бурелома, разреживание разросшегося кустарника. В процессе рубок необходимо сохранять подрост ценных пород, гнезда птиц и муравейники.

Все эти мероприятия улучшают рост насаждений и придают им ажурную конструкцию. При такой конструкции лесных полос повышается влагообеспеченность древостоев за счет дополнительного задержания в них снега, под полог не проникают сорняки,

Считается, что корма не опасны для здоровья животных, если нормы азота на пастбищах не превышают 50-60 кг/га, а на лугах - 80-90 кг/га. Содержание нитратов в кормовых растениях, не должно превышать 0,2-0,3 % сухого вещества.

При правильном использовании пастбищ (без их улучшения, продуктивность можно повысить на 20-30 %. При загонном выпасе выход животноводческой продукции с единицы пастбищной площади на 35 % больше, чем при бессистемном использовании пастбищ.

Широкое распространение получила такая высокоинтенсивная форма использования земли в животноводстве, как создание культурных пастбищ. При создании культурных пастбищ применяется поверхностное и коренное улучшение их территории.

В последние годы внедряется система обновления культурных пастбищ без перепашки. По этой системе травы на поверхности уничтожают гербицидами, а затем обрабатывают поле специальным роторным культиватором и высевают новую многолетнюю смесь.

Другим способом повышения продуктивности пастбищных угодий является создание орошаемых пастбищ. В результате полива урожай зеленой массы увеличивается более чем в 3 раза.

Человек использует в хозяйственных целях лишь около 250 видов растений мировой флоры. Основные направления использования дикорастущих растений - изготовление лекарственных препаратов, получение дубильных и красильных веществ, масел, меда, а также в качестве декоративных растений.

Несмотря на незначительное количество используемых видов дикорастущих растений, их количество в последнее время значительно сократилось, многие виды стали редкими и исчезающими, и их занесли в Красную книгу.

При защите растений от вредителей и болезней широко используют пестициды, применение которых способствует увеличению урожайности продовольственных и технических культур.

Однако при работе с пестицидами необходим комплекс профилактических мероприятий, включающих индивидуальные защитные средства, разработку правил расположения, работающих по отношению к распыляемым пестицидам, выбор соответствующих погодных условий, определение сроков начала полевых работ на предварительно обработанных пестицидами полях и т. д.

В охране окружающей среды от вредного воздействия пестицидов большое значение имеют технические средства и приемы их применения, особенно способы удаления остатков пестицидов, накапливающихся в почве.

Атмосферный воздух относится к неисчерпаемым природным ресурсам. Его значение для жизни чело века, животных и растений общеизвестно.

На нормальный газовый состав атмосферы, а, следовательно, и газовый баланс в окружающей среде определенное влияние оказывает загрязнение атмосферного воздуха под влиянием естественных (извержение вулканов, пыльные бури, пыльца растений, массовое появление вредных насекомых и др.), так и антропогенных факторов (промышленные выбросы, продукты сгорания транспорта, отходы животноводческих и птицеводческих предприятий, радиоактивное загрязнение и др.). Загрязнители антропогенного происхождения наиболее опасны. Загрязнители изменяют структуру и физико-химические свойства почвы.

Во многих странах мира отмечают выпадение кислых дождей. На почвах с небольшой емкостью катионного поглощения сернистые соединения вызывают подкисление верхних слоев почвы, высвобождение из глинистых фракций катионов алюминия, оказывающих токсическое действие на растения, ускорение вымывания питательных веществ, особенно кальция. Все это вызывает необходимость дополнительного внесения доз извести. При выпадении дождей повышенной кислотности в районах с кислыми почвами даже небольшое изменение рН почв может вызвать потери урожаев сельскохозяйственных культур.

Воздействие кислых атмосферных осадков проявляется также и в повреждении листьев растений, снижении урожайности и ухудшении качества овощеводческой продукции, в ускорении вымывания питательных веществ из листьев, в снижении устойчивости растений к болезням и вредителям.

Последствия загрязнения могут проявиться на большом расстоянии от источника выбросов в результате переноса газообразных веществ в процессе циркуляции атмосферы. К методам, ограничивающим нежелательное воздействие атмосферного загрязнения на сельскохозяйственное производство, относятся рациональное размещение культур с учетом географии загрязнения, контроль за содержанием

вредных веществ в продукции, создание устойчивых к загрязнению сортов растений.

В зоне загрязнения заводов по производству фосфорных удобрений, алюминиевых заводов и ряде других производств содержится повышенное содержание фтора. Загрязнение фтором происходит при оседании из воздуха пылевых частиц, содержащих фтор, а также при корневом поглощении. Наиболее опасно загрязнение наружных покровов растений. Кормовые растения считаются загрязненными и представляют опасность для здоровья животных, если содержание в них фтора достигает 60 мг/кг сухого вещества. При этом животные могут заболеть флюорозом. На ранних стадиях симптомы флюороза проявляются в появлении пятен на эмали зубов, позднее обнаруживаются отклонения в развитии костей, ведущие к хромоте, а также потеря аппетита. К повышенному содержанию фтора в кормах чувствительны овцы, козы и кролики.

На эффективность сельскохозяйственного производства отрицательное влияние оказывает и пылевое загрязнение, в частности цементная пыль. Пыль цементных заводов загрязняет поверхность растений и изменяет условия их питания за счет поступления в почву в больших количествах Са и К. Кроме того, цементная пыль закупоривает устьица, затрудняя поглощение растениями углекислого газа, нарушая транспирацию и теплообмен.

Загрязнение кормовых культур пылью может ухудшить состояние здоровья животных и снизить их продуктивность. Пыль обладает способностью длительное время удерживаться на поверхности растений. Даже продолжительные дожди не оказывают достаточного очищающего действия. Трава, сильно загрязненная пылью, неохотно поедается животными. Предельное содержание пыли в кормовых культурах не выше 25 г/кг сухого вещества. При более высоких уровнях может снизиться привес и произойти другие нежелательные изменения.

Большой токсичностью обладают тяжелые металлы, содержащиеся в отработанных газах автотранспорта и пылевых выбросах металлургических предприятий. Оседающие из загрязненного воздуха на подстилающую поверхность металлы включаются в природный круговорот веществ, проникают в открытые водоемы, транслокируются в растения.

В некоторых районах загрязнение почв тяжелыми металлами делает невозможным получение сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям, а часть участков приходится изымать из сельскохозяйственного производства.

В отработанных газах автомобилей насчитывается более 200 химических соединений, в том числе таких опасных для здоровья людей и животных, как свинец и кадмий. Вблизи автострад отмечается ухудшение качества растениеводческой продукции. Загрязнение растений свинцом происходит главным образом путем оседания частиц этого металла из воздуха.

Частицы свинца проникают через устьица в межклеточные пространства или поступают в ионной форме во внутренние ткани листа. Поглощение свинца из почвы невелико. Кадмий же может поступать в растения как из воздуха, так и из почвы.

Исследования показали, что 16% общего поступления свинца в организм человека приходится на загрязненные свинцом продукты питания. Причем существенную роль играет свинец, входящий в состав бензина. Свинец, содержащийся в автомобильных выхлопах, попадает в организм человека как при дыхании (20-30 %), так и с продуктами питания.

При использовании на корм сена с угодий, расположенных вблизи автострад, в молоке коров увеличивается содержание тяжелых металлов. Так, в молоке коров, получавших корма, выращенные вблизи автострады, содержание свинца колебалось от 6 до 70, кадмия от 24 до 40 и цинка от 4250 до 4800 мкг/л.

Установлено около 40 соединений, образующих запахи в отходах животноводства, которые включают щелочи, кислоты, амины, летучие газы, альдегиды, сульфаты, дисульфаты и т. д.

Отмечены случаи, когда неприятный запах бесподстилочного навоза, обусловленный органическими и неорганическими его компонентами, вызывал ухудшение здоровья людей.

На распространение неприятных запахов влияют способы и техническое оборудование сбора и хранения навоза, система вентиляции ферм, вид и количество содержащихся животных.

Наиболее сильный запах исходит при работе с навозной жижей, а также при вентиляции животноводческих помещений. На первом месте здесь стоят свиноводческие, птицеводческие и скотоводческие постройки, большие силосные батареи, сушильни для корма и помета, паровые колонки и другие устройства.

В окружающую среду попадают пыль и микробы, которые могут действовать как аллергены, вызывая экзему, общую аллергию и астму. Особенно опасны свинные газы, содержащие нитрозамины.

Для уменьшения запахов отходов животноводства применяют калийную соль, гипохлорид натрия, озон, двуокись хлора, хлор, перекись водорода, различные дезодоранты, активированный углерод.

Применение химических средств защиты растений и борьбы с вредителями почти всегда осуществляется через воздушную среду. При этом частицы препаратов остаются в воздухе и перемещаются на разные расстояния. При авиахимическом способе защиты, мелкокапельном опрыскивании и аэрозольной обработке существует опасность сноса пестицидов ветром на соседние поля, а также на территории, расположенные на значительном расстоянии от обрабатываемых площадей.

Наиболее опасен снос при авиахимической обработке, потому что используемые препараты обладают более высокой концентрацией действующего вещества. Наиболее безопасно внесение пестицидов в форме гранулятов и микрогранулятов, а также обычное крупнокапельное опрыскивание.

При относительно малонарушенной и незагрязненной природой средой. Государственное регулирование позволяет осуществить весь комплекс мероприятий рационального природопользования, сохранить природу для настоящих и будущих поколений

Контрольные вопросы

1. Какие природные факторы способствуют развитию интенсивного сельского хозяйства?
2. Что такое агроклиматические ресурсы? Какова их роль в сельском хозяйстве?
3. Как вы понимаете термин «экологизация сельского хозяйства»?
4. Что такое «ландшафтное земледелие»?
5. Каковы проблемы воздействия отраслей сельского хозяйства на окружающую среду?

Глава 11. БОРЬБА С СОРНЯКАМИ

11.1. Борьба с сорняками в условиях нечерноземной зоны

В условиях Нечерноземной зоны многие овощные культуры медленно растут и развиваются в начальный период вегетации, вследствие чего сильно угнетаются сорными растениями.

Культуры, выращиваемые посевным способом (морковь, столовая свекла, лук), менее конкурентоспособны по отношению к сорнякам, чем культурные растения, возделываемые рассадным способом (капуста, томаты, сельдерей и др.).

В условиях достаточного и избыточного увлажнения почвы, создаваемого выпадающими осадками или с помощью орошения, а также при внесении значительных объемов органических и минеральных удобрений на посевах овощных культур повышается значение борьбы с сорными растениями.

Борьба с сорняками должна проводиться с учетом их биологических свойств, а также биологии и агротехники возделывания сельскохозяйственных культур. Сорняки целесообразно уничтожать в ранние фазы роста и развития.

В настоящее время передовые хозяйства Нечерноземной зоны борьбу с сорняками овощных культур проводят комплексно: с использованием профилактических мероприятий, агротехнических приемов и химических средств. Последние нередко оказываются наиболее эффективными, но требуют строгого соблюдения правил их применения.

Значительное увеличение объемов производства химических средств борьбы с сорными растениями предусматривает и квалифицированное их использование на посевах сельскохозяйственных культур. Это значит, что каждый килограмм гербицидов должен быть израсходован с максимальным эффектом и без отрицательных последствий для культурных растений и окружающей среды.

На основе использования гербицидов открывается возможность пересмотра традиционной агротехники возделывания основных овощных культур и перехода к минимальной (точнее оптимальной) обработке почвы, более полного использования комплексных агрегатов, выполняющих за один проход трактора по полю 5 - 7 технологических операций.

Применение комплексных агрегатов дает возможность снизить затраты труда и денежных средств по сравнению с отдельным выполнением агротехнических приемов при выращивании овощных культур на 25 - 30%.

Излагаемые в книге материалы многолетних исследований авторов помогут специалистам овощеводческих хозяйств более рационально проводить профилактические мероприятия, использовать агротехнические приемы и химические средства для борьбы с сорняками, что будет способствовать снижению засоренности посевов овощных культур.

11.2. Вред, причиняемый сорными растениями посевам овощных культур

Интенсификация сельскохозяйственного производства включает и более рациональную борьбу с сорными растениями на посевах сельскохозяйственных культур, т.к. сорняки потребляют значительную часть вносимых минеральных удобрений и поливной воды, затрудняют своевременное и высококачественное выполнение агротехнических приемов по уходу за посевами, уменьшают производительность сельскохозяйственных машин и орудий, ухудшают условия уборки, снижают урожай, ухудшают качество продукции и способствуют повышению себестоимости овощей. -

Коэффициент использования минеральных и органических удобрений на засоренных участках снижается на 30 - 35% по сравнению с чистыми от сорняков посевами. Кроме того, удобрения нередко стимулируют прорастание семян сорных растений, что ухудшает рост и развитие всходов овощных культур.

Вынос питательных веществ из почвы при 130 - 150 сорняках на 1 м² составляет от 400 до 740 кг/га в пересчете на техническое удобрение. Разные виды сорных растений выносят неодинаковое количество питательных веществ из почвы (например, бодяк полевой - 739 кг/га, горец шероховатый - 589 кг/га, пырей ползучий - 406 кг/га). Одно растение горчицы полевой поглощает в 2 раза больше азота и фосфора и в 4 раза - калия и воды, чем хорошо развитое растение овса.

Исследования показали, что внесение удобрений способствует не только росту и развитию растений моркови, но и увеличивает численность сорняков в 1,5 - 1,7 раза по сравнению с контрольным участ-

ком. Аналогичная зависимость варьирования засоренности под влиянием факторов наблюдается на посевах столовой свеклы и посадках белокочанной капусты.

Сильная конкуренция наблюдается между культурными и сорными растениями за влагу. В течение вегетационного периода на 1 кг сорняков (в пересчете на сухое вещество) потребляется от 270 до 1000 л воды.

Еще более выражена конкуренция между растениями за свет. Например, 60 - 75 экземпляров на 1 м² мари белой уменьшают сбор корнеплодов моркови на 80%, а 90 - 100 и более практически полностью заглушают культурные растения. Значительный вред овощным культурам приносят звездчатка средняя, горец шероховатый, редька дикая и др., например, при 150 - 200 шт. однолетних двудольных сорняков на 1 м² полностью погибли растения моркови, столовой свеклы и на 80% снизился урожай белокочанной капусты.

Некоторые сорные растения обладают аллелопатическими свойствами, т. е. угнетающе действуют на рост и развитие культурных растений. Например, выделения корней рапса (глюкозид горчичного масла) отрицательно влияют на культурные растения. Водные вытяжки из растений вьюнка полевого и бодяка полевого подавляют прорастание семян и рост всходов культурных растений. Из культурных растений озимая рожь успешно может конкурировать с сорняками, тогда как мелкосемянные овощные культуры практически неконкурентоспособны в отношении указанных сорных растений.

Взаимосвязь между культурными и сорными растениями в агрофитоценозе формируется под воздействием человека с учетом биотических и абиотических факторов. На полях, занятых культурными растениями, нередко произрастают специализированные сорняки (например, марь белая - в посевах свеклы, редька дикая - в посадках капусты). Наряду с ними в посевах овощных произрастают неспециализированные малолетние (например, звездчатка средняя; горцы - шероховатый, вьюнковый, птичий; пикульник разноцветный и красивый), многолетние (пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, мята полевая и другие виды) сорняки, численность и биомасса которых зависят от географической широты, свойств почвы, а также от уровня агротехники возделывания сельскохозяйственных овощных культур.

Необходимо заметить, что численность и биомасса сорных растений находятся в постоянной динамике и нередко существенно варьируют по годам и даже по отдельным периодам их вегетации.

Нельзя забывать, что при посеве овощных культур (морковь, столовая свекла) количество их семян в почве и сотни раз меньше, чем потенциальный запас семян сорных растений. Если, например, при норме посева моркови 3 - 3,5 кг/га на указанной площади высевается 2,6 - 3 млн. семян, количество семян сорняков в почве превышает указанные цифры в 15 - 20 раз и составляет 3,5 - 4 млрд. шт. на 1 га в 20-сантиметровом слое почвы.

Борьба с сорной растительностью осложняется еще тем, что в отличие от овощных растений, семена которых обычно прорастают в один год, семена сорняков имеют разный период покоя и могут сохраняться в почве десятилетиями. Например, из 107 видов однолетних сорных растений, оставленных на проращивание, 51 вид сохранил всхожесть в течение 20 лет. А если учесть, что в почве содержится огромный запас корневищ, корневых отпрысков и других зачатков сорных растений, то станет ясным, насколько трудно вести борьбу с ними.

Разрабатывая систему различных приемов борьбы с сорняками, необходимо собрать как можно больше экологических данных о сорных растениях, их конкурентоспособности в отношении овощных культур и влиянии агротехнических мероприятий на выживание разных видов.

Систематические исследования роста и развития сорных и культурных растений имеют важное значение для определения установления оптимальных сроков обработок посевов, дозирования гербицидов и сроков их эффективного использования. Однако эти работы весьма трудоемки из-за значительного количества видов растений, засоряющих посевы сельскохозяйственных культур.

За последние 15 лет число наиболее вредоносных сорняков в результате применения гербицидов уменьшилось, но значимость каждого вредного вида повысилась.

В настоящее время в Нечерноземной зоне РФ на посевах овощных культур наиболее вредоносными сорняками из малолетников являются: марь белая (*Chenopodium alburn L.*), звездчатка средняя (*Stellaria media (L.) Vill.*), редька дикая (*Raphanus raphanistrum L.*), горец шероховатый (*Polygonum scabrum Moench*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus L.*), торица полевая (*Spergula vulgaris Boenn.*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit L.*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense L.*), дымянка аптечная (*Fumaria officinalis L.*), ромашка непахучая (*Matricaria inodora L.*), просо петушиное (*Echinochloa crus-*

galli (L.) Beauv.), щетинники - сизый (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) и зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) и др.

Из многолетних сорняков наибольший ущерб наносят: корневищевые - пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) Beauv), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.); из корнеотпрысковых - бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.); кроме того, распространены вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), мята полевая (*Mentha arvensis* L.) и щавель малый (*Rumex acetosella* L.).

По распространению сорных растений Нечерноземную зону РФ условно можно разделить на две подзоны: северную (Северо-Западный и Волго-Вятский районы) и южную (Центральный и Уральский районы).

В северной подзоне большое распространение имеют однолетние двудольные сорняки (марь белая, горец шероховатый, торица обыкновенная). Южная подзона характеризуется наличием однолетних злаковых сорняков и значительным количеством весьма вредоносных видов двулетних двудольных (шприца запрокинутая) и многолетних (вьюнок полевой, осот огородный) растений, засоряющих посевы овощных культур.

В посевах овощных культур преобладают однолетние и двулетние сорняки, удельный вес которых составляет 85 - 92% от общей засоренности полей. Многолетние сорняки представлены следующими видами: пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, вьюнок полевой, хвощ полевой, мята полевая и др. Отдельные виды многолетников (мята полевая, хвощ полевой) плохо переносят агротехнические приемы, поэтому при высокой агротехнике они иногда выпадают из состава фитоценоза овощных полей. Однако приспособительная реакция большинства сорняков (марь белая, звездчатка средняя, горцы, пырей ползучий, осот полевой и др.) настолько велика, что весьма сложно уничтожить или хотя бы свести до минимума их вредоносность.

Интенсификация овощеводства Нечерноземной зоны предусматривает эффективные мероприятия по уничтожению сорных растений.

В состав агрофитоценоза наряду с культурными растениями входят сорняки, грибы, бактерии и другие почвенные организмы. Взаимосвязь между ними в агрофитоценозах формируется под воздействием человека с учетом почвенно-климатических условий.

На поле наряду с овощными растениями произрастает, как правило, несколько видов сорных растений, которые более приспособлены к неблагоприятным факторам среды (заморозки, дефицит влаги, тепла, света, питательных веществ и др.), чем сельскохозяйственные культуры.

Сорные растения являются необязательным компонентом агрофитоценоза, и поэтому при их истреблении не ухудшаются условия роста и развития возделываемых культур и не наблюдается существенного нарушения биологического равновесия. В посевах овощных культур их в десятки раз больше, чем культурных растений.

Интенсивное воздействие человека на агрофитоценоз может существенно изменить взаимосвязь культурных и сорных растений, т. е. их конкурентную способность. Так, позитивное влияние на агрофитоценоз оказывают химические средства борьбы с сорными растениями. Многолетние эксперименты показывают, что использование гербицидов на посевах основных овощных культур (белокочанная капуста, морковь, столовая свекла) снижает численность сорняков на 85 - 95%.

Химическая прополка, применяемая на овощных культурах, позволяет полностью уничтожить марь белую, звездчатку среднюю, редьку дику, горец шероховатый и другие однолетние двудольные сорняки и тем самым изменить соотношение компонентов агрофитоценоза в желательную для человека сторону.

11.3. Профилактические, агротехнические и биологические меры борьбы с сорными растениями

Весьма важным мероприятием, снижающим засоренность посевов, являются своевременно и качественно проведенные агротехнические приемы.

При размещении овощных культур в полях севооборота прежде всего учитывается их отношение к сорнякам. Например, посеvy столовых корнеплодов, которые отличаются начальным замедленным ростом, наиболее сильно страдают от сорняков в этот период по сравнению с рассадными культурами (белокочанная капуста, томаты и др.). Наибольшее количество сорняков наблюдается на полях после моркови, столовой свеклы и в 2 - 3 раза меньше - после однолетних и многолетних трав, картофеля.

Низкая конкурентная способность овощных культур по отношению к сорным растениям обуславливает необходимость широкого использования разных методов уничтожения сорняков (профилактические, агротехнические, биологические и химические).

Меры, направленные против заноса семян и вегетативных зачатков сорных растений на овощные поля, называют профилактическими. Наиболее распространенными профилактическими мероприятиями по борьбе с сорными растениями являются:

- посев кондиционными семенами;
- внесение органических удобрений, лишенных жизнеспособных семян сорняков;
- систематическое уничтожение сорной растительности на оросительных осушительных каналах, вдоль дорог, обочин полей, также на землях несельскохозяйственного пользования для предупреждения переноса семян сорняков на овощные поля.

Самым существенным источником засорения поля надо считать внесение неподготовленных органических удобрений, применение которых увеличивает количество сорных растений на 25 - 30%.

Уничтожение сорняков начинается сразу же после уборки урожая. С целью провоцирования всходов однолетних сорняков на рано освобождаемых от культуры полях проводят послеуборочное лушение почвы на глубину 5 - 7 см. Участки, засоренные многолетними сорняками, обрабатывают этими же орудиями на глубину 10 - 14 см.

Лушение почвы позволяет уменьшить численность однолетних сорняков на 63 - 75%, а многолетних - на 60 - 65%.

Для более полного измельчения корневой системы многолетних сорняков вместо лушения проводят фрезерование почвы. С появлением зимующих сорняков (спустя 1,5 - 2 недели после лушения или фрезерования) проводится зяблевая вспашка плугами с предплужниками.

Своевременно проведенная вспашка двухъярусным плугом позволяет уничтожить в 3 - 6 раз больше растений осота полевого по сравнению с обычной обработкой почвы.



Рис. 79. Лушение почвы

В Северо-Западном районе Нечерноземья вспашку зяби проводят без предварительного лушения почвы, а на переувлажненных почвах вспашку заменяют осенним лушением или культивацией на глубину 10 - 12 см.

При позднеосеннем дисковании запыреенных полей в сочетании с весенней вспашкой плугами с предплужниками достигается значительная гибель сорняков. Всходы сорняков уничтожаются повторной обработкой дисковыми луцильниками или культиваторами.

Большое значение в борьбе с сорняками имеет предпосевная обработка почвы, которая включает перепашку зяби с последующей культивацией или дискованием почвы с обязательным боронованием.

С целью провокации сорняков за 8 - 12 дней до высева семян ряд хозяйств Северо-Западного района Нечерноземной зоны практикует нарезку гряд или гребней с одновременным рыхлением почвы ротационными боронами или фрезерными культиваторами. Перед посевом проводят уничтожение сорняков на грядах с помощью сетчатых борон или мотыги, на гребнях.

Нарезку гряд можно проводить и с осени. Это мероприятие позволяет уменьшить засоренность посевов на 70 - 80% по сравнению с весенней нарезкой гряд.

Необходимыми звеньями в системе борьбы с сорными растениями является правильный выбор способа посева. Например, квадратный (капуста) и пунктирный (морковь, столовая свекла) способы посева позволяют полнее механизировать приемы борьбы с сорняками по сравнению с широкорядным и обычным рядовым способами посева.

При посеве надо строго соблюдать установленные нормы посева семян, чтобы получить заданную густоту стояния растений, что позволяет более успешно конкурировать овощным растениям с сорной растительностью.

Оптимальное количество растений для моркови должно составлять 1,0 - 1,2 млн., столовой свеклы - 400 - 450 тыс. на 1 га. Завышенные нормы посева семян приводят к нежелательным последствиям. При этом снижается конкурентная способность культурных растений и уменьшается выход стандартной продукции. Однако существующие овощные сеялки по равномерности распределения семян овощных культур не всегда отвечают агротехническим требованиям.

В настоящее время выпускают сеялки точного высева. Посев проводится на ровной и на профилированной (гребнях) поверхностях.

Уход за посевами начинают, пока сорняки еще не укоренились и находятся в стадии ниточки. Уничтожение сорняков проводится боронованием посевов сетчатыми боронами с укороченными зубьями. На гребнях сорняки успешно уничтожаются ротационной бороной. Уничтожая сорняки, борона разрушает также почвенную корку, тем самым создавая благоприятные условия для дружных всходов овощных культур. Борьба с сорняками в междурядьях успешно проводится с помощью культиваторов, на гребнях - ротационными боронами.

На посадках капусты уничтожение сорняков в междурядьях достигается применением лап-отвальчиков, которые засыпают всходы сорных растений и в рядках.

Однако даже самые прогрессивные агротехнические приемы не избавляют посева овощных культур от сорных растений в рядках. В связи с этим требуется проводить ручные прополки, на что затрачивается от 50 до 100 чел.-дней/га.

Для сокращения затрат труда на прополку овощных культур наряду с агротехническими мероприятиями применяют биологические и химические средства борьбы с сорняками.

Наряду с культурными и сорными растениями в состав агробиоценоза входят полезные и вредные насекомые и простейшие организмы, играющие важную роль в поддержании биологического равновесия в природе.

Изучение взаимоотношений между полезными и вредными организмами в биоценозах позволило разработать основные принципы

биологической борьбы с вредителями и сорными растениями. В последние годы исследователи рекомендуют для практического использования отдельные виды фитофагов и фитопатогенов.

Однако для эффективной биологической борьбы необходимо, во-первых, чтобы виды фитофагов были интродуцированы и освобождены от своих обычных вредителей; во-вторых, при завозе естественных вредителей необходимо освободить их от паразитов, чтобы они могли уничтожить сорные растения, не подвергаясь нападению со стороны своих естественных врагов.

В настоящее время ученые создали теоретические предпосылки для отбора и изучения специфичности фитофагов, которые уже используются при разработке биологического метода борьбы с сорными растениями.

В РФ имеются примеры успешной борьбы с осотом полевым (*Sonchus arvensis L.*) с помощью ржавчинника (*Puccinia suaveolens*) и личинки жучка-листогрыза, с амброзией полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia L.*) - с помощью совки-тарахидии, сломы ка-тригоноринуса.

Биологический метод борьбы с сорняками, являясь в отдельных случаях высокоэффективным, имеет существенные недостатки: не исключено приспособление фитофагов и фитопатогенов к культурным растениям; возможность появления вместо одних видов нежелательной растительности других; весьма затруднена борьба с местными видами сорных растений.

Поэтому в овощеводческих хозяйствах Нечерноземной зоны биологический метод борьбы с сорными растениями еще не нашел применения. Все большее распространение в настоящее время в борьбе с сорной растительностью находит использование высокоэффективных гербицидов.

Контрольные вопросы

1. Какой вред приносит сорная растительность?
2. На какие группы по циклу развития разделяют сорняки? Как они размножаются?
3. Какие виды сорняков размножаются корневыми отпрысками, корневищами, надземными органами? Почему их называют трудноискоренимыми?
4. Какие химические вещества называют гербицидами?

5. Назовите гербициды, которые используются для уничтожения сорняков на полях, занятых сеянцами, парами, на дорогах, обочинах канав?
6. Что включает в себя система борьбы с сорной растительностью в севообороте?
7. Когда производят обработку гербицидами парового поля, занятого сидератами?
8. Когда начинают обрабатывать гербицидами поля, занятые сеянцами на 1-м году выращивания и в последующие годы?
9. Какую обработку почвы производят после опрыскивания посевов гербицидами и через какое время?
10. В каком виде используют гербициды? Норма расхода жидкости на 1 га?

Глава 12. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

12.1. Современное состояние и перспективы производства и применения органических удобрений в России

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 18 марта 2021 г. № 415 «О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», утвержденную Постановлением Правительства от 14 июля 2012 г. №717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» в рамках II этапа на 2018-2025 гг. в России предусматривается достижение значения индекса производства продукции сельского хозяйства (в сопоставимых ценах) в 2025 году в объеме 114,6% по отношению к уровню 2017 года.

В решении этой приоритетной задачи важная роль наряду с выпуском и применением минеральных удобрений принадлежит производству и эффективному использованию органических удобрений.

Согласно ГОСТ Р 34103-2017 органическим удобрением называется удобрение, содержащее органические вещества растительного или животного происхождения.



Рис. 79. Навоз

В настоящее время в сельском хозяйстве России из 200 известных традиционных и перспективных видов органических удобрений широко применяется, в основном, только около 20 видов. Среди них навоз - основное органическое удобрение.

Наряду с навозом также используются различные компосты, навозная жижа, птичий помет, торф, солома, фекалии, зеленое удобрение, значительно реже - сапропель, опилки, промышленные отходы (каньга, рыбная и мясокостная мука, мездра, жмых, спиртовая барда. и др.

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства в России общем балансе вносимых в почву элементов питания на долю органических удобрений приходится около 30%.

Органические удобрения обогащают почву питательными веществами (азотом, фосфором, калием, магнием, серой, микроэлементами и др.), перегноем (гумусом), улучшают ее физико-химические свойства, водный и воздушный режимы, уменьшают вредное действие почвенной кислотности на рост растений и жизнедеятельность микроорганизмов, улучшают снабжение растений углекислым газом.

Особенно эффективны органические удобрения на бедных перегноем и питательными веществами песчаных и супесчаных почвах.

В почве образуется 20-30% перегноя от внесенного сухого вещества органических удобрений, а из навоза, успевающего пройти ряд фаз микробиологического разложения в период созревания, - до 50%

сухого вещества, или 10% первоначальной массы, при влажности около 80%. Следовательно, из 1 т внесенного в почву навоза получается 1 ц перегноя.

Рост урожайности сельскохозяйственных культур связан с увеличением потребления питательных веществ растениями из почвы и возможным разрушением гумуса. Поэтому система удобрения должна быть направлена на получение планируемой урожайности при обеспечении бездефицитного баланса содержания в почве гумуса и питательных веществ.

Как правило, для поддержания бездефицитного баланса гумуса в земледелии Нечерноземной зоны России следует ежегодно вносить в среднем на 1 га пашни на супесчаных дерново-подзолистых почвах 12-15 т, на суглинистых - 10-12 т, на серых лесных - 7-10 т органических удобрений. Однако в каждом отдельном случае доза органических удобрений будет зависеть от структуры севооборота, эрозии почв, исходного содержания гумуса в почве и ряда других факторов.

Органические удобрения, а также севообороты с высокой долей многолетних трав способны повысить содержание в почве гумуса. Они являются источником углерода для воспроизводства потерь гумуса, улучшают физические свойства почв, повышают поглотительную способность и буферность почв и тем самым создают лучшие условия для применения минеральных удобрений.

Наукой и практикой установлено, что длительное применение одних минеральных удобрений в севооборотах без многолетних трав приводит к снижению содержания в почвах гумуса, потенциальной возможности их обеспечивать получение высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, к снижению способности почв переводить остатки пестицидов, тяжелых металлов и радиоактивных стронция-90 и цезия-137 в недоступные для растений соединения.

В настоящее время уровень применения органических удобрений в большинстве районов Нечерноземной зоны России крайне недостаточен для восполнения потерь гумуса, вызванных возделыванием сельскохозяйственных культур и естественным протеканием подзолистого процесса почвообразования.

По имеющимся данным, ежегодная потребность России в органических удобрениях составляет 0,8-1,0 млрд т. Так, потребность пахотных почв Верхневолжья в органических удобрениях удовлетворяется в среднем не более чем на 5-10% (в пересчете на подстилочный навоз)

В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях России в структуре используемых органических удобрений наибольший удельный вес занимает подстилочный навоз (подстилочный птичий помет) - 42,5%, жидкий навоз (жидкий птичий помет) - 19,0%, полужидкий навоз (полужидкий птичий помет) - 13,6%, компосты - 13,1%, другие виды органических удобрений (навозные стоки, пометные), в т.ч. нетрадиционные - 11,8% [4].

Согласно официальным данным, представленным Федеральной службой государственной статистики России (Росстат РФ) с 1990 года поголовье КРС в России сократилось в 3,2 раза, свиней - в 1,5 раза, коз и овец - в 2,9 раза, лошадей - в 2,0 раза и птицы - в 1,3 раза.

Спад в применении органических удобрений в стране напрямую связан с падением поголовья скота и птицы в животноводческой отрасли, значительным увеличением затрат на использование, неудовлетворительное состояние материально-технической базы по производству и применению удобрений.

Количество внесенных органических удобрений под посевы культур в России с 1990 года к настоящему времени сократилось в 5,5 раза. Отметим, что уже с 2005 года имеется незначительное увеличение объемов применения удобрений, однако этот факт не может серьезным образом повлиять на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, сохранение и повышение плодородия почвы.

Принимая во внимание снижение общих объемов внесения органических удобрений, в расчете 1 гектар посевной площади доза удобрений за 30-летний период времени снизилась в 2,2 раза.

В виду того, что малопродуктивные пахотные земли в России продолжают забрасываться и выводиться из сельскохозяйственного оборота земледелие все больше ведется на лучших почвах, поэтому начиная с 2005 года, отмечается слабозаметный рост увеличения удельного веса площади, удобренной органическими удобрениями.

В подавляющем большинстве регионов России среднегодовые дозы использования органических удобрений не превышают 2 т/га, из них в 23 регионах вносят менее 0,5 т/га. И современных условиях ведения производства с органическими удобрениями в почву поступает около 919 тыс. т д.в. NPK, или 29% от общего количества питательных веществ, вносимых с удобрениями. В 2016 году доля органических удобрений в общем поступлении NPK с удобрениями составила: зерновые культуры - 25%, подсолнечник - 28%, овощные культуры - 17%, картофель 20%, кукурузу на силос - 65%.

Самыми удобряемыми культурами являются картофель, овощные и бахчевые культуры, сахарная свекла, менее удобряемой культурой - подсолнечник на зерно.

С учетом наметившейся слабой тенденции к росту поголовья скота. К 2030 году выход навоза в сельскохозяйственных организациях в физической массе может достигнуть 314 млн т, а в пересчете на подстилочный навоз - 169 млн т.

В связи со строительством новых животноводческих комплексов и крупных птицеферм основной прирост объема удобрений будет происходить за счет (бесподстилочного навоза и птичьего помета, доля которых в структуре выхода органических удобрений должна увеличиться с 64 до 70% и более.

В последние годы расширяется ассортимент органических удобрений благодаря производству таких видов, как компосты, причем не только из традиционных органических удобрений - навоза, птичьего помета, торфа, но и других органических компонентов - древесных отходов (соломы, коры, стружки, опилок и лигнина), осадков сточных вод, твердых бытовых отходов, отходов пищевой промышленности, некондиционного сена и силоса, растительной массы в виде листвы и т.д.

У производства и потребления органических удобрений в России есть большие перспективы. Их потребление должно развиваться совместно с развитием экологического, берегающего плодородие почвы, земледелия.

12.2. Характеристика основных видов органических удобрений

12.2.1. Подстилочный навоз

Подстилочный навоз представляет собой смесь из трех компонентов: твердых и жидких экскрементов животных и подстилки.

Использование подстилки приводит к улучшению зоогигиенических условий содержания животных, увеличению накопления навоза и повышению его качества.

Подстилка создает условия для лучшей жизнедеятельности микроорганизмов и разложения кала. Очень важно то, что она может поглощать жидкости и газы. Лучшим подстилочным материалом считается верховой сфагновый торф.

Солому па подстилку лучше всего применять в виде резки размером не более 10 см. Эффективность навоза на соломенной резке на

20-30% выше эффективности навоза, приготовленного на подстилке из неизмельченной соломы. В качестве подстилочного материала используют и древесные опилки.



Рис. 80. Подстилочный навоз

С удлинением срока хранения в навозе уменьшается количество питательных веществ из-за потерь при разложении органического вещества.

Существует четыре стадии разложения навоза, полученного на соломенной подстилке:

1. свежий,
2. полуперепревший,
3. перепревший
4. перегной.

Свежим считается навоз, в котором солома мало изменила свой цвет и прочность.

В полуперепревшем навозе солома приобретает темно-коричневый цвет, значительно уменьшается ее прочность. При этом навоз теряет 15-30% исходного веса и такое же количество сухого органического вещества.

Перепревший навоз - это однородная масса, в которой нельзя обнаружить отдельные соломины. Потери сухого органического вещества и веса в нем составляют 50%.

Перегной (сыпец) представляет собой рыхлую темную массу. В этой стадии разложения навоз теряет до 75% своего веса и сухого органического вещества.

Получить навоз хорошего качества можно только при правильном хранении. Существуют горячий (рыхлый), горячепрессованный (рыхло-плотный) и холодный (плотный) способы хранения навоза.

При горячем способе навоз укладывают в штабеля без уплотнения. Его разложение происходит при высокой температуре (65-70 °С) и сопровождается большими потерями азота и органического вещества (до 30-50% сухого вещества за 3-4 месяца хранения).

При горячепрессованном способе свежий навоз укладывают сначала рыхло метровыми слоями и, когда температура достигнет 50-60 °С, его сильно уплотняют при этом температура падает до 30-35 °С, а затем на него таким же образом укладывают следующие слои, пока высота штабеля не составит 1,5-2 м. При таком способе укладки полуперепревший навоз образуется через 2 месяца, перепревший - через 4-5 месяцев.

Сроки и способы применения подстилочного навоза зависят от особенностей выращиваемых культур и почвенно-климатических условий. Под яровые краевые подстилочный навоз лучше запахивать осенью под зяблевую вспашку за исключением легких песчаных почв, где питательные вещества из навоза выщелачиваются вниз по профилю почвы. Перегной под яровые культуры следует использовать весной под перепашку зяби.

Под озимые культуры навоз заделывают при подъеме чистого или занятого пара, или при вспашке после уборки парозанимающих культур. При углублении пахотного слоя в пару, чтобы ускорить окультуривание припахиваемого малоплодородного слоя, навоз рекомендуется вносить под перепашку пара.

В силу различных организационно-производственных условий в хозяйствах не могут запахивать навоз под яровые культуры осенью при зяблевой вспашке и вынуждены делать это весной, из-за чего задерживается внесение навоза, что приводит к несвоевременной обработке почвы, опозданию с посевом и в конечном итоге - к снижению урожайности. Поэтому, как вынужденный прием, допускается зимнее внесение навоза.

Зимнее внесение навоза может быть допущено только в условиях, исключающих потери его путем смыва в понижения. Его следует вносить навозоразбрасывателями по замерзшей почве и по снежному

покрову высотой не более 20 см при температуре воздуха не ниже -10 °С.

Нельзя допускать зимнее разбрасывание навоза на затопляемых участках, на склонах более 7° из-за возможного его смыва тальными водами. Наиболее благоприятный срок внесения навоза в Нечерноземной зоне - июль-октябрь (под озимые и зябь).

При недостатке в хозяйстве навоза его можно заделывать лунки или в гнезда в половинной норме, что не снизит действия данного удобрения на культуру. Запахивать навоз следует на глубину пахотного слоя, особенно в засушливых районах.

На тяжелых, плохо аэрированных почвах навоз запахивают несколько мельче, чем на легких, чтобы улучшить условия его аэробного разложения. В засушливых районах навоз заделывают глубже; чем в увлажненных. Более разложившийся навоз запахивают на меньшую глубину, чем слаборазложившийся, солоmistый.

Поглощение питательных веществ из подстилочного навоза и его нормы зависят от вида навоза, способа хранения, подстилки, нормы внесения, биологических особенностей растений и т.д.

Фосфор и калий хорошо усваиваются растениями из навоза в первый год его внесения при обеспечении их азотом. Азот из навоза в год его заделывания растения усваивают, преимущественно, в аммиачной форме.

Навоз следует использовать под картофель, овощные культуры, сахарную свеклу, кормовые корнеплоды, озимые зерновые культуры и многолетние травы. В последнем случае навоз вносится под покровную зерновую культуру.

В северных и северо-западных холодных и влажных регионах России, а также на слабокультуренных почвах применяют более высокие нормы навоза, чем на юге, на черноземных и высококультуренных почвах.

Под кормовые корнеплоды, картофель, сахарную свеклу, коноплю, овощные и другие пропашные культуры на дерново-подзолистых и серых лесных почвах на 1 га рекомендуется вносить 30-60 т подстилочного навоза, под озимые культуры - 25-30 т. На черноземных почвах лесостепной и степной зон и в засушливых районах России навоз вносят в меньших нормах, чем в Нечерноземной зоне.

С увеличением норм навоза во всех зонах страны урожайность сельскохозяйственных культур, как правило, повышается, однако

оплата его прибавкой урожая снижается. Поэтому при недостатке в хозяйствах навоза его целесообразнее внести в меньших нормах на большую площадь (но не меньше, чем предусмотрено зональными рекомендациями).

В более высоких нормах подстилочный навоз вносят на дерново-подзолистых почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава, на которых действие навоза проявляется 5-6 лет.

На песчаных и супесчаных почвах с действием навоза 3-4 года, где более интенсивно происходит разложение органических веществ и есть опасность вымывания питательных элементов, навоз лучше вносить чаще и в меньших дозах, чем на тяжелых почвах.

12.2.2. Бесподстилочный навоз

Бесподстилочный навоз получают на крупных фермах и комплексах промышленного типа при бесподстилочном содержании животных. Представляет собой смесь из твердых и жидких выделений, остатков корма, воды и газов.

Химический состав бесподстилочного навоза зависит от вида животных, способа их содержания, типа кормления и технологии хранения.

В зависимости от степени влажности бесподстилочный навоз бывает:

1. полужидкий (влажность до 92%),
2. жидкий (92-97%)
3. навозные стоки (более 97%).

Большая часть азота (до 70%) в бесподстилочном навозе находится в легкодоступной для растений аммиачной форме. В связи с этим действие бесподстилочного навоза в противоположность подстилочному сильнее проявляется в мерный год и слабее в последующие годы.



Рис. 81. Бесподстилочный навоз

Фосфор и калий из подстилочного навоза усваиваются растениями так же, как и из минеральных удобрений. Полужидкий бесподстилочный навоз по своим удобрительным свойствам не уступает подстилочному.

Количество и качество бесподстилочного навоза зависит от разбавления его водой. При разбавлении бесподстилочного навоза водой при гидросмыве и норке помещений концентрация питательных веществ в нем снижается и в 7-8 раз увеличивается его масса.

Содержание питательных веществ в бесподстилочном навозе в зависимости от степени его разбавления водой показано в таблице 2.

Таблица 5

Химический состав бесподстилочного навоза

элементы питания	Влажность навоза, %		
	88-90	92-94	96-98
Навоз КРС			
N	0,40-0,33	0,27-0,20	0,13-0,07
p ₂₀₅	0,20-0,17	0,13-0,10	0,07-0,03
к ₂₀	0,40-0,33	0,27-0,20	0,13-0,07
Навоз свиней			

Таблица 6

Химический состав бесподстилочного навоза

элементы питания	Влажность навоза, %		
	88-90	92-94	96-98
N	0,50-0,42	0,33-0,25	0,17-0,08
P ₂ O ₅	0,25-0,21	0,16-0,12	0,08-0,04
K ₂ O	0,21-0,17	0,13-0,08	0,08-0,03

Удаление бесподстилочного навоза из-под скота в канал производится самопроизвольно через просветы решеток при использовании решетчатых полов. Из-под канала навоз поступает в навозоприемник путем его механического удаления транспортерами под решетчатым полом.

Бесподстилочный навоз удаляют потоком воды, используя гидравлический транспорт.

Наверху образуется плотный плавающий слой, внизу осадок, а между ними появляется осветленная жидкая фракция. Расслоение жидкого навоза препятствует надежной работе насосов, трубопроводов, дождевальных установок и навозоразбрасывателей.

Поэтому в период хранения и перед внесением необходима тщательная гомогенизация навоза в хранилищах или разделение его на жидкую и твердую фазы. Жидкую фракцию перекачивают насосами на поле, а осадок жидкого навоза убирают погрузчиками.

В соответствии с рекомендациями перед использованием на удобрение жидкий навоз в обычных условиях обеззараживают путем длительного хранения (4 месяца - жидкая фракция навоза КРС, 6 месяцев - жидкий навоз КРС, 12 месяцев - жидкий навоз и жидкая фракция свиного навоза).

Из химических средств для обеззараживания жидкого навоза применяют хлорную известь, формалин, формальдегид и ксилол.

Жидкий навоз можно применять под все культуры, исключая использование его для подкормок или дождевания овощных и плодовых культур.

Примерные нормы, сроки внесения и способы заделки бесподстилочного навоза приведены в таблице 3.

Таблица 7

Примерные нормы, сроки внесения и способы заделки бесподстилочного навоза

Культуры	Примерная годовая норма азота	Срок внесения	Способ заделки
Яровые зерновые	140	Под основную обработку	Под плуг
Озимые зерновые	100	Весной	Под зубовую борону
Картофель	120-180	Осенью под зябь и весной под пере-	Под плуг
Сахарная свекла	200-240	Осенью, зимой и весной	Под плуг, дисковый луцильник
Кормовая свекла	320-360	Осенью, зимой и весной	Под плуг, дисковый луцильник
Кукуруза на зеленый корм и силос	240-320	Осенью, зимой и весной	Под плуг, дисковый луцильник
Многолетние травы на сено	240-320	После укосов	Боронование после укосов
Сенокосы	200-240	После укосов	Боронование после укосов
Пастбища	200-240	По окончании вегетации или весной под предпосевную	Боронование в начале вегетации
Однолетние травы	120-160	Осенью под зябь или весной под	Под плуг, дисковый луцильник
Рожь на зеленый корм	140	Под вспашку или предпосевную об-	Под плуг, дисковый луцильник, культи-

На сеяных и природных сенокосах и пастбищах с высоким удельным весом в травостое бобовых растений норму навоза уменьшают.

На пастбищах жидкий навоз целесообразнее вносить зимой до начала вегетации трав или осенью после ее окончания. На пастбищах в период вегетации внесение жидкого навоза допускается за 25-30 дней до стравливания. Лучше подкормку жидким навозом проводить после стравливания.

Жидкий навоз можно использовать круглый год. Эффективность зимнего внесения навоза, особенно по снегу, ниже, чем при своевременном весеннем внесении.

В зимний период не рекомендуется его вносить на затопляемых площадях и склонах, где возможен смыв удобрения талыми водами. На суглинистых и супесчаных почвах жидкий навоз лучше использовать весной, чем осенью, особенно в условиях теплой и влажной зимы.

12.2.3. Компосты

Торфонавозные компосты готовятся непосредственно в поле, около скотных территориях, на специальных площадках компостирования или в навозохранилище.

Соотношение торфа к навозу в компостах должно быть равно 1:1, а при приготовлении их в весенне-летний период - 2:1 и даже 3:1.

В торфонавозных компостах органические формы азота минерализуются до минеральных форм, доступных для растений, при этом сокращаются потери NH_3 из навоза устраняется и лишняя кислотность торфа.

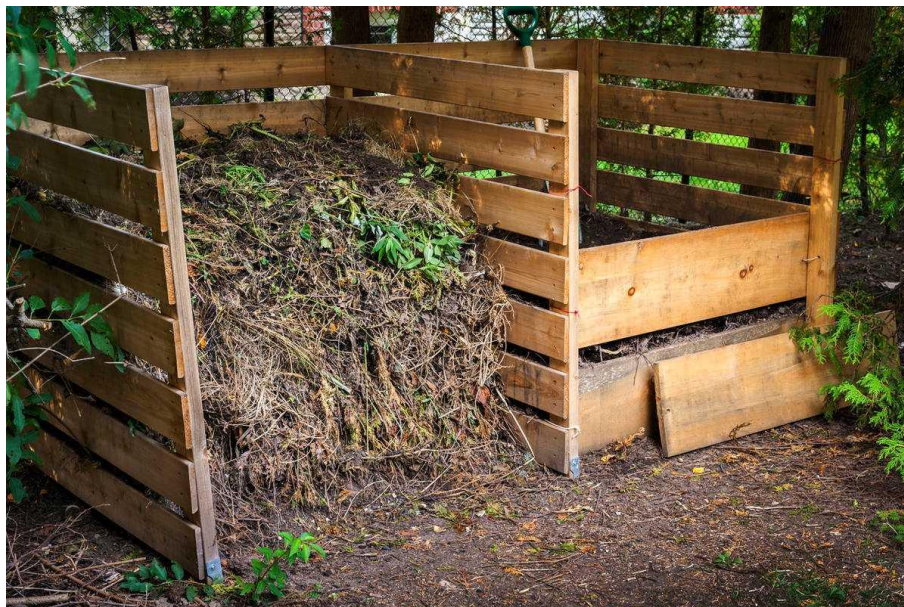


Рис. 82. Компост

Температура компоста в штабелях должна достигать 50-60 °С. В таких м копиях ускоряется разложение органического вещества и обеззараживание навозного компонента в составе компоста.

В торфонавозный компост можно добавлять фосфоритную муку (1,5-2% от общей массы компостов).

Компосты готовят послойным, площадочным и очаговым способами. При использовании слаборазложившегося кислого торфа для усиления микробиологической активности в компост добавляют известь - 10 кг/т.

При послойном способе компостирования, применяемом в любое время года с помощью бульдозера, готовят торф слоем 40-50 см, затем погрузчиком или экскаватором распределяют 25-30 см слой навоза. Размеры штабеля: высота - 2 м, ширина - 3-4 м, длина произвольная.

Чтобы снизить потери питательных элементов, после окончания укладки штабель сверху закрывают слоем торфа 40-50 см. Если компост готовят зимой, закладку штабеля выполняют в течение 1-2 дней чтобы не допустить его промерзания.

Для лучшего разогревания компостов зимой компост готовят очаговым способом: навоз укладывают на торфяную подушку слоем 50-60 см отдельными кучами на расстоянии 1 м одна от другой, а промежутки между ними засыпают торфом.

При площадочном способе заготовки необходимое количество навоза укладывают на слой торфа толщиной 25-30 см, затем навоз с торфом перемешивают дисковой бороной и полученную смесь сгребают бульдозерами в штабель. Площадочный способ применяют в теплый период года.

Компосты вносят осенью под зябь или весной под ее перепахку, зимой по вмерзшей зяби и снегу неэффективно.

Срок созревания торфонавозных компостов - 5-8 месяцев.

Торфожижевые компосты готовят в полях, в местах их применения. Эти компосты готовят из всех видов торфов, за исключением торфа, содержащего более 5% СаО в расчете на сухое вещество.

Торф укладывают в два смежных вала, так чтобы между ними образовалось углубление (чаша), в которое сливают из автоцистерны или жижеразбрасывателя навозную жижу из расчета на 1 тонну торфа 1-3 т жижи.

В торфожижевые компосты можно добавлять также фосфоритную муку в количестве 1,5-2% от массы компоста. После поглощения жижи торфом массу сгребают бульдозером в штабель без уплотнения.

Срок созревания торфожижевых компостов - 4-5 месяцев.

Фекалии с санитарной и агрономической точек зрения лучше применять в составе компостов, которые можно готовить так же, как и торфожижевые.

Торфофекальные компосты можно готовить даже на осушенном торфянике, сгребая торф в валы высотой 0,5-0,7 м и внося в углубление между ними с помощью автоцистерны фекалии, закрывая потом их торфом.

Торфофекальные компосты следует выдерживать не менее 2-3 месяцев, но оптимальным считается срок в 10-12 месяцев, чтобы вызвать гибель яиц и личинок гельминтов и других патогенных микроорганизмов.

Под овощные культуры использование фекалий не допускается. Норма внесения торфофекальных компостов при использовании в качестве основного удобрения под зерновые культуры - 15-20 т/га, под силосные и кормовые - 20- 25 т/га, картофель и овощные - 20-40 т/га после длительной выдержки из переходящих годовых фондов.

Компост на основе твердой фракции бесподстилочного навоза влажностью 90-92% перемешивают с торфом в соотношении 1:2. Торф при помощи бульдозера разравнивают слоем 25-35 см, выгружают твердую отстоявшуюся фракцию бесподстилочного навоза, добавляют на каждую тонну компоста по 20-30 кг фосмуки и 6-10 кг хлористого калия. Затем смесь перемешивают при помощи бульдозера со специальной навеской. Данный компост потом вывозят на край поля, укладывают в бурты по 60-100 т и выдерживают 2-4 месяца.

Приготовление компостов из бытовых органических отходов - один из альтернативных резервов увеличения производства органических удобрений.

В современных условиях в связи с возросшими требованиями к охране окружающей среды и увеличением накопления в городах твердых бытовых отходов в мировой практике все более широкое распространение получают промышленные методы биотермического обеззараживания отходов и изготовления из них компостов.

Наряду с биогенными элементами в компосте из бытовых отходов в незначительных концентрациях могут находиться тяжелые металлы и техногенные радионуклиды.

Данные компосты желательно применять в садово-парковых хозяйствах и под культуры, не используемые на корм скоту и в пищу.

Для приготовления торфоминерально-аммиачных удобрений используют низинный, переходный и верховой торф и минеральные удобрения (кг на 1 т торфа влажностью 55%). ТМАУ-1: аммиачная вода - 20- 30, фосфоритная мука- 10-15, суперфосфат простой - 10-15 и калий хлористый 6-10. Для приготовления ТМАУ-2 дозы применяемых минеральных удобрений увеличивают в среднем в 1,5 раза.

Торфоминеральные удобрения (ТМУ) - смесь торфа низинного или переходного торфов с известняковой мукой, фосфорными и калийными удобрениями и иногда с добавлением сульфата аммония.

На одну тонну торфа используют: фосмуки или простого суперфосфата - 21 кг хлористого калия - 7 кг (или калийной соли - 11 кг), сульфата аммония - 20 и (или аммиачной селитры - 12 кг). ТМУ используют преимущественно на ил них почвах по 15-20 т/га.

Торфоаммиачные компосты (ТАУ) готовят с использованием аммиачной воды 20-30 кг на 1 т торфа.

Торфоминерально-аммиачные удобрения можно применять под все сельскохозяйственные культуры: зерновые 8-10 т/га, овощные и пропашные - 15-40 т/га, кукурузу - 10-20 т/га. Дозы торфоаммиачных компостов обычно в 2 раза больше рекомендуемых доз торфоминерально-аммиачных удобрений.

Торфопометный компост, приготовленный из торфа и помета влажностью 30% в соотношении 2:1, содержит $N_{\text{общ}}$ не менее 0,7%, P_2O_5 - 0,15%, K_2O - 0,08%; влажность - 70%.

Дозы торфопометного компоста для удобрения культур при отношении торфа к помету 2:1 такие же, как и для навоза; при соотношении 1:1 они могут ими. уменьшены в 1,5 раза.

Пометно-опилочный компост, приготовленный из 3 частей помета влажностью 90 % и 1 части опилок влажностью 30% содержит $N_{\text{общ}}$ - 0,5%, P_2O_5 - 0,35% и K_2O - 0,15%. По содержанию N и P_2O_5 и действию на урожай компост не уступает подстилочному навозу КРС.

Компостирование торфа с навозом, другими отходами животноводства попытает коэффициент использования азота торфа до 20%, в то время, как при применении в чистом виде он близок к нулю. Возрастает при этом и доступность зольных элементов торфа [14].

Следует помнить, что в Верхневолжье компосты высокого качества можно готовить лишь в теплое время года, когда активно идут микробиологические процессы.

Массовую заготовку их надо начинать после окончания в хозяйстве сева до начала сенокоса, а затем - продолжать летом, с привлечение необходимого транспорта и техники. Его вносят в паровые поля или под зябь в тех же дозах, что и подстилочный навоз в пару - по 50-70 т, под зябь - по 30-40 т на 1 га и больше.

12.2.4. Навозная жижа

Навозная жижа - это перебродившая моча животных, стекающая в жижесборники животноводческих помещений и навозохранилищ.

Выход навозной жижи от КРС за стойловый период составляет около 15% от выхода навоза. От одной взрослой головы КРС за стойловый период в среднем накапливается 2- 2,5 м жижи, такое же количество образуется от трех голов молодняка КРС до 2-х лет и от 10-12 телят.

Навозная жижa в среднем содержит N - 0,25-0,30 %, P₂O₅ - 0,01-0,06% и K₂O - 0,4-0,5 %.

Хранится она в закрытых жижесборниках. Потери азота снизятся еще больше, если поверхность жижи в жижесборнике покрыть тонким слоем отработанного моторного масла.



Рис. 83. Навозная жижa

Азот и калий в жиже находятся в хорошо растворимой и легкодоступной для растений форме. Азот содержится, преимущественно, в форме мочевины, которая под влиянием уробактерий быстро превращается в карбонат аммония, разлагающийся до CO₂, H₂O и NH₃.

При неправильном хранении жижи NH₃ быстро улетучивается, и удобрительная ценность ее резко снижается.

Навозную жижу используют в виде основного удобрения, в подкормку и для приготовления компостов с торфом. Под зерновые культуры, картофель и корнеплоды в основное удобрение вносят 15-20 т/га навозной жижи, под овощные - 20-30 т/га.

Ранневесеннюю подкормку озимых и многолетних трав навозной жижей, разбавленной в 2-3 раза водой, проводят перед их бороно-

ванием или после первого укуса в дозе 4-5 т/га. В подкормку под пропашные и овощные культуры навозную жижу (5-10 т/га. вносят при помощи культиваторов- растение питателей в середину междурядий на 10-15 см.

12.2.5. Птичий помет

По своим удобрительным качествам птичий помет превосходит навоз, а по скорости и эффективности действия на рост и развитие культур не уступает минеральным удобрениям.

Химический состав помета зависит от вида птицы, ее породы, возраста, способа содержания и кормовой базы.

Таблица 8

Химический состав птичьего помета (% на сырое вещество)

Вид помета	Влажность. %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Куриный	75	1,5	1.4	0,5	1.1
Утиный	83	0,6	0,8	0,3	1,0
Гусиный	83	0,5	0,5	0,8	0,6
Индюшиный	75	0,7	0,6	0,5	0,5

Значительная часть элементов питания в помете находится в водорастворимой форме. Добавление воды в помет при его смыве снижает его удобрительную ценность.



Рис. 84. Птичий помет

Птичий помет подстилочный, получаемый при содержании птицы на глубокой (до 10 см) несменяемой подстилке из опилок, соломенной резки или верхового торфа (молодняк и маточное поголовье на птицефабриках), и бесподстилочный, получаемый при содержании кур на сетчатых и планчатых полах и клетках.

Подстилочный куриный помет имеет невысокую влажность, достаточно сыпуч и может использоваться как обычный подстилочный навоз в нормах, рассчитанных по азоту.

Полужидкий и жидкий помет получают при клеточном содержании. В этом случае в помет попадает большое количество воды. В полужидком помете в среднем содержится (%): сухого вещества - 16, N - 0,8, P₂O₅ - 0,65, K₂O - 0,35.

В жидком помете в среднем содержится (%): сухого вещества 5-8; N - 0,24; P₂O₅ - 0,2 и K₂O - 0,12 соответственно.

Для приготовления компостов целесообразно применять куриный помет влажностью не выше 80-85%.

Для производства торфопометного компоста используют торф, соответствующий требованиям ГОСТ Р 51661.1-2000. Влажность компостной массы не должна превышать 70%. Торфопометный компост при соотношении торфа и помета 2:1 содержит N_{общ} не менее 1%, P₂O₅ - 0,4% и K₂O - 0,15%.

Для улучшения качества компостной массы в нее рекомендуется добавлять фосфогипс из расчета 30-50 кг/т помета. Фосфогипс предупреждает потери NH₃ из помета при компостировании и поглощает запах.

Пометно-опилочный компост должен соответствовать следующим требованиям влажность, не более 75%, содержание N_{общ} не менее 1,8% на абсолютно сухое вещество.

Пометные компосты можно вносить под все сельскохозяйственные культуры. Нормы компостов зависят от культуры и плодородия почвы: озимые зерновые 13-18 т/га, картофель - 14-20, капуста - 12-18, кормовые корнеплоды - 20-26, кормовые травы - 26-30.

Один из способов быстрого обеззараживания больших количеств сырого птичьего помета - его сушка при температуре 600-700 °С. Из 1 т сырого помета влажностью 70% получается 300-350 кг сухого вещества влажностью 15-20%.

Концентрация питательных веществ в сухом помете в 2-3 раза выше, чем в бесподстилочном сыром. Сухой помет содержит (%): N - 5-6, P₂O₅ - 4,5-5, K₂O - 2,0-2,5 и 80% органического вещества.

В качестве основного удобрения рекомендуют следующие нормы сухого помета (т/га): под пшеницу, озимую рожь и ячмень - 4-5, картофель - 5-6, капусту - 3-4, кормовые корнеплоды - 6-7, кормовые травы - 10-15, технические культуры - 2-3.

Для внесения сухого птичьего помета под зерновые культуры можно использовать разбрасыватели минеральных удобрений; под пропашные и картофель - сажалки.

Доза сырого бесподстилочного помета для подкормки - примерно 1 т/га, при локальном внесении в лунки - 0,5 т/га, дозы подстилочного помета - на 25% больше, а сухого - в 3 раза меньше.

Средние дозы бесподстилочного помета в качестве основного удобрения составляют - 5-10 т/га, а подстилочного - 10-20 т/га.

12.2.6. Зеленое удобрение

Зеленое удобрение представляет собой зеленую массу растений-сидератов, запахиваемую в почву в целях обогащения ее питательными элементами, главным образом, азотом, улучшения водного, воздушного и теплового режимов.

Наибольшее значение зеленое удобрение имеет на малопродуктивных дерново-подзолистых, песчаных, суглинистых и супесчаных почвах Нечерноземной зоны.

Особенно эффективно применять сидераты под картофель, столовые и кормовые корнеплоды, кукурузу, озимые зерновые и овощные культуры.



Рис. 85. Зелёное удобрение

В качестве сидератов используют, в основном, бобовые культуры, которые благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями усваивают азот атмосферы и обогащают им почву.

Для получения высоких урожаев зеленой массы за 1-3 часа до посева проводят инокуляцию семян бактериальными препаратами нитрагин, ризоторфин, ризобин и др.

В Нечерноземной зоне на зеленое удобрение используют многолетний, желтый слабоалкалоидный (кормовой) и узколиственный горький люпины, сераделлу, донник белый, пелюшку, чину посевную и др. В качестве сидератов иногда используют и небобовые растения - фацелию, горчицу и рапс, они препятствуют вымыванию осенью нитратного азота из почвы.

Важнейшее условие повышения эффективности зеленого удобрения - правильное сочетание его с другими органическими и минеральными удобрениями и химической мелиорацией почв. При соблюдении агротехники сидеральные культуры дают высокие урожаи зеленой массы.

Урожайность зеленой массы на легких песчаных почвах достигает 35-40 т/га, что по содержанию эквивалентно 40 т навоза, т.е. по эффективности зеленое удобрение почти равноценно навозу. По сравнению с навозом сидераты более бедны фосфором и калием.

Многие сидераты (например, люпины) обладают способностью хорошо усваивать из почвы труднодоступные формы фосфора, недоступные для других культур. Наибольшая потребность в калийных удобрениях для этих культур проявляется на бедных песчаных почвах.

Хлористые калийные удобрения из-за содержания в них большого количества хлора, отрицательно влияющего на развитие клубеньковых бактерий, менее эффективны. На различные формы фосфорных удобрений сидераты реагируют слабее. На кислых почвах люпин лучше удобрять фосфоритной мукой.

Для создания нормальных условий сидеральным культурам требуется различная реакция почвенной среды, что учитывают при известковании.

Осенью запахивают зеленые удобрения, предназначенные под яровые культуры. Весной сидераты заделывают под поздние яровые культуры. Под яровые культуры сидераты заделывают на глубину пахотного слоя.

12.2.7. Солома

В соломе содержится сухого органического вещества чуть меньше, чем в навозе. Ее излишки во многих хозяйствах страны можно использовать для пополнения запасов гумуса в почве.

При запашке соломы урожайность первой культуры слабо изменяется, а урожайность последующих культур повышается на протяжении нескольких лет.

Химический состав соломы зависит от вида культуры и почвенно-климатических условий.

Таблица 9

Химический состав соломы

Солома	Сухое вещество, %	Органическое вещество, %	Содержится в воздушно-сухой массе, %						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	зола
Озимой пшеницы	86	81	0,50	0,20	0,90	0,28	0,11	0,039	4,86
Озимой ржи	86	82	0,45	0,26	1,00	0,29	0,09	0,164	3,93
Ячменя	86	81	0,50	0,20	1,00	0,33	0,09	0,153	4,49
Овса	85	79	0,65	0,35	1,60	0,38	0,12	0,173	6,45
Яровой пшеницы	86	82	0,60	0,20	0,75	0,26	0,09	0,05	3,48
Кукурузы	86	81	0,75	0,30	1,64	0,49	0,26	0,15	4,37
Рапса	85	80	0,70	0,25	1,00	2,00	0,21	0,3	4,77
Гречихи	86	80	0,80	0,60	2,40	0,95	0,19	0,133	5,25
Гороха	86	81	1,40	0,35	0,50	1,82	0,27	0,32	3,91
Люпина	86	81	1,00	0,25	1,75	0,97	0,34	0,4	4,06
Сои	86	82	1,20	0,30	0,50	1,46	0,50	0,33	3,23
Вики	86	81	1,40	0,27	0,65	0,56	0,37	0,5	4,43

При запахивании соломы в почву улучшаются физико-химические свойства почвы. Она является важным источником углерода для образования гумуса и углекислоты для воздушного питания растений.



Рис. 86. Солома

Измельченную после уборки культуры солому лучше всего заделывать неглубоко в почву дискованием или лущением на 8-10 см.

На полях, удобренных соломой, в первый год в почве усиливаются процессы поглощения азота микроорганизмами, что приводит к ухудшению азотного питания растений. Чтобы избежать этого, на каждую тонну заделываемой в почву соломы следует дополнительно внести 10 кг д.в. N/га или бесподстилочный навоз и навозную жижу из расчета 3-5 т/га [24].

12.2.8. Сапропель

Сапропель – это продукт органических и минеральных отложений (смесь земли с полуразложившимися растительными и животными остатками) пресноводных озер и прудов.

Сапропель добывают земснарядами с намывом пульпы в отстойники, где после промораживания и последующей естественной сушки он превращается в сыпучую массу влажностью около 80%.

В сухом веществе сапропеля может быть до 80 % органического вещества, до 70% карбонатов калия, кальция и магния. микроэлементы, физиологически активные вещества - витамины, стимуляторы роста, гормоны.

Химический состав сапропелей различных месторождений и даже одного из месторождения неодинаков.

Таблица 10

Химический состав различных видов сапропеля

Сапропель	Влажность, %	рНко	N	Зола	Состав золы		
					CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O
% на сухое вещество							
Органический	82,5-97,4	3,2-7,9	2,0-4,1	6,1-30	0,2-8	0,02-2,53	0,3-1,8
Органо-песчаный	81,2-95,0	2,4-7,2	0,7-2,9	31-65	0,8-8	0,07-0,67	-
Органо-глинистый	70,8-96,3	3,0-8,0	0,9-3,7	30-65	0,1-8	0,02-0,87	0,3-5,8
Органо-известковистый	67,8-94,8	6,0-8,5	0,6-3,5	20,5-65	8,1-30	0,03-3,9	0,2-9,8
Известковистый	50,0-93,1	6,6-8,5	0,4-2,6	39,7-85	30-51,8	0,01-0,66	0,1-2,4

Азотистые вещества представлены в основном труднодоступными для питания растений высокомолекулярными соединениями, прочно связанными с минеральными веществами.

Содержание в сапропелях доступного фосфора очень малое, а калия ничтожное. Доступного азота и фосфора в свежедобытом сапропеле обычно в 2-3 раза меньше, чем в навозе.



Рис. 87. Сапропель

Сапропели используют как в чистом виде, так и в виде компостов с навозом, фекалиями, навозной жижой.

Перед внесением ил проветривают, чтобы содержащиеся в нем вредные для растений закисные соединения превратились окисные.

При приготовлении компостов на 1 т ила берут 0,2 т навоза или 2 т фекалий, навозной жижи. Нормы ила в зависимости от содержания в нем питательных веществ составляют, т/га: под озимые - 30-40, под картофель, кормовые корнеплоды и овощные культуры - 60-70 и более.

Использование сапропеля в качестве местного удобрения требует немалых затрат на его добычу, транспортировку и внесение.

12.2.9. Торф

Из мировых запасов торфа на долю России приходится 235 млрд т или 47%. В отношении общей площади сведения очень противоречивы.

Величина всех избыточно увлажненных оторфованных почв составляет около 369,1 млн. га или 21,6% территории России, из них в европейской части страны - 58,8 млн. га. Более половины (50,6%) месторождений торфа представлено верховым типом, 31,1% - низинным, 18,3% - переходным.

На территории РФ по состоянию на 01.01.2002 года разработано около 1,5 млн. га торфяников, из них около 90% приходится на Нечерноземную зону.

На начало 2004 года в Центральном регионе России расположено 16120 торфяных месторождений, при этом их значительная часть находится в Тверской, Брянской, Ивановской и Смоленской областях.

Использование торфа в сельском хозяйстве отличается своим разнообразием:

1. подстилочный материал (верховой сфагновый торф со степенью разложения до 25%, зольностью до 15%, влажностью до 50% и содержанием древесных частиц размером до 6 см - не более 10%);
2. компонент различных компостов (верховой, переходный и низинный);
3. мульчирующий материал (низинный и переходный);
4. для приготовления торфоперегнойных горшочков в цветоводстве и овощеводстве (переходный и, особенно, низинный);
5. самостоятельное органическое удобрение (низинный) и после мелиорации.



Низинный торф Верховой торф

Рис. 88. Торф

Применение низинного торфа с pH_{KCl} 5,5 и более, зольностью более 10% (в т.ч. СаО более 4%) и степенью разложения более 40% на удобрение в чистом виде допустимо на легких по гранулометрическому составу почвах, но даже и в этом случае влияние торфа на урожайность будет в среднем в 2-3 раза ниже действия навоза и компоста.

Переходный или верховой торф, обычно, не оказывает положительного влияния на урожайность.

12.2.10. Промышленные органические отходы

В агропромышленном комплексе получают различные органические отходы, которые могут быть использованы в качестве удобрений.

Из-за небольших объемов производства и низкого содержания питательных элементов большинство из них имеет узкое применение, так как доступно в основном хозяйствам, расположенным недалеко от заводов и фабрик.



Рис. 89. Промышленные органические отходы

Все органические отходы промышленности, используемые как удобрения разделяются на три группы:

1. Отходы, требующие компостирования. К этой группе относятся отходы, опасные в санитарно-гельминтологическом, энтомологическом и фитосанитарном отношении.

2. Отходы, требующие заблаговременного внесения в почву. Как правило, это отходы с широким отношением углерода к аммонийному азоту.

При внесении их в почву перед посевом наблюдается временное биологическое закрепление доступного азота почвы микроорганизмами, что приводит к азотному голоданию растений и даже снижению урожайности. Поэтому их применяют задолго до посева - под вспашку черного пара и под зябь, а перед посевом вносят в почву азотные удобрения.

3) Отходы, пригодные для удобрения без ограничений.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются минеральные удобрения по агрономическому назначению и по составу питательных веществ?
2. Каков ассортимент азотных, фосфорных, калийных и комплексных удобрений в нашей стране?
3. Особенности использования азотных, фосфорных и калийных удобрений.
4. Какие микроэлементы наиболее широко применяются в сельском хозяйстве, и в каких условиях они дают наибольший эффект?

5. Какие удобрения называются комплексными? На какие группы их подразделяют в зависимости от способа получения.
6. Перечислите наиболее распространённые одно- и двухкомпонентные комплексные удобрения.
7. Какие виды органических удобрений Вы знаете? Каково их значение для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур?
8. Какие виды органических удобрений Вы знаете? Каково их значение для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур?

Глава 13. ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ И ДЕФЛЯЦИИ

На всех этапах развития земледелия почва подвергалась различным видам деградации, в том числе и эрозионным процессам.

Эрозия почвы - это совокупность взаимосвязанных процессов разрушения почвенного покрова, снижения ее плодородия в результате отрыва, переноса и отложения почвы (иногда материнской и подстилающей пород) поверхностным стоком временных водных потоков, ветром и антропогенной деятельностью.



Рис. 90. Эрозия почвы

Водная эрозия происходит под влиянием стока дождевых, талых, поливных и сбросных вод.

Водная эрозия и дефляция (ветровая эрозия) - один из основных

видов деградации, которые характеризуются разрушением и потерей части почвенного покрова. При этом изменяются его физические, химические, биологические свойства, ухудшаются водный и воздушный режимы.

Это также один из наиболее мощных современных рельефообразующих процессов, перемещающих огромные массы вещества в пределах хозяйственно освоенных земель, существенный источник загрязнения окружающей среды химическими компонентами почвы и внесенными в нее загрязнителями, одна из причин заиления малых рек и деградации агроландшафта.

На разных этапах допустимая величина эрозии, при которой восстанавливается почва, колеблется в пределах от 2,25 до 925 т/га в год или от 3 до 36 т на 1 гектар.

Для разных типов почв по обобщенным данным они составляют:

- дерново-подзолистых - 0,87 мм в год,
- черноземов - 0,28 мм в год,
- каштановых почв - 0,36 мм в год,
- сероземов - 0,27 мм в год,

Ветровую эрозию в последнее время часто называют дефляцией почвы.

Справедливо считают, что ветровая эрозия почвы не исчерпывается дефляцией, включая в себя перенос, измельчение и отложение почвенных частиц ветром с образованием эоловых наносов и погребенных почв, и используют соответствующие термины.

13.1. Виды водной эрозии и условия ее проявления

Необходимым условием возникновения водной эрозии почвы является сток поверхностных вод или поверхностный сток.

Различают три основных вида поверхностного стока:

1. дождевой сток
2. сток при снеготаянии,
3. сток поливной воды.

Им соответствуют три вида эрозии почв:

1. дождевая эрозия (или ливневая при сильных дождях);
2. эрозия при снеготаянии;
3. ирригационная эрозия.

Указанные виды эрозии различаются не только по источнику возникновения стока, но и по механизму развития процесса, а также по величине причиняемого ими ущерба.



Рис. 91. Эрозия при снеготаянии

Эрозия при снеготаянии отличается меньшей выраженностью, но большей продолжительностью, чем дождевая эрозия.

В Центральных областях России длительность снеготаяния составляет почти месяц, а продолжительность смыва почвы талыми водами - около недели. Потери почвы от эрозии при снеготаянии составляют чаще всего несколько тонн с 1 гектара.

Дождевая эрозия почвы по продолжительности процесса гораздо меньше, чем при снеготаянии и измеряется минутами и часами, а количество смываемой почвы - больше. При этом смыв почвы может достигать десятков тонн на гектар. В этом случае количество смываемой почвы зависит не только от параметров водного потока, но и от параметров дождевых капель.

Чем больше масса и скорость дождевой капли, тем больше ее кинетическая энергия и тем большие разрушения она причиняет почве.

При ударе капли о почву происходит разрушение самой капли и некоторого (очень небольшого) объема почвы, с которым взаимодействует капля. Продукты разрушения разлетаются в стороны в виде брызг.

Часть брызг попадает при этом не на поверхность почвы, а во временные водотоки (струйки, ручейки) и уносится ими. Таким образом, дождь способствует насыщению потоков твердой фазой. Кроме того, дождевые капли, попадая в поток, повышают его размывающую и транспортирующую способность.

Ирригационная эрозия, т.е. эрозия почвы при орошении, делится

на подвиды в зависимости от способа орошения: эрозия при поливе напуском по бороздам, по полосам, по чекам и при дождевании.



Рис. 92. Ирригационная эрозия

Бороздковый полив применяют при орошении хлопчатника, кукурузы, томатов, сахарной свеклы. Ширина междурядий на посевах этих культур составляет 0,6-0,9 м, а ширина водного потока в поливной борозде - до 0,2 м.

Потери почвы за один полив могут достигать 100 т/га. В пересчете на единицу времени это гораздо больше, чем при дождевой эрозии или при эрозии во время снеготаяния. Объясняется это тем, что при поливе по бороздам количество воды, взаимодействующей с почвой в единицу времени, гораздо больше, чем при дождях или при снеготаянии.

Полив по полосам применяют при орошении трав и зерновых культур. Ширина полос измеряется единицами метров. Ширина водного потока при поливе по полосам равна ширине самих полос. Поэтому скорость таких потоков невелика, и ирригационная эрозия выражена слабее, чем при поливе по бороздам.

При поливе по чекам и при лиманном орошении ирригационная эрозия проявляется еще слабее, что объясняется тем, что уклоны чеков и лиманов, а также скорость водного потока, и связанная с ними величина смыва почвы, очень малы.

Дождевание - один из самых перспективных видов орошения и его используют при выращивании практически всех сельскохозяйственных культур. Этот вид орошения в настоящее время находит все

большее распространение.

Поверхностный сток и эрозия почв при поливе дождеванием возникают в том случае, когда интенсивность дождевания начинает превышать интенсивность впитывания воды почвой.

Эрозия почв при поливе дождеванием является наименее изученным подвидом ирригационной эрозии.

По морфологическим признакам проявления эрозионных процессов различают:

- поверхностную эрозию, или смыв и снос почвы;
- линейную эрозию, или размыв почвы и образование оврагов.

Каждый из перечисленных видов эрозии может сопровождаться проявлением смыва или размыва почвы, но чаще всего - и того и другого в зависимости от местоположения изучаемого участка на склоне.

Поверхностная эрозия, или смыв почвы, в свою очередь условно делится на плоскостную и струйчатую.

Плоскостная эрозия вызывается движением сплошного стока воды, но реальные условия для ее образования создаются редко и смыв почвы осуществляется преимущественно струйчатыми потоками.

Граница перехода поверхностной эрозии в линейную также условна: считается, что если следы эрозии на поле исчезают в результате обычной обработки почвы, то это поверхностная эрозия, если нет - линейная.

Основным условием развития дефляции почв является ветер, скорость которого достаточна для перемещения частиц почвы. По таким внешним признакам как интенсивность, продолжительность и масштабы явления, а также размер ущерба, различают повседневную дефляцию и пыльные бури.

Отличительными признаками повседневной ветровой эрозии можно считать относительно низкую скорость ветра (до 6 м/с), несущественно превышающую критическую для данного типа почв и связанную с этим пространственную ограниченность явления.

Повседневная эрозия чаще всего ограничена масштабами одного или нескольких соседних полей, на территории которых развиваются все стадии процесса: от выдувания почвы до отложения наносов.

Практически все пахотные почвы юга России, в той или иной степени, подвержены повседневной дефляции, в особенности при интенсивной отвальной обработке.



Рис. 93. Пыльная буря

Пыльные бури проявляются при скорости ветра более 12 м/с и значительном пересыхании верхнего слоя почвы и сопровождаются переносом пылеватых частиц на значительные расстояния в масштабах отдельных регионов (Волгоградская и Ростовская области, Краснодарский и Ставропольский края). При этом наиболее сильно подвержены дефляции почвы легкого гранулометрического состава.

13.2. Экологические последствия от эрозии

Эрозионные процессы в Российской Федерации остаются одним из главных источников потерь ресурсов плодородия почвы и урожая, ухудшения состояния окружающей среды. Особенно интенсивно подвергаются деградации наиболее плодородные почвы - черноземы.

В связи с ростом оврагов, ежегодно из оборота выбывает до 25-30 тыс. га различных черноземных почв. А темпы роста эродированных земель за последние 15-20 лет достигли 250-300 тыс. га в год при общей их площади 120 млн. га или 7% от всего земельного фонда России. Но на этой площади расположено почти 60% всей пашни и производится около 80% растениеводческой продукции.

Ущерб, наносимый эрозией, заключается не только в смыве почвы, транспортировке эродированного материала, но и значительных потерях питательных элементов, особенно кальция, которые преимущественно определяют окультуренность и уровень плодородия почвы.

Под влиянием эрозии не только происходит чисто механический

процесс смыва верхней части почвенного профиля, но и изменяется содержание и запасы гумуса.

Таблица 11

Содержание гумуса в пахотном слое почв разной степени смывости, %

Почва	Степень смывости			
	не смывые	слабая	средняя	сильная
Дерново-подзолистая	1,64	1,05	0,85	0,68
Серая лесная	2,74	2,14	1,86	1,41
Чернозем выщелоченный	4,72	4,02	3,38	2,47
Чернозем типичный	6,06	5,84	4,58	3,28
Чернозем обыкновенный	4,34	3,90	3,27	3,23
Темно-каштановая	3,05	2,74	2,16	1,53
Светло-каштановая	1,96	1,84	1,60	1,21

Таблица 12

Запасы гумуса в слое почвы 0-50 см при разной степени смывости, т/га

Почва	Степень смывости почвы			
	не смывые	слабая	средняя	сильная
Темно-серая лесная	158	135	89	65
Серая лесная	144	117	76	69
Чернозем обыкновенный	249	225	117	83
Чернозем южный	247	197	168	123
Каштановая	220	178	125	55

Уменьшение содержания гумуса в почве в связи с эрозией является интегральным показателем уровня снижения ее потенциального плодородия.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы одной степени эродированности увеличивается от дерново-подзолистых (с северА. к типичным черноземам (к югу), затем уменьшается в направлении к обычным черноземам, темно-каштановым и светло-каштановым почвам.

В пределах каждого почвенного типа содержание гумуса в пахотном слое уменьшается на 30% в среднесмывых и на 50% - в сильносмывых почвах.

Решающее значение в осуществлении экологических функций почвы имеют свойства верхних почвенных слоев, так как с увеличением степени эродированности наиболее интенсивно ухудшаются их

свойства. Так, дерново-подзолистые почвы, подверженные водной эрозии, под влиянием смыва части пахотного слоя и вовлечения в него обедненного подпахотного иллювиального горизонта, снижают содержание гумуса и общего азота.

При этом повышается кислотность, что снижает емкость поглощения и увеличивает количество малодоступных для растений соединений фосфора и калия.

По данным Росземпроекта, в результате только водной эрозии из пахотного слоя вымывается почти 1,5 млрд, тонн плодородной почвы, что равносильно потере 18-20 млн. т питательных веществ. В районах распространения дефляции ежегодно сносится от 60 до 149 т почвенного материала. Эти явления приводят к значительному недобору урожая различных сельскохозяйственных культур.

В среднем урожайность сельскохозяйственных культур снижается: на слабосмытых почвах - на 10-20%, на среднесмытых - на 50-60% и на сильносмытых - на 65-75% по сравнению с урожайностью на не смытых почвах. На дефлированных почвах разной степени деградации величина снижения урожайности на 10-20% меньше, чем подверженных водной эрозии в той же степени.

Реакция растений на степень эродированности почв, подразделяются на:

- высоко требовательные к условиям произрастания: сахарная свекла, овощные культуры, подсолнечник, картофель, озимая и яровая пшеница, просо и кукуруза, снижающие урожайность на слабосмытых почвах на 10-30%, среднесмытых - на 30-70% и сильносмытых - на 65-90%;
- средне требовательные: ячмень, гречиха, сорго, зернобобовые, однолетние травы снижают урожайность соответственно на 5-15, 22-25 и на 40-70%;
- -малотребовательные: овес, озимая рожь и многолетние травы - на 5-10, 15-40 и на 25-45% соответственно.

Процессы эрозии не только ухудшают свойства конкретных почв, но и усложняют структуру почвенного покрова, усиливая его контрастность. Последнее связано не только со смывом и выдуванием почвы, но и аккумуляцией мелкозема на других элементах агроландшафта.

Площадь ареалов при переходе от несмытых к слабосмытым почвам уменьшается в 2-3 раза, а к среднесмытым - в 4-7 раз. Это сви-

детельствует о деградации почвенного покрова, усилении его контрастности и увеличении энергетических затрат на обработку почвы.

На территории Российской Федерации значимость отдельных экологических последствий проявления эрозии почв в большей мере зависит от уровня освоенности территории и интенсификации сельского хозяйства.

В наиболее освоенных районах Европейской части России их можно расположить в следующей последовательности:

- эрозия почв как фактор загрязнения окружающей среды;
- эрозия почв как фактор деградации почвенного покрова агроландшафтов и заиливания малых рек.

Опасность загрязнения в результате эрозии возрастает не только с ростом распаханности территории, но и с изменением структуры посевных площадей, не только с ростом норм внесения удобрений, но и с неупорядоченностью их применения, нарушением технологии хранения и транспортировки. От эрозии страдает не только сельское хозяйство.

Почва, смываемая с полей, заливает водоемы, каналы и реки, повышает мутность воды, что затрудняет работу гидроэлектростанций, систем водоснабжения и водного транспорта. При стоке воды и смыве почвы с пашни отчуждается от 10 до 30% вносимых удобрений и пестицидов.

Наиболее опасное значение приобретает эрозия почв в миграции радионуклидов. Радиоактивные изотопы прочно сорбируются почвой и перемещаются вместе с ней, в результате чего при смыве и дефляции почв происходит территориальное перераспределение радионуклидов и образование новых очагов радиоактивности в местах аккумуляции смытой и сдутой почвы.

Аналогичным путем образуются очаги вторичного загрязнения почв некоторыми пестицидами, а также засоления. Вторичное засоление, в результате отложения содержащих растворимые соли эоловых наносов, в настоящее время широко распространено в окрестностях высыхающего Аральского моря.

Ущерб, причиняемый народному хозяйству дефляцией почв, весьма многообразен. Снижается плодородие земель, что обусловлено уменьшением мощности пахотного слоя в результате его сдувания. Гибнут за счет выдувания и засыпания почвой растений посевов сельскохозяйственных культур.

При сильных пыльных бурях затрудняется работа промышленных предприятий и транспорта, нарушается работа линий электропередач, нефте- и газопроводов.

Дефляция почв также наносит большой вред авиации, так как высокое содержание пыли в атмосфере в окрестностях аэродромов приводит к преждевременному износу двигателей. Увеличение запыленности воздуха отрицательно сказывается и на здоровье людей.

Таблица 13

Негативные последствия эрозии и дефляции почв

Водная эрозия: плоскостная, линейная, селевые потоки	Дефляция: повседневная, пыльные бури
Негативные последствия	
Размыв и снос плодородного слоя	Снос плодородного слоя пыльными бурями
Образование оврагов	Запыление атмосферы, воздействие на человека

Таблица 14

Негативные последствия эрозии и дефляции почв

Водная эрозия: плоскостная, линейная, селевые потоки	Дефляция: повседневная, пыльные бури
Заиление пахотных земель мелководьем	Заносы дорог, оросительных систем, лесополос
Снижение потенциального плодородия	Нарушение движения транспортных средств
Уменьшение площади пашни	Повреждение посевов культур
Снижение урожайности	Снижение урожайности

Водная эрозия и дефляция почв - самые разрушительные процессы, которые являются не только следствием воздействия агроклиматических условий, но и интегральным выражением отрицательных воздействий других деградиционных процессов, обусловленных деятельностью человека.

Эрозия и дефляция могут проявляться совместно при различном чередовании процессов: сток талых вод - смыл почвы, иссушение верхнего слоя - выдувание почвы, ливневые осадки - сток, смыл и размыв почвы.

Среднегодовые потери почвы при совместном проявлении эрозии и дефляции оцениваются экспертами примерно в 15 т/га.

Контрольные вопросы

1. Что такое эрозия почвы?
2. Перечислите виды эрозии почвы.
3. Назовите причины и условия возникновения эрозии почвы.
4. Какие мероприятия включают в почвозащитный комплекс по борьбе с водной эрозией?
5. Какие мероприятия применяют для защиты почв от дефляции?
6. Какова роль лесомелиоративных, гидротехнических мероприятий в защите почв от эрозии?
7. Расскажите о почвозащитной организации территории.
8. Какие специальные приемы обработки почвы применяют для борьбы с водной эрозией?
9. В каких условиях применяют полосное размещение культур и паров?
10. Что такое мульчирующая обработка почвы, прямой посев и какими орудиями их выполняют?

Глава 14. ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Степень проявления эрозии зависит от комплекса тесно взаимосвязанных факторов:

- климата,
- почвенного покрова
- растительного покрова,
- рельефа,
- литологии
- хозяйственной деятельности человека.

Из климатических факторов на развитие водной эрозии наиболее существенное влияние оказывают осадки и режим их выпадения, особенно ливневые дожди, наиболее опасные в период недостаточного развития или отсутствия растительного покрова на пашне.

В Южных регионах за один ливень в зависимости от его интенсивности и крутизны склона с 1 га пашни смывается от 10 до 50 т почвы. Нередки случаи смыва почвы всего пахотного слоя, прироста оврагов до 30-50 м.

В Нечерноземной, Центрально-Черноземной зонах, Поволжье, Западной Сибири и других регионах страны широкое распространение

получила эрозия почвы от стока талых вод.

Среднемноголетний запас воды в снежном покрове здесь может достигать 100 мм и более. Эта огромная масса воды весной за 7-10 дней стекает с полей, разрушая почву вплоть до образования оврагов.

Противоэрозионная устойчивость почв зависит от их физико-химических, водно-физических свойств и гранулометрического состава.

Из физико-химических свойств почвы важнейшими являются содержание гумуса и состав поглощающегося комплекса. Рыхлое сложение почвы и увеличение водопроницаемости создают возможность уменьшения стока воды и смыва почвы. Почвы с водопрочной структурой лучше противостоят механическому разрушению.

Рельеф местности является другим важным фактором развития водной эрозии. Установлено, что, смыв почвы увеличивается прямо пропорционально уклону. При увеличении уклона почвы с 2 до 4° смыв почвы возрастает в 1,8 раза, а с 4 до 8° - в 7,2 раза. Значительное влияние на водную эрозию оказывает также протяженность склона.

По данным А.Д. Орлова, смыв почвы возрастает в 2,9-3,7 раза при удвоении линии стока с 50 до 100 м.

На размеры смыва почвы существенное влияние оказывают форма и экспозиция склонов. Южные склоны, как правило, эродированы больше, чем северные и северо-восточные. Важными факторами, определяющими развитие эрозионных процессов, являются генезис и тип почвы, противоэрозионные свойства которой определяются, прежде всего, гранулометрическим составом, содержанием гумуса, сложением, структурой и ее водопрочностью. Более устойчивы к водной эрозии и дефляции черноземы и дерново-подзолистые суглинистые хорошо окультуренные почвы.

Наличие растительного покрова уменьшает или полностью предотвращает развитие эрозии и дефляции. Чем мощнее растительный покров, выше проективное покрытие почвы полевыми культурами, тем слабее эрозионные процессы.

Вегетативная масса, в основном листья, защищает от разрушительной силы дождевых капель, а корневые системы растений скрепляют почвенные частицы, препятствуют размыву и смыву почвы, как в период снеготаяния, так и в течение вегетации.

Степень защиты почвы растениями от эрозии выражают коэффициентом эрозионной опасности, который составляет для чистого

пара 1,0; пропашных - 0,7-0,9; яровых зерновых - 0,4-0,5; озимых зерновых - 0,2-0,3; многолетних трав - 0,01-0,05.

Наилучшими почвозащитными свойствами обладают многолетние травы (люцерна, клевер, кострец, ежа сборная, эспарцет и др.), которые имеют мощно развитую вегетативную массу и корневую систему надежно предохраняющие почву от эрозии и обогащающие ее органическим веществом.

На втором месте по почвозащитным свойствам стоят озимые культуры с длительным периодом вегетации, а на последнем - пропашные и чистый пар.

Почвозащитная способность сельскохозяйственных культур определяется их биологическими особенностями и агротехническими приемами возделывания, а также связана с источником, вызывающим эрозионные процессы.

В районах, где водная эрозия вызывается стоком талых вод, наиболее противоэрозионное значение имеют многолетние травы, а там, где сток связан с ливнями в летний период, хорошо защищают почву от эрозии озимые, яровые и зернобобовые культуры.

Почвозащитная роль полевых культур в разные фазы развития растений неодинакова. Это объясняется состоянием надземной фитомассы и корневой системы в эрозионно-опасные периоды: в начальные фазы роста и развития растения защищают почву от эрозии хуже, чем в более поздние сроки вегетации. Чем мощнее развита зеленая масса растений, полнее проективное покрытие и мощнее корневая система, тем надежнее защищена почва от эрозии.

Геологические условия территории также определяют потенциальную возможность и характер проявления эрозионных процессов. К ним относятся: устойчивость пород, особенности их залегания, проявление различных экзогенных и эндогенных процессов.

Лёссовидные суглинки рая, на которых залегает почвенный покров, очень легко размываются и разрушаются водными потоками и за короткий период здесь могут образовываться большие промоины, овраги, провалы и каньоны, с которыми в последствии очень трудно бороться.

Хозяйственная деятельность человека влияет на состояние почвенного покрова, уровень плодородия пахотного слоя почвы и подверженность ее эрозии.

К хозяйственным факторам, от которых, прежде всего, зависит

проявление и степень развития эрозионных процессов, относятся следующие:

1. общая организация территории (форма и размещение полей, структура посевных площадей, наличие или отсутствие лесных полос, дорожной сети, рациональное размещение производственных помещений и других объектов);

2. применяемые способы основной и предпосевной обработок почвы и другие элементы технологии возделывания культур (вспашка, безотвальная обработка вдоль или поперек склона, степень уплотнения почвы и распаханности территории, приемы ухода за посевами и чистыми парами и т. д.);

3. применение предупредительных противоэрозионных и почвозащитных мероприятий (почвозащитные севообороты, залужение склонов и оврагов, минимализация обработки почвы, агролесомелиорация, гидротехнические и другие противоэрозионные сооружения).

Человек может улучшить или ухудшить состояние земельной территории хозяйства, а также конкретного ландшафта. История человечества и земледелия тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Не соблюдая законов природы, бездумно выкорчевывая леса, чтобы получить пахотную землю, земледелец способствовал деградации многих территорий, в том числе и за счет увеличения площадей, эродированных в разной степени земель.

Факторы эрозии и дефляции проявляются не изолированно, а в том или ином сочетании и взаимодействии, т. е. в комплексе. Эти факторы в результате действия и взаимодействия обладают огромной разрушительной силой, способной за короткий срок вывести из строя большие площади.

Наиболее разрушительно совместное действие водной эрозии и дефляции проявляется, когда после бурного весеннего снеготаяния и стока талых вод, сопровождающихся сильным смывом и размывами, а также обезвоживанием почвы, наступает длительный (1-2 месяца) засушливый период, во время которого может сильно проявиться дефляция.

Схему этого процесса можно представить следующим образом: снеготаяние → сток талых вод → смыв и размыв почвы → иссушение, дренирование почвенного покрова → распыление почвы обработками → обезвоживание → дефляция.

В ходе эрозионного процесса в почве происходят большие изме-

нения. На эродированных почвах ухудшаются условия жизни культурных растений, дикой флоры и фауны, возникают проблемы охраны окружающей человека среды.

Для решения данных проблем необходимо знать механизмы развития и проявления эрозии и дефляции.

Прогнозирование - есть разработка научно обоснованного предположения о будущем состоянии объекта исследования. Ввиду значительной пространственной и временной изменчивости факторов эрозии ее прогноз носит вероятностный характер.

Точный прогноз эрозии почв возможен только при условии, что известны закономерности возникновения и развития процессов, сопровождающихся этим явлением. Речь идет, с одной стороны, о закономерностях формирования эрозионной погоды, а с другой - о закономерностях изменения противэрозионной стойкости почв и других факторов.

В связи с этим становится очевидным, что прогнозирование эрозии почв - задача более трудная, чем прогнозирование погоды. Абсолютно успешным может быть только прогноз ирригационной эрозии, так как человек контролирует подачу воды.

Множество методов прогнозирования, в том числе применяемых в эрозиоведении, делится на три класса:

- методы экстраполяции;
- методы моделирования;
- экспертные оценки.

Они, в свою очередь, подразделяются на прогнозы:

- краткосрочные
- долгосрочные.

Краткосрочные эрозионные прогнозы не имеют широкого распространения. В то же время краткосрочный прогноз отдельных явлений дефляции почв (в метеорологии их называют пыльными или песчаными бурями, вихрями, поземками) имеет большое значение для ряда отраслей народного хозяйства, таких как авиация и космонавтика.

Задачи прогнозирования определяются запросами науки и практики. Для целей авиации и космонавтики важно

заблаговременно знать о приближающейся пыльной буре, чтобы принять необходимые меры безопасности.

Для целей сельского хозяйства важно знать возможный ущерб от эрозии и возможные пути ее предупреждения, поэтому задачей прогноза является предсказание возможных потерь почвы (т/га).

Для экологической безопасности важно знать не только объем потерь почвы, но и пути ее переноса, места отложения и химический состав продуктов эрозии.

Для промышленности важно знать предстоящий спрос на противоэрозионную сельскохозяйственную технику, поэтому задачей прогноза является определение площадей эродируемых почв.

Перечисленные отрасли далеко не исчерпывают весь список возможных потребителей эрозионных прогнозов, число которых резко возрастет с увеличением оправдываемости таких прогнозов.

Задача краткосрочного прогнозирования дефляции почв решается методами синоптической метеорологии: ожидаемое положение на карте погоды сопоставляется с положением, соответствующим так называемым типовым процессам, т.е. таким, что в прошлом приводили к возникновению прогнозируемого явления. При этом прогнозируется скорость ветра, учитывается состояние почвы, рельеф и другие местные условия.

При совпадении значений предикторов, т.е. значений метеорологических величин в исходный момент времени, со значениями характерными для типового процесса, выдается прогноз пыльной (песчаной) бури на ближайшие 1-3 суток.

Прогноз дальнейшего развития пыльной бури делается на основе учета особенностей воздушного потока, вызвавшего бурю. При этом различают внутримассовые, фронтальные, потоковые, вихревые бури и ураганы.

Применение этой методики, относящейся к методам экстраполяции, помимо традиционных трудностей прогнозирования на основе анализа карт погоды, осложняется недостаточной обеспеченностью фактическим материалом по противодефляционной стойкости почв и другим факторам дефляции.

Задачи долгосрочного прогнозирования развития водной эрозии почв решаются методами эрозиоведения. Эти методы относятся ко всем трем классам. Наиболее старыми являются методы, основанные на экспертной оценке. В основе их - субъективная оценка экспертом тех или иных факторов эрозии и основанные на этой оценке выводы.

Экспертная оценка чаще всего применяется при разделении почв на категории по степени эрозионной опасности, по степени эродированности и т.п. Очевидно, что разными экспериментами одна и

также почва может быть отнесена к разным категориям, поскольку критерии выбираются самим экспертом. Определенную известность получила экспертная оценка эрозионных процессов в баллах.

Недостатком такого полуколичественного метода является субъективизм в выборе шкалы для оценки отдельных факторов. Несмотря на указанный недостаток, балльный метод сыграл свою положительную роль и позволил впервые произвести районирование территории СССР по основным факторам возникновения и развития эрозии почв.

Типичным представителем методов экстраполяции в долгосрочном прогнозировании эрозии почв является методика Г.П. Сурмача позволяющая прогнозировать весенний сток талых вод на каштановых и черноземных почвах на основе осенне-зимних наблюдений за погодными условиями.

Таблица 15

Комплексная оценка степени эродированности почв в баллах

Свойства почвы и показатели	Степень эродированности почвы				
	не смытые	слабосмытые	среднесмытые	сильносмытые	деградированные
Содержание гумуса	1,0	0,95-0,75	0,75-0,50	0,50-0,30	0,20-0,15
Плотность сложения	1,01-1,03	1,03-1,06	1,06-1,12	1,13-1,23	1,30-1,40
Влажность завядания	1,0	0,98-0,96	0,90-0,85	0,75-0,65	0,50-0,35
Пористость	1,0	1,0-0,95	0,96-0,90	0,80-0,75	0,50-0,40
Полная влагоемкость	1,0	0,98-0,95	0,95-0,80	0,80-0,70	0,60-0,50
Водопроницаемость	1,0	0,85-0,75	0,72-0,64	0,49-0,43	0,40-0,35
Средняя урожайность зерна	1,0	0,9-0,8	0,8-0,6	0,6-0,5	0,5-0,3
Средняя урожайность зеленой массы	1,0	1,0-0,9	0,9-0,7	0,6-0,4	0,4-0,3
Гидрологическая характеристика впитывания воды	1,0-0,95	0,85-0,75	0,74-0,65	0,65-0,55	0,45-0,35
Мутность стока	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,7-1,8
Смываемость почвы	1,0	1,3-1,5	1,8-2,2	2,5-3,0	3,0-4,0
Бальная оценка	1	2	3	4	5

В настоящее время наиболее быстро развиваются методы долгосрочного прогнозирования на основе моделирования, большинство из которых основано на одновременном использовании принципов экстраполяции и собственно моделирования.

При этом для прогноза в них используются сведения о прошлом и настоящем: средние многолетние величины и показатели варьирования скорости ветра, количества и интенсивности осадков, испаряемости, температуры и других метеорологических показателей, определяющих интенсивность и длительность процессов эрозии почв.

Для оценки экологического состояния самой почвы и для прогноза интенсивности смыва на качественном уровне могут служить карты эродированности почв.

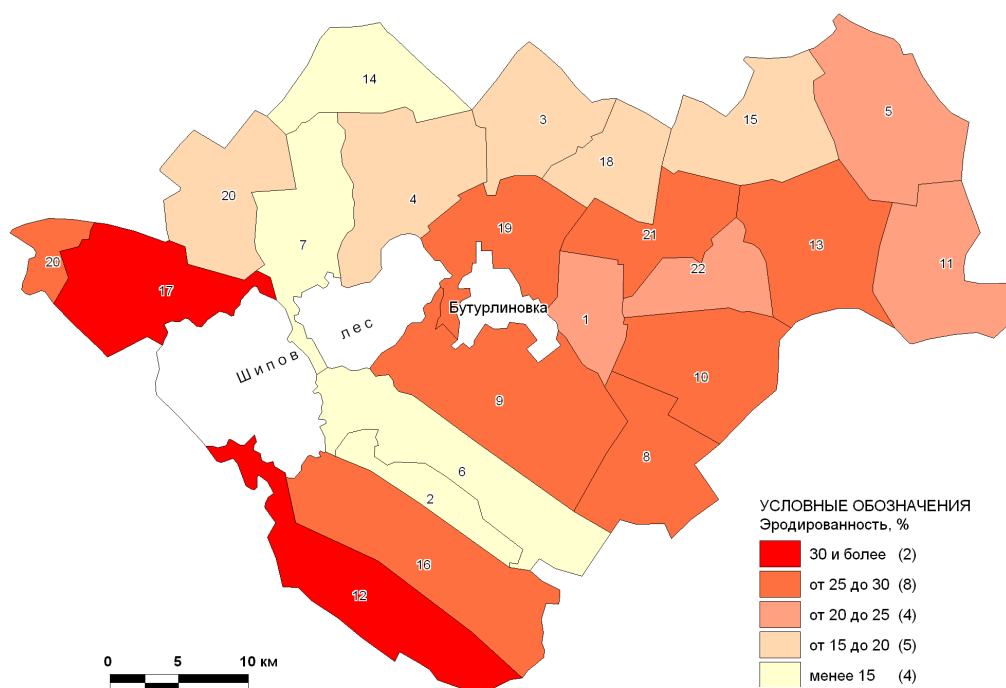


Рис. 94. Пример карты эродированности почв

Основой количественных экологических последствий эрозии почв являются карты интенсивности современных процессов смыва, или карты эрозионно-опасных земель.

Однако отображенная на них суммарная среднегодовая интенсивность смыва служит лишь общим индикатором возможного влияния эрозии почв на экологическое состояние ландшафта и показателем степени эрозионной деградации почвенного покрова.

На основе объединения оценок интенсивности смыва и доли

деградирующих (эрозионно-опасных) земель выделено пять категорий эрозионной опасности:

- неопасные (5-ая категория),
- слабо опасные (4-ая категория),
- умеренно опасные (3-я категория),
- опасные (2-ая категория)
- весьма опасные (1-ая категория).

Таблица 16

Группировка земель по степени экологической опасности

Категории опасности	Степень экологической опасности	Интенсивность смыва, т/га в год	Потенциальная деградация почв (доля эрозионноопасных земель, % от площади пашни)
1	Весьма опасные	более 20	более 70
2	Опасные	5-20	40-70
3	Умеренно опасные	3-5	20-40
4	Слабо опасные	1-3	5-20
5	Не опасные	менее 1	менее 5

Пахотные земли пятой категории в целом не нуждаются в специальных противоэрозионных мероприятиях.

На землях четвертой категории отмечается снижение урожайности лишь на 5-7%.

На землях на *третьей* - отмечается снижение урожайности лишь на 8-15% и возможное локальное загрязнение водоемов агрохимикатами и илистыми частицами.

На землях *второй категории* отмечается существенное снижение урожайности на 15-30% посевной площади, прирост доли эродированных земель до 0,2% ежегодно, загрязнение водоемов соединениями фосфора и пестицидами.

На землях *первой категории* достоверное снижение урожайности отмечается на более чем 30% площади, увеличение прироста площадей эродируемых земель до 0,5% ежегодно, усиление уровня загрязнения водоемов остатками вредных веществ.

Наиболее интенсивное развитие водной эрозии наблюдается в лесной и лесостепной зоне. В европейской части России интенсивность смыва почвы на пашне увеличивается с севера на юг и юго-запад для однотипных по рельефу местностей.

Проявление водной эрозии ослабевает к югу, но зато в этом регионе усиливаются дефляционные процессы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «эрозия почв».
2. Какие существуют виды эрозии почв и формы ее проявления?
3. Приведите классификации эрозионных процессов: по источнику стока, по морфологии эрозионных форм, по интенсивности процесса.
4. Охарактеризуйте додокучаевский период в истории изучения эрозионных процессов.
5. Охарактеризуйте докучаевский период в истории изучения эрозионных процессов.
6. Охарактеризуйте советский период в истории изучения эрозионных процессов.
7. Каковы последствия водной эрозии почв?
8. Каковы последствия ветровой эрозии почв?

Глава 15. СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЗАЩИТЫ ПОЧВЫ ОТ ДЕГРАДАЦИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Концепция или система взглядов на современное адаптивное земледелие определяются преодолением проблем аграрно-экономического кризиса.

Одна из наиболее сложных задач, которая в настоящее время является ключевой - это снижение темпов деградации и разрушения почвенного покрова агроландшафтов.

Деградация почвы - ухудшение свойств и утрата плодородия до уровня ниже простого воспроизводства под действием внешних сил и антропогенной деятельности человека.

Деградация почв преимущественно идет при совместном воздействии природных и антропогенных факторов. Антропогенное влияние, как правило, способствует активизации природных негативных процессов. Разграничить влияние природных и антропогенных факторов деградации часто бывает сложно.

По своей природе все многообразие процессов деградации почв и земель обычно объединяют в три группы.

Типы и виды деградации почв

I. ***Физические процессы деградации*** - механические нарушения обусловлены уменьшением мощности гумусового горизонта, структурно-агрегатного состава, сложения почвы, морфогенетиче-

ского или гидрофизического строения почвенного профиля или гидрологического режима почвенного покрова.

II. Химические процессы деградации - истощение запасов органического вещества и жизненно важных для растений питательных элементов, негативные изменения физико-химических режимов почв, засоление, осолонцевание или загрязнение земель вредными соединениями.

III. Биологические процессы деградации - негативные процессы изменения численности, видового разнообразия, состава и биомассы почвенного микробного сообщества, оказывающие отрицательное влияние на основные биохимические процессы и режимы почв, которые обеспечивают устойчивое функционирование агроландшафтов.

При анализе территории по типам и видам деградации важно знать текущую скорость или период развития основных процессов деградации, под которыми понимается ухудшение свойств почв и земель в единицу времени (в годах).

Использование при анализе уровня деградации территории ее динамических характеристик позволяет оценить дальнейшее развитие агроэкологической ситуации данного агроландшафта.

Выделяют следующие категории деградации почв и земель:

1. не деградированные почвы и земли: характеризуются отсутствием ограничений на виды землепользования, рекомендуемые для данного типа земель, и отсутствием достоверного снижения урожайности (менее 10%) и качества сельхозпродукции по сравнению с эталонами почв данного класса;

2. слабо деградированные почвы и земли, на которых отмечается достоверное снижение продуктивности, качества продукции или повышение себестоимости производства основных культур, выращиваемых в данных условиях на 10-25% по сравнению с не деградированными;

3. средне деградированные почвы и земли: результатом их деградации является сильное (на 25-50%) снижение продуктивности основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в данных условиях, повышение их себестоимости в 1,3-2 раза или снижение качества получаемой продукции в 2-3 раза;

4. сильно деградированные почвы и земли: результатом их деградации является сильное (на 50-75%) снижение продуктивности основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в данных условиях, повышение их себестоимости в 2-3 раза или снижение качества

получаемой продукции в 3-10 раз;

5. очень сильно деградированные почвы и земли: продуктивность культур падает более чем в 4 раза, или отмечается сильное превышение ПДК в получаемой продукции, что резко ограничивает их дальнейшее сельскохозяйственное использование.

По данным Федеральной службы земельного кадастра России на 1.01.2015 г. в составе пашни (116 млн. га) доля эродированных почв составила 35 млн. га, эрозионно-опасных - 50 млн. га и подверженных дефляции - 10 млн. га.

Ежегодный прирост площади смытых почв в нашей стране около 0,5 %, а в некоторых регионах достигает более 1 % в год, что составляет более 500 тыс. га. Площади, занятые оврагами, в настоящее время составляют 2,4 млн. га, увеличиваясь ежегодно с сокрушительной быстротой на 0,1-0,2 млн. га.

За норму или эталон почвы (земли) при определении степени ее деградации на практике используют:

- утвержденные зональные эталоны пахотных почв;
- объекты базового агроэкологического мониторинга в условиях абсолютного контроля (целина, многолетняя залежь), относительного контроля с невысокой техногенной нагрузкой на почву (сенокос, пастбище), поля с высокой культурой земледелия (государственные сортоиспытательные станции, семенные участки в опытных хозяйствах).

Итоговая оценка и классификация территории по уровню деградации почв и земель включает определение следующих составляющих:

1. доминирующего и второстепенного типов деградации (физическая, химическая, биологическая);
2. доминирующего и второстепенного видов деградации (эрозия, дефляция, переуплотнение, дегумификация, подкисление и т.п.);
3. текущей степени деградации по каждому из отмеченных для данной территории ее типу и виду, с выявлением лимитирующих видов и акцентированием агроэкологических проблем;
4. оценку устойчивости текущего агроэкологического состояния территории с прогнозом дальнейшего развития деградационных процессов на основе анализа предыдущих периодов.

Для нашей страны характерна самая высокая распаханность сельскохозяйственных угодий (в среднем 66 %), доходящая во многих регионах до 80 % и более.

В пашню вовлечено большое количество эрозионных и эрозионно-опасных земель. Перманентная (ускоренная) их деградация резко усилилась в связи с разрушением систем земледелия.

Весьма серьезную тревогу вызывает продолжающийся в субъектах Федерации процесс опустынивания. Он наиболее выражен в Калмыкии, Забайкалье, Ставропольском крае, Дагестане, Нижнем Поволжье, Астраханской области, где проживает более 50 % населения страны и производится более 70 % сельскохозяйственной продукции.

Особую опасность представляет деградация почв из-за загрязнения радионуклидами. В Брянской, Тульской, Калужской, Челябинской и других областях площадь таких земель составляет 150 тыс. км².

Разрушение мелиоративного комплекса страны - одна из причин усиления процессов деградации почвы. От некогда мощной сети (свыше 11 млн. га. мелиорированных земель (орошаемых и осушенных) осталось не более 9 млн. га. Из них 2,5 млн. га требуют капитальной реконструкции, более 2 млн. га используются не по назначению.

Усиливаются процессы уплотнения и переуплотнения пахотных и подпахотных слоев почвы.

Свыше 50 млн. га пашни требуют проведения комплекса мероприятий по разуплотнению почвы.

Одна из наиболее сложных проблем, которая в настоящее время является ключевой - преодоление ориентации на экстенсивное хозяйство. Вынос из почвы питательных веществ в 4-5 раз превышает их поступление с удобрениями.

Средний вынос NPK на полях России составляет 126 кг/га, а поступление с минеральными и органическими (0,5 т/га. не превышает 20 кг/га действующего вещества.

Опасность деградации за счет водной эрозии и дефляции почвы, а также других ее видов вызывает необходимость разработки конкретных противоэрозионных мероприятий, которые включают в себя ряд компонентов.

Основой почвозащитного земледелия выступает организация территории, которая рассматривается как средство управления взаимодействием всех звеньев адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Территориальная система, или агроландшафт, состоит из взаимосвязанных природных и антропогенных комплексов.

Многие ученые считают, что ландшафт представляет собой организм, где части обуславливают целое, а целое влияет на все части,

что адекватно действию и взаимодействию его структурных элементов.



Рис. 95. Агроландшафт

Характер воздействия человека на почву определяет особенности развития агроландшафтов и их экологическую устойчивость.

Современный этап использования сельскохозяйственных угодий свидетельствует о том, что в функционирующих агроландшафтах нет гарантии сохранения экологического равновесия.

Экологическое равновесие - относительный баланс устойчивости видового состава живых организмов, их численности, продуктивности, пространственного размещения, сезонных изменений, биотического круговорота веществ и других биологических процессов в естественных или измененных человеком экологических системах.

Глубинные истоки ландшафтного земледелия исходят к многовековому практическому опыту человечества. В течение тысячелетий земледелец следовал не писанному закону: в разумных, безвредных для природы пределах всегда творчески и бережно вмешиваться в жизнь природы.

Эмпирически были выработаны неукоснительные правила ведения земледелия буквально на каждом поле, на каждом клочке земли. Поэтому до сих пор нет безымянных угодий. Каждое название, как правило, по-своему отражает основное качество угодья. Набор культур, сроки обработки поля и посева, особенности технологии были дифференцированы и соблюдались как ритуальный обряд.

В процессе длительной эволюции естественные ландшафтные системы выработали специфические свойства, в частности, способность к саморегуляции и самовоспроизводству.

Переход естественных ландшафтов в агроландшафты значительно изменяет вещественно-энергетические и информационные связи в прежде целостном организме. Измененные до известных пределов ландшафты сохраняют свои внутренние свойства, определяемые масштабом и направленностью вещественно- энергетических потоков.

Ландшафты, нарушенные выше допустимых пределов, теряют способность к самовоспроизводству основных компонентов и в результате этого быстро деградируют, что выражается в снижении их продуктивности и резком ухудшении общей экологической ситуации.

Современный агроландшафт - это не просто преобразованный (модернизированный) природно-территориальный комплекс, а скорее многокомпонентное парагенетическое образование со своим природно-хозяйственным генезисом, фитоценотическим обликом, экологической ситуацией.

Агроландшафты отличаются от естественных образований более четкими границами, хотя не имеют столь же эффективных механизмов саморегулирования ресурсосодержащих и ресурсовоспроизводящих систем.

Будущее агроландшафтов зависит от территориально-организованной согласованности природно-антропогенных структур, но главное - от хозяйственной деятельности человека.

Перед земледелием при этом ставится задача более тесной, экологически безопасной адаптации разрабатываемых систем и технологических решений в естественный организм территорий, взвешенной регламентации многих традиционных приемов агротехники, мелиорации, химизации, механизации, недопущения перерасхода природного ресурса.

Ландшафтно-адаптивное направление позволит обеспечить более гармоничное взаимодействие человека и природы путем вовлечения многих, скрытых от современных аналитических методов, естественных производительных сил, а также потенциальных ресурсов той или иной местности.

При этом следует иметь в виду, что если ландшафтоведение - уже сложившаяся наука, то ее важнейшей ветви - агроландшафтоведению - еще предстоит пройти путь становления, чтобы сформироваться в новое междисциплинарное направление, основной целью которого

является:

- изучение закономерностей формирования и функционирования агроэкосистем;
- разработка методов моделирования новых адаптивноландшафтных систем земледелия;
- решение актуальных проблем социальной агроэкологии и охраны окружающей среды;
- обоснование методов конструирования оптимальных параметров агроландшафтов, обеспечивающих высокую биопродуктивность и почвоводоохранную надежность;
- создание основ управления и разработки геоинформационных систем агрономического назначения.

Теоретической основой агроландшафтоведения является парагенетический принцип анализа территорий, который позволяет учесть в органическом единстве:

- зонально-региональную поясность, регламентирующую биогеоклиматический ресурс;
- географическую расчлененность, определяющую векторность потоков энерго- и массообмена;
- природно-антропогенную совместимость как оценку соответствия двум первым условиям сложившихся схем и форм землепользования.

Такая основа довольно полно сочетает в себе традиционный генетико-морфологический метод структуризации территории (ландшафт, местность, урочище, фация) и новые подходы к выделению позиционно динамических (полоса, ярус) и парагенетических бассейновых структур организации землепользования, что развивает дальше теорию контурно-мелиоративного земледелия.

Типизация агроландшафтов должна исходить из принципов генетической однородности, хозяйственной совместимости, структурной однотипности и иерархичности.

Ландшафтный подход в земледелии предполагает уточнение и конкретизацию имеющихся методов расчета геофизических и физических экзогенных явлений (поверхностный сток, водная эрозия, дефляция и т.д.).

Важный аспект ландшафтных исследований составляют проблемы оптимизации биохимических процессов и их циклов. Существу-

ющие методы агрохимического анализа и традиционный геоморфологический подход к проблеме уже недостаточны. Их следует дополнить более подробными геохимическими, биологическими, хронологическими характеристиками всего агроландшафта, формируя направление ландшафтно-биогеохимического анализа.

Последнее, вместе с картографированием и классификацией агроландшафтных систем (АЛС), обеспечит ряд новых подходов к совершенствованию землеустроительной практики и управлению текущими земледельческими мероприятиями (адаптивное землеустройство).

Существенный элемент развития ландшафтного земледелия - обоснование оптимальных проектов землеустройства и в целом землепользования.

При агроландшафтном подходе узловое значение приобретает категория единиц, названных ландшафтно-технологическими контурами (ЛТК).

При идеальных условиях их объединяют в землеустроительном проекте в агроландшафтный контур (рабочий участок землепользования) или агроландшафтный массив (поле севооборота).

Границы агроландшафтных контуров - наиболее подходящее место для линейных видов производственных (дороги, линии электропередач и др.) и природоохранных (лесные полосы, водорегулирующие каналы и др.) инфраструктур.

Данный вопрос приобретает особое значение при выделении крестьянских (фермерских) хозяйств, а также при внутриполевой организации территории.

Ландшафтно-организованное земледелие начинается с учета зональных ландшафтных особенностей территории (типа ландшафта), что находит свое отражение в принципах построения зональных систем земледелия.

При этом система земледелия должна строиться с учетом ландшафтных условий конкретной территории хозяйства, ее структуры почвенного покрова и структурной геохимической организованности.

При оценке СПП последняя должна быть проанализирована с позиций агрономической однородности и совместимости применительно к данной территории в целом и к основным элементам ее рельефа.

Учет агрономической однородности и совместимости должен основываться на оценке уровня плодородия всех компонентов струк-

туры почвенного покрова. Такая оценка должна исходить из требований отдельных культур и сортов, а также из требований научно обоснованной специализации сельхозпредприятий.

Комплексная оценка агроклиматического потенциала территории позволяет обоснованно решить ряд практических вопросов по использованию почв конкретного земельного массива:

1. определить специализацию сельхозпредприятия, тип, вид и количество севооборотов;
2. обосновать основные приемы воспроизводства плодородия почв;
3. выявить агрономическую и экономическую целесообразность осуществления приемов выравнивания плодородия отдельных элементарных почвенных ареалов в данной структуре почвенного покрова массива (поля).

При разработке систем адаптивно-ландшафтного земледелия первостепенное значение приобретает понимание (знание) закономерностей миграции веществ в системе элементарных геохимических ландшафтов (ЭГЛ).

Уничтожение природной растительности, замена ее агроценозами вследствие открытого характера новой экосистемы приводит к трансформации миграционной структуры ландшафтов.

Значительное количество элементов, участвующих в природном сбалансированном биологическом круговороте в естественных ценозах, дополняет гидрохимический сток, который снижает устойчивость агроэкосистем.

Стремление к компенсации таких потерь и повышению продуктивности агроценозов, путем увеличения доз применяемых химикатов, только усугубляет геохимическую неуравновешенность и неустойчивость территории.

Разработка научно обоснованных адаптивно-ландшафтных систем земледелия должна строиться с учетом особенностей элементарного геохимического ландшафта. Она должна начинаться с оценки соотношения площадей автономных ландшафтов, переходных и аккумулятивных, разносторонней характеристики их геоморфологических, почвенногидрологических, геоботанических и геохимических особенностей. Такая оценка позволяет объективно определить необходимое соотношение площадей угодий: пашни, луга и леса.

Особые сложности возникают при разработке систем земледе-

лия для территорий с каскадными ландшафтами - геохимическими системами, в которых сочетается все основное разнообразие элементарных геохимических ландшафтов, соединяющих в одной системе гидрохимического стока водоразделы, склоны и долины (шлейфы, поймы и т.д.).

Если для водораздельных территорий с господством автономных элювиальных ландшафтов их сельскохозяйственное использование определяется, прежде всего (и в основном), оценкой конкретной структуры почвенного покрова, то для переходных и аккумулятивных ландшафтов необходим еще и обязательный учет возможных масштабов геохимической миграции и аккумуляции веществ в форме твердого и жидкого стока, знание особенностей их водносолевого режима.

Для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия требуется:

- - использование всего арсенала достижений теории и практики противозерозионной организации и экологической защиты территории в условиях интенсивного применения средств химизации и возможного техногенного загрязнения;
- организация новых исследований для оценки возможного использования самих сельскохозяйственных растений в качестве механизмов, обеспечивающих необходимое регулирование веществ в геохимическом стоке сопряженных ландшафтов;
- правильный подбор культур, их рациональное размещение в пространстве и во времени с учетом требований к почвенным условиям.

Разработка и внедрение систем адаптивно-ландшафтного земледелия в основном будут связаны с реорганизацией уже функционирующих агроландшафтов (агроэкосистем). Решая эту задачу, необходимо учитывать, помимо отмеченных выше положений в оценке территории (тип зонального ландшафта, конкретные особенности элементарных геохимических ландшафтов и их сочетаний), и специфику функционирующего в настоящее время агроландшафта.

Очень важно детально проанализировать, какие изменения в естественный ландшафт внесло его преобразование в агроландшафт, что в этой трансформации можно оценить положительно с точки зрения рационального природопользования, а что породило негативные последствия. При этом анализ современного агроландшафта должен предусматривать учет всего периода его функционирования, т.е. всю историю данной агроэкосистемы. Такой подход позволит объективно

и обоснованно выявить, и разработать отдельные наиболее эффективные звенья системы ландшафтного земледелия.

Разработка адаптивно-ландшафтных систем земледелия должна предусматривать построение (создание) конкретных элементов системы на основе знания законов функционирования природных биогеоценозов в данном ландшафте и понимания новых элементов, которые вносят в это функционирование заменяя природные биоценозы агроценозами.

При этом должны быть предусмотрены:

- возможность (экологическая и агроэкономическая целесообразность) сохранения природных компонентов ландшафта (участки природной растительности на водоразделах и склонах, пойменные луговые угодья и т.п.);
- размещение севооборотов разных типов и видов с учетом конкретной структуры почвенного покрова и особенностей биогеохимического круговорота веществ;
- осуществление разнообразных приемов регулирования биогеохимического круговорота веществ, обеспечивающих экологически сбалансированное природопользование.

Решение этой задачи должно также предусматривать необходимость обязательного контроля, в том числе и с помощью мониторинга, за строгим соблюдением отдельных звеньев системы земледелия конкретными землепользователями.

В ландшафтоведении за интегральный показатель плодородия ландшафтов принята их биопродуктивность, которая выражается в баллах бонитета, базирующихся на комплексной оценке уровня плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур за несколько лет.

Биопродуктивность - объективное свойство природных и антропогенных ландшафтов, которое во времени достаточно полно характеризует количественное и качественное состояние ландшафтов различных почвенных провинций.

У среднесмытых почв наблюдается значительное снижение продуктивности, связанное как с непосредственным отрицательным воздействием эрозии, так и с существенным снижением их плодородия.

Снижение продуктивности этих почв, в отличие от слабосмытых, более тесно связано со второй причиной - снижением плодородия. Среднесмытые почвы снижают свою биопродуктивность на 30-35%, а сильносмытые - более чем в 2 раза по сравнению с несмытыми.

Снижение продуктивности пашни от различной степени проявления дефляции значительно ниже, чем от водной эрозии и составляет от 2-8% на слабо -, и до 30-33% - на сильнодефлированных почвах.

Научно обоснованное конструирование агроландшафтов, основанное на учете их автономности, системности и целостности, требует более репрезентативных, внутренних признаков (нормативов). Эти нормативы должны иметь общую функциональную основу и применение, как к природным, так и к антропогенным ландшафтам.

Использование показателей биопродуктивности экосистем не должно скрывать то принципиальное отличие агроландшафтов от природных ландшафтов, что они представляют собой систему с разомкнутым круговоротом вещества и энергии. При этом они в значительной мере утрачивают саморегулирующую способность, а их продуктивность предполагает воздействие антропогенных факторов.

Следует также учитывать, что полевые биоценозы не только весьма неустойчивы экологически, но и потребляют дополнительно антропогенную энергию.

Практическое конструирование агроландшафтов в общем виде должно основываться на следующих нормативах балансов воды, биофильных элементов, гумуса и энергии:

- твердого стока при водной эрозии и сноса почвы при дефляции (а также их сочетания в конкретных регионах);
- допустимого уплотнения и оптимальной структуры почвы;
- загрязнения ландшафта и продукции радионуклидами и химоксикантами;
- фитосанитарного состояния ландшафта.

Другой важной задачей при практическом конструировании научно - обоснованных агроландшафтов является не только получение, но и нормирование уровней требуемых показателей.

Принципиальное значение при нормативном конструировании агроландшафтов имеют не только морфологические, геохимические особенности ландшафтов, но и значительные возможности основных землеустроительных, мелиоративных и земледельческих мероприятий в ослаблении важнейших негативных тенденций интенсивного земледелия.

Почвозащитная устроенность агроландшафта включает в себя:

1. противоэрозионную и противодефляционную организацию землепользования;

2. специальные почвозащитные приемы механической обработки почвы;
3. устройство элементарных инженерных сооружений (гребневые террасы, стокоотводящие каналы и др.);
4. - освоение почвозащитных севооборотов, использование каждого природного участка земель в соответствии с его экологическими ограничениями и экономическими возможностями.

В настоящее время разработаны основные методологические принципы конструирования агроландшафтов в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

Принципы организации сбалансированных устойчивых агроландшафтов подразумевает следующие положения:

1. Научно организованный агроландшафт есть системное, количественно строго определенное сочетание естественных и искусственных биogeоценозов, обеспечивающее устойчивое воспроизводство плодородия всех компонентов агроландшафта в конкретных условиях сельскохозяйственного производства и на этой основе получение максимально возможного чистого (отчуждаемого) биологического продукта.

2. Технологическими нормативами научно обоснованной организации агроландшафта в современных системах земледелия должны быть допустимые дифференцированные биогеохимические балансы вещества и энергии (вода, биофильные элементы, органическое вещество почвы), благоприятное фитосанитарное состояние, допустимые размеры эрозии и дефляции почв, их переуплотнения, радиоактивного и химического загрязнения.

3. При конструировании различных агроландшафтов следует широко использовать пространственно-временное сочетание и варьирование естественных и искусственных экосистем.

Нормативами построения максимально высокой продуктивности агрофитоценозов, и частично естественных биogeоценозов, служат научно обоснованные параметры плодородия почв и агротехнологий выращивания полевых, луговых и лесных культур с учетом их адаптации к конкретным природно- климатическим условиям.

4. При определении приоритета и очередности проведения агро-мелиоративных, инженерных и землеустроительных мероприятий и комплексов преимущество должно быть отдано общеландшафтным вопросам, а затем уже частным агрономическим и технологическим приемам.

Принцип системной интенсификации на основе высокой наукоемкости предусматривает:

- воздействие интенсивных факторов строго системно, нормативно, в пределах всей агроландшафтной системы, с использованием всего научного потенциала фундаментальных и прикладных наук;
- способы максимально возможной биологизации и экологизации земледелия за счет увеличения площади посевов бобовых культур, возделывания промежуточных посевов;
- выход селекции на новый уровень, обеспечивающий сочетание высокой продуктивности сортов и гибридов с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам;
- усиление роли полевых культур в воспроизводстве плодородия почв, создание высокоэффективных посевов поликультур и агробиоценозов в целом.

Принцип нормативности всех блоков адаптивно-ландшафтных систем земледелия, который базируется на:

- технологической точности, необходимости выражения результатов теоретико-экспериментальных исследований количественными параметрами технологических процессов;
- отказе от декларативности и описательности за счет практического использования высокого уровня фундаментальных исследований в области ресурсе- и энергосбережения;
- точной дозировке технологий, соответствующей техническому обеспечению, программированном и строго контролируемом производственном процессе, и агроэкологическом мониторинге.

Строго нормативная характеристика и конструирование агроландшафтов усложняется их природной уникальностью и индивидуальностью, чрезвычайным разнообразием геоморфологических, геохимических, гидрологических и других характеристик, сложным взаимодействием элементарных ландшафтов и их продолжающейся эволюцией, связанной с антропогенным воздействием и глобальным изменением климата.

Практическая реализация ландшафтных подходов при разработке конкретных систем земледелия в сельхозпредприятиях имеет разные уровни.

Первым уровнем адаптивно-ландшафтных систем земледелия следует считать зональные почвозащитные системы земледелия.

Следующим, более сложным уровнем, являются контурно-мелиоративные системы земледелия для регионов с выраженной водной эрозией.

Новым этапом в развитии ландшафтно-адаптивного подхода в земледелии является почвенно-адаптивные экологически сбалансированные системы земледелия, основанные на детальном учете структуры почвенного покрова, агропроизводственной группировке совместимых разновидностей почв.

При многовариантности компонентов системы обеспечивается по возможности совпадение границ севооборотов (отдельных полей) с естественными ландшафтными рубежами. Что касается технологий возделывания сельскохозяйственных культур в отдельных севооборотах, а также технологий лугопастбищного хозяйства, то они также дифференцированы как по культурам, так и с учетом почвенных и погодных условий вегетационного периода.

Высшей формой ландшафтно-организованных систем земледелия является такое состояние, когда используется научно обоснованная методика выделения элементарных ландшафтов, детальное ландшафтное картирование, а их необходимая реконструкция осуществляется на основе научно обоснованных нормативов агроэкологического мониторинга.

Моделирование агроландшафтов и адаптивно-ландшафтных систем земледелия осуществляется на компьютерной основе с использованием агрогеоинформационного банка данных (АГИС).

Принцип безальтернативности относительно главных целей:

- высокой производительности,
- экологической сбалансированности,
- ресурсо- и энергосбережения при полном использовании агрономических

Этот принцип в полном соответствии с биотехнологическим характером земледелия и материальными потребностями общества утверждает объективную необходимость получения максимально высоких, экономически и экологически обоснованных урожаев на основе современных достижений науки и передового опыта.

Принцип соответствия новейшему естественнонаучному обеспечению систем земледелия прогрессивным организационно-экономическим отношениям в земледелии.

При всей внешней привлекательности перехода к частной собственности на землю, необходимо считаться с существующим в нашем

обществе профессиональным и правовым нигилизмом.

С другой стороны, крупные государственные хозяйства имеют объективные агроэкологические и гуманитарные преимущества, лучшие условия для использования результатов научно-технического прогресса.

Формирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия на эродированных и эрозионноопасных землях должно осуществляться на основе новой агроэкологической типологии земель и их ландшафтно-экологической классификации.

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агрофитоценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и высокой экономической эффективности.

Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений, т.е. являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

При этом они имеют индивидуальное назначение, определяемое особенностями сорта, поскольку каждому типу сорта (по назначению, интенсивности и другим параметрам) соответствуют определенная структурная модель агрофитоценоза.

Важнейшие принципы проектирования агротехнологий:

- альтернативность и возможность выбора;
- адаптированность к природным условиям на основе агроэкологической оценки земель, различным уровням интенсификации производства на основе технологических нормативов, хозяйственным укладам;
- динамический подход к созданию и управлению агроценозами путем последовательного устранения лимитирующих условий;
- формирование пакетов агротехнологии с учетом системных связей, выявляемых в многофакторных длительных полевых экспериментах;
- открытость новейшим достижениям научно-технического прогресса;
- преемственность.

Методология формирования агротехнологий различной интен-

сивности заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции. По степени интенсивности воздействия на определённый агроландшафт В.И. Кирюшин предложил различать четыре категории технологий:

- Экстенсивные технологии, ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других химических средств или с очень ограниченным их использованием.

- Нормальные технологии, обеспеченные минеральными удобрениями и пестицидами в том минимуме, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме, и давать удовлетворительное качество продукции при использовании пластичных сортов зерновых культур.

- Интенсивные технологии, рассчитанные на получение планируемого уровня урожайности высокого качества в системе непрерывного управления продукционным процессом сельскохозяйственной культуры, за счет обеспечения оптимального минерального питания растений и защиты от вредных организмов и полегания. Интенсивные технологии предполагают применение новых сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала. Интенсивные технологии рассчитаны на получение 4-5 т/га высококачественной продукции зерновых с помощью современных достижений научно-технического прогресса при минимальных экологических рисках. Они нашли широкое применение в системах точного земледелия с использованием новейшей техники, современных пестицидов и росто-регулирующих препаратов, информационных технологий.

- Высокоинтенсивные или высокие технологии, представляют собой качественный скачок в создании сортов и гибридов, подготовке почвы, насыщении технологическими операциями по уходу за посевами. В высоких технологиях достигается максимальная интеграция агроприемов с учетом их системного взаимодействия. Их следует осваивать, в первую очередь, в опытных и базовых хозяйствах научных центров для демонстрации возможностей научно-технического прогресса. Высокоинтенсивные или точные агротехнологии создаются для сортов и гибридов растений с высоким генетическим потенциалом продуктивности и качества продукции, которые реализуются точным ре-

гулированием продукционного процесса по микропериодам органогенеза различными средствами, что обеспечивается точным размещением семян на одинаковую глубину в условиях исключительно ровной поверхности на производственных участках с однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения.

Путь к высокоинтенсивному использованию земель лежит через понимание многообразных почвенно-ландшафтных условий, их агроэкологическую идентификацию и отбор подходящих производственных участков. В случае высокой агротехнологии ставится задача последовательной оптимизации всех регулируемых лимитирующих факторов, максимально возможного использования ФАР, тепла, влаги и генетического потенциала сортов растений.

Применение высоких технологий сводит к минимуму экологические риски химического загрязнения по сравнению с интенсивными и предотвращает деградацию почв и ландшафтов по сравнению с нормальными, и тем более экстенсивными технологиями. Это достигается благодаря использованию сортов растений, устойчивых к вредным организмам (в том числе трансгенных), и, соответственно, благодаря сокращению химических обработок, использованию высокоэффективных биопрепаратов, обогащению почвы растительными остатками, вследствие повышенной продуктивности агроценозов, регулированию почвенных режимов.

Фактический уровень интенсификации агротехнологии в хозяйствах выбирается в зависимости от производственноресурсного потенциала производителя.

При наличии сортов интенсивного типа и агрохимических ресурсов, необходимых для оптимального питания растений и их интегрированной защиты от вредных организмов, практикуются интенсивные технологии с постоянной технологической колеей для ухода за посевами.

Урожайность и качество продукции планируются в них исходя из нормативов влагопотребления и других достаточно высоких показателей, реально достигнутых в хозяйствах региона с использованием отечественной техники.

При низком уровне обеспеченности ресурсами или наличии сложных агроэкологических условий (засушливость климата, сложный почвенный покров, рельеф), следует ориентироваться на нормальные агротехнологии, выполненные с учетом защиты почв от эрозии и дефляции.

Агрохимические средства применяются для компенсации острых дефицитов элементов питания, устранения солонцеватости почв и защиты растений от вредных организмов.

Современные возможности совершенствования агротехнологий связаны с появлением географических информационных систем (ГИС), глобальных спутниковых систем позиционирования (ГСП) с непосредственным вводом информации в бортовой компьютер трактора и сельскохозяйственных машин, с возможностью регулирования интенсивности технологических операций (норм высева, внесения удобрений и средств защиты растений) по ходу движения трактора по полю (системы точного земледелия).

При этом решающую роль в этом процессе играет совершенствование информационного обеспечения методов принятия решений: моделей, методов поддержки решений, баз данных и знаний, экспертных систем.

Определение понятия «точное земледелие» сформулировано следующим образом: «Точное земледелие - стратегия менеджмента, которая использует информационные технологии, извлекая данные из множественных источников с тем, чтобы принимать решения по управлению посевами».

На основе точного земледелия лежит управление продуктивностью посевов, учитывающее вариабельность среды обитания растений.

В России высокая эффективность интенсивных агротехнологий доказана во многих регионах лесостепной и южно-таежнолесной зон. Подтверждением этого могут служить результаты конкурсного и производственного выращивания озимой пшеницы по высоким технологиям.

Моделирование и его продукт (модели) являются важным средством современного противоэрозионного проектирования. Обеспечивая прогнозом процессы эрозии, они значительно ускоряют и удешевляют проектную деятельность, создавая надежную базу выбора почвозащитных мероприятий.

Вопросы защиты почв от эрозии и, соответственно, использование моделирования при проектировании в географическом аспекте решаются по-разному, и строго приурочены к своему масштабному уровню.

При исследовании стратегий эффективности создания глобального каркаса почвозащитных условий устойчивого развития земледелия, создают компьютерные модели агроферного уровня. Результаты

компьютерного моделирования на глобальном уровне используют при финансировании крупных международных природоохранных проектов.

На национальном и региональном уровнях компьютерный прогноз развития эрозионных процессов ускоряет принятия решений о сокращении площади лесов, залежных земель, естественных сенокосов и пастбищ, изменении гидрологического режима территорий при сооружении гидростанций.

В условиях реального производства влияние агронома на комплексную территориально-организационную и агролесомелиоративную почвозащитную проектную деятельность ограничивается границами конкретного предприятия, в котором он может выделять специализацию севооборота, определять размер поля севооборота или технологического участка.

На каждом уровне свои управляемые факторы и соответственно реальные возможности проектного и технологического регулирования. Соответственно уровням и управляемым факторам создаются и используются при проектировании различные эрозионные модели.

Для проектирования лесомелиоративных звеньев разработаны простые компактные модели водной эрозии, оптимизирующие соотношение площадей, покрытых растительностью и пашни, соотношения пашни и леса на уровне водосбора.

Воспользоваться результатами прогноза эрозии этими моделями при максимально комплексном (с учетом социально-правовых отношений) внутрихозяйственном проектировании сложно, поскольку лесной фонд преимущественно находится в распоряжении иного ведомства. Поэтому на уровне предприятия правильнее говорить о частично комплексном моделировании.

На уровне поля (технологического участка) регрессиями описывают связь стока и смыва почвы с толщиной снегового покрова с учетом зависимости от удаленности расположения полезащитных лесных полос.

Большинство математических моделей описывают процесс смыва и разрушения почвы на уровне площади единичного образца (элементарном уровне). Нередко им придают смысл точечных моделей.

Такие модели хорошо аппроксимируют динамику эрозионных процессов и обеспечиваются информацией путем локального мониторинга. Но реальный технологический агропроизводственный процесс

развертывается в пространстве и, чтобы воспользоваться прогнозными динамическими математическими моделями, необходимо располагать информацией по развитию эрозионных процессов не только на элементарном уровне, но и на уровне рабочих органов машинно- тракторных агрегатов.

Математические эрозионные модели занимают основной блок информационных систем защиты почв от эрозии (ИСЗПЭ). В современной земледелии ИСЗПЭ являются главным условием и средством своевременного и надежного прогноза развития эрозии и планирования мер борьбы при проектировании адаптивно- ландшафтных систем земледелия.

Как и другие компьютерные информационные системы, ИСЗПЭ включают автоматизированные информационные системы и поддержки принятия решений и экспертные системы.

Контрольные вопросы

1. На чем основано использование принципов экологизации сельского хозяйства?
2. Как происходило внедрение экологизации сельскохозяйственного производства в различных странах мира?
3. Дайте характеристику основным этапам развития систем земледелия в России.
4. Дайте характеристику группам факторов формирования систем земледелия.
5. Дайте определение и поясните понятие «адаптивно-ландшафтные системы земледелия».
6. Дайте характеристику категориям агротехнологий.

Глава 16. КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ПОЧВ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Комплексная защита почв от эрозии и деградации строится на основе экспериментальных системных и информационных методов исследований.

При этом используется много методов и принципов прогнозирования: метод моделирования, экстраполяции и экспертных оценок.

Почвозащитный комплекс мероприятий разрабатывается для конкретного предприятия с учетом климатических, почвенных и ландшафтных условий, специализации хозяйства и включает в себя следующие мероприятия:

- противоэрозионное (почво-водоохранное) устройство территории землепользования;
- разработка системы специальных почвозащитных севооборотов с введением промежуточных культур;
- противоэрозионная контурная система обработки почвы в севооборотах и контурный посев;
- полосное размещение культур и буферных полос на склонах;
- залужение и перезалужение крутых склонов и балок;
- агролесомелиоративные противоэрозионные и водоохраные мероприятия;
- гидротехнические противоэрозионные сооружения;

Защита почв от водной эрозии проводится с целью предупреждения эрозионных процессов, формирования экологически устойчивых агробиоценозов.

В регионах её проявления особое значение имеет регулирование стока талых и ливневых вод; улучшение агрофизических свойств почвы за счет создания водопрочной структуры и водоустойчивой поверхности.

Разработка и проектирование почвозащитного комплекса по борьбе с водной эрозией на пахотных землях основывается на следующих основных принципах:

1. Прогнозирования развития эрозионных процессов на основе учета всех факторов ее проявления:

- климатических (количество осадков и режим их выпадения),
- ландшафтных (рельеф, крутизна склона и его форма, длина склона),
- почвенных,
- растительного покрова
- антропогенной деятельности человека.

2. Оптимизации устройства агроландшафта и соотношения структуры сельскохозяйственных и других угодий:

- доля площадей пашни,
- доля площадей луга,
- доля площадей леса,
- доля площадей заповедных зон
- доля площадей водоемов.

Так, для агроландшафтов Центрального Нечерноземья оптимальная доля пашни составляет 40-45%, лугов и пастбищ - 20-25%, лесов - 20%, заповедных и рекреационных зон - 10%.

В лесостепных и степных зонах это соотношение будет составлять; пашни - 60-65%, леса - 15%, лугов - 15%, рекреационных и заповедных зон - 8%.

В условиях расчлененного рельефа и сильного проявления эрозии площадь пашни уменьшается, а площадь лесных насаждений увеличивается.

3. Предупреждения и профилактики водной эрозии за счет уменьшения поверхностного стока на склонах или перевод его во внутрипочвенный в периоды максимального проявления.

Это достигается за счет улучшения водопроницаемости почв, размещения рядков растений поперек стока, применения специальных приемов противоэрозионной контурной обработки почвы, покрытия почвы стерней, измельченной соломой и растительными остатками.

Комплексности применения почвозащитных мероприятий по предупреждению и борьбе с водной эрозией. Он предполагает одновременное применение системы: организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, водохозяйственных и других мероприятий, а также гидротехнических сооружений. Поскольку водная эрозия почвы процесс сложный, обусловлен многими факторами, то и меры борьбы должны быть комплексными.

Основой почвозащитного комплекса являются: противоэрози-

онное устройство территорий землепользования, почвозащитные севообороты, контурная обработка почвы, полосное размещение культур и буферных полос.

4. Взаимосвязанности почвозащитных мер на всей территории проявления водной эрозии: на всей площади водосборных бассейнов, от водораздела до подножия склона (базиса эрозии), от водораздельной линии овражно-балочной системы до её устья.

На склонах большей протяженности более 3 км наблюдается повышенный сток талых и дождевых вод в нижней части склона, что усиливает проявление эрозии. Причиной этого служит дополнительное поступление воды с верхней части склона и вышележащих водосборных участков. Поэтому регулирование и задержание стоков с помощью комплекса противоэрозионных мероприятий целесообразно проводить по всему склону.

5. Формирования экологически устойчивых агробиоценозов за счет: повышения противоэрозионной устойчивости почв, улучшения агрофизических свойств (водопроницаемости, структуры почвы и др.) путем систематического применения органических удобрений, известкования, мульчирующей обработки и культуры растений.

6. Экономичности и окупаемости почвозащитных мероприятий. Предусматривает получение наибольшей экономической эффективности от проектируемых мероприятий, наименьших затрат труда и средств на их осуществление, быструю их окупаемость.

Наиболее экономичными и низко затратными являются организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия. Их применение окупается в течение одного года. Окупаемость лугомелиоративных и лесомелиоративных мероприятий составляет соответственно 4 и 6 лет.

Для поддержания экологического равновесия в использовании эрозионных агроландшафтов противоэрозионное устройство территории землепользования проводят в границах водосборных бассейнов с нарезкой полей севооборотов с учетом рельефа местности: крутизны, типа, экспозиции склонов, пестроты почвенного покрова, степени проявления водной эрозии.

Наиболее оптимальными формами организации территории являются контурная, контурно-полосная, а в агроландшафтах со сложным рельефом и сильно смытыми почвами – контурно-мелиоративная. Основными свойствами агроландшафта, влияющими на формы организации землепользования, являются:

- Длина склонов
- Крутизна склонов
- Форма склонов
- Экспозиция склонов,
- Гидрологический режим,
- Тип почвы,
- Разновидность почвы
- Плодородие почвы,
- Литология,
- Удаленность от хозяйственных центров.

На крутых склонах линии стока воды, провоцирующие эрозию почв, короче, чем на пологих, что вызывает необходимость более частого расположения противоэрозионных сооружений.

На коротких склонах, что характерно для агроландшафтов Центрального Нечерноземья, линии противоэрозионных рубежей проходят только по нижней части склона, на длинных - пересекают его по горизонталям несколько раз.

На агроландшафтах с короткими склонами приемлема контурная организация территории, а с длинными - контурнополосная или контурно-мелиоративная.

Прямолинейную (клеточно-прямоугольную) организацию территории проектируют обычно на равнинном типе рельефа, а также на элементарных поперечно-прямых склонах, размещая линейные элементы поперек склона для максимального водорегулирующего воздействия, в зависимости от агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий.

Контурную организацию территории применяют преимущественно на склоновых почвах с распределением границ полей, рабочих участков, полевой дорожной сети, других линейных элементов по контуру, параллельно горизонталям. Эти формы организации территории способствуют прекращению смыва почвы.

Все технологические операции по возделыванию сельскохозяйственных культур при контурной организации территории выполняют в зависимости от категории почв, характера их использования вдоль лесных полос и гидротехнических сооружений, которые являются направляющими линиями при обработке почвы.

При контурной организации территории повышается эффективность, как отдельных противоэрозионных мероприятий, так и их комплексов, и самое главное - она является основой (каркасом) склонового

и горного земледелия.

Контурно-полосную *форму* организации территории применяют в условиях сложного рельефа. При такой форме организации землепользования поля в зависимости от крутизны и типа склона размещают в виде полос различной ширины, ориентированных вдоль основного направления горизонталей.

Контурно-полосная организация территории дает положительный эффект в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. Она охватывает всю водосборную площадь, начиная с водораздела, разделяя ее на ряд контурных полос по горизонталям, где размещаются поля севооборотов, участки плодово-ягодных насаждений. В этом случае чередование культур в полосах по годам ротации севооборота создает различные по противоэрозионным свойствам агротехнические фоны.

Наличие водопоглощающих устройств при такой форме организации территории обеспечивает в течение всего года непрерывную работу комплекса.

Контурно-мелиоративная организация территории применяется в условиях сложного рельефа и наиболее полно выражает сущность ландшафтно-экологического земледелия. Эта система, снижая до допустимых пределов сток талых и ливневых вод, а также смыв почвы, лучше других форм землеустройства и землепользования учитывает почвенные и рельефные особенности каждого земельного массива (контура). Она является наиболее ярко выраженной формой дифференцированного (с учетом местных условий) подхода в земледелии к созданию условий формирования целых экосистем и агроландшафтов.

Сущность контурно-мелиоративной организации территории заключается в том, что линейные рубежи (поля севооборотов, рабочие участки, полосные лесные насаждения, гидротехнические сооружения), а также направления обработки почвы на склонах крутизной более 1° размещают по контуру, т. е. по горизонталям рельефа или с небольшими отклонениями от них.

При проектировании полей и рабочих участков на склоновых землях учитывают кривизну границ и радиус прохода агрегата, который должен быть более 60-70 м. При меньшем радиусе разворота затрудняется контурная обработка почвы и посев культур, а также применение широкозахватных агрегатов.

Линейные рубежи на склонах проектируются поперек стоков, чтобы они задерживали талые и дождевые воды в расчетных объемах

или сбрасывались безопасно по залуженным водостокам в прилегающие овраги и балки.

Контурно-мелиоративная организация территории способствует воссозданию естественных условий противоэрозионного комплекса, обеспечивая высокую водопроницаемость и противоэрозионную устойчивость почв.

При объединении земель в агроэкологические группы учитывают:

- - расположение земель по элементам водосборной площади (крутизна, экспозиция, форма и длина склонов);
- степень проявления интенсивности эрозионных процессов (смытость почвы, потери ее от водной эрозии);
- сходство по гранулометрическому составу и близость их по агрохимическим, агрофизическим и другим показателям плодородия, их окультуренности.

С учетом этих показателей склоновые земли в лесотаежной зоне подразделяют на следующие категории:

- 1-я категория. Равнинные земли и пологие склоны до 1° с неэродированными или слабоэродированными почвами, расположенные на дренированных водоразделах, супесчаного, легко- и среднесуглинистого гранулометрического состава, хорошего и среднего уровня плодородия с интенсивным способом использования;
- 2-я категория. Склоны крутизной $1-3^\circ$, расположенные на водоразделах со слабо- и среднесмытыми почвами и слабой степенью проявления водной эрозии. Земли, пригодны для интенсивного сельскохозяйственного использования;
- 3-я категория. Приводораздельные и водораздельные склоны крутизной $3-5^\circ$ со средне- и сильносмытыми почвами с умеренной степенью проявления эрозии, ограниченного способа использования. На этих землях возделывают озимые и яровые зерновые, зернобобовые культуры, однолетние и многолетние травы, но исключают пропашные и чистые пары, заменяя их сидеральными;
- 4-я категория. Крутые приводораздельные склоны крутизной 8° с сильной степенью проявления водной эрозии. Они требуют специальных почвозащитных мероприятий. На этих землях выращивают культуры со средне- и высокой почвозащитной способностью: многолетние и однолетние травы, озимые и яровые зерновые, зернобобовые;
- 5-я категория. Крутые овражно-балочные склоны с уклоном

8-15° с очень сильноосмытыми землями и комплексами намытых почв, имеющие неблагоприятные свойства и водный режим для растений. Такие земли выводят из пашни, залужают и используют как сенокосы и пастбища;

- 6 и 7-я категории. непригодны для включения в почвозащитные севообороты и используются под сенокосы и пастбища с нормированным выпасом скота, а также периодическим поверхностным улучшением;

- 8 и 9-я категории. Земли непригодны для земледелия и выпаса скота, но пригодны для лесоразведения.

Склоны группируют по следующим типам:

- поперечно-прямые,
- поперечно-выпуклые
- поперечно-вогнутые.

По крутизне в градусах выделяют склоны:

- 0-1° (равнинные земли),
- 1,1-3°,
- 3,1-5°,
- 5,1-8°,
- 8,1-15°
- более 15 градусов.

При оценке склонов по экспозиции, а, следовательно, и по теплообеспеченности, выделяют:

- теплые: южные (ю), юго-западные (юз), юго-восточные (юв);
- холодные: северные (с), восточные (в), северо-восточные (св), северо-западные (сз), западные (з).

Оценку пахотных земель по степени проявления водной эрозии на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, целесообразно проводить по шкале.

При выделении экологически однородных участков (полей) необходимо учитывать следующие условия.

Таблица 17

Шкала оценки пахотных земель по степени проявления водной эрозии

Категория земель	Степень проявления эрозии	Крутизна склона, градусы	Допустимый смыв почвы, т/га в год	Способ использования земель
I	Незначительная	0-1	2,0	Интенсивный
II	Слабая	1,1-3	2,0	Интенсивный
III	Средняя	3,1-5	1,5	Умеренный
IV	Сильная	5,1-8	1,0	Ограниченный
V	Очень сильная	8,1-15	менее 1,0	Особо ограниченный

1. Участок (поле) должен включать однородные, сходные по свойствам почвы (один почвенный ареал, один гранулометрический состав и др.).

2. Участки должны включать склоны близкие по крутизне экспозиций, одной или двух смежных сторон, особенно при длине склона более 200 метров. На более коротких склонах можно включать склоны трех экспозиций, но при этом крутизна склонов противоположных экспозиций не должна превышать $1-2^{\circ}$ для культур длинного дня, 1° - для масличных и $0,5^{\circ}$ для культур короткого дня.

3. В одну экологическую группу включают участки с близкой величиной уклона, а склоны с большими уклонами не должны превышать 15% от общей площади поля.

4. Участки должны иметь сходный гидрологический режим и уровень мелиоративного состояния.

5. Минимальная площадь экологически однородных участков должна составлять 5 га, длина гона - не менее 300 метров.

6. Количество участков с критическими параметрами не должно превышать от общего их числа в севооборотах: почвозащитном 50%, полевом зернопаротравяном - 30% и полевом пропашном 10%. При этом границы полей должны совпадать с естественными рубежами (водоразделы, перегибы склонов, гидрографическая сеть и др.).

Дифференцированное использование каждого земельного участка с учетом особенностей его рельефа, микроклимата, почвенного покрова, закономерностей формирования склонового стока, смыва, гидрологического режима почвы и биоклиматического потенциала - одно из важнейших условий противоэрозионного устройства территории агроландшафта.

Важный прием повышения почвозащитной роли севооборотов является полосное размещение культур на эродированных землях. Полосное размещение посевов представляет собой чередование полей возделываемых культур различной почвозащитной способности (многолетние травы, культуры сплошного сева, пропашные и т. д.).

Сущность полосного размещения полевых культур заключается в том, что поле занимают не одной культурой или паром, а двумя и более, и размещают их не сплошными массивами, а чередуя отдельными полосами. Если в текущем году четные полосы защищают от воздействия эрозии, то в следующем, наоборот - нечетные.

Полосное размещение культур по горизонталям позволяет резко сократить эрозионные процессы, исключить обработку почвы вдоль склона и создать условия для более эффективного использования почвенного плодородия.

При полосном размещении культур существенное значение имеет ширина полос, занимаемых культурой. Чем шире обрабатываемая полоса, тем меньше ее противозерозионный эффект. Однако на узких полосах трудно создать условия для производительной работы сельскохозяйственных машин и агрегатов.

На полях, подверженных водной эрозии, ширину полос устанавливают в зависимости от крутизны склона и возможного чередования культур.

Существует общее правило установления ширины полос: с увеличением крутизны склона необходимо ее уменьшать. При этом нужно учитывать, что при чередовании однолетних культур сплошного сева с пропашными ширина полос должна быть уже, чем при чередовании зерновых культур с многолетними травами.

Внутри каждой полосы земли характеризуются более однородным рельефом, почвами, микроклиматом, что обеспечивает одновременное созревание почвы весной для обработки, внесения удобрений, посева, а также равномерное созревание культур и качественную уборку урожая.

Постоянное применение контурной обработки почвы и посева в ландшафтно-контурных полосах резко (в 2-4 раза) уменьшает поверхностный сток и смыв почвы, что обеспечивает повышение урожайности зерновых культур на 0,3-0,4 т/га.

Снижение поверхностного стока и интенсивности эрозии достигается за счет чередования по склону почв с различной водопоглощающей способностью, а также культур с разной водозадерживающей и

кальматирующей характеристикой в различные фазы развития.

При полосном размещении многолетних трав формируются полосы с хорошо оструктуренной рыхлой почвой, что способствует перехвату стока с полос с уплотненной и слабооструктуренной почвой.

Благодаря чередованию культур с различной технологией возделывания, почвозащитной способностью в эрозионно-опасные периоды почти полностью предотвращается водная эрозия.

Контурно-полосное размещение культур на склонах уменьшает не только сток дождевых и талых вод, но и проявление почвенной засухи.

Полосы озимых культур и многолетних трав способствуют снегозадержанию и накоплению влаги. При таком размещении культур мощность снежного покрова увеличивается в 2 и более раза, что значительно улучшает влагообеспеченность растений.

Контурно-полосное земледелие позволяет ликвидировать мелкие участки пашни путем включения их в рабочие участки вводимых севооборотов и обеспечить рациональную длину гона для использования высокопроизводительной сельскохозяйственной техники.

Для регулирования поверхностного стока и снижения смыва почвы до экологически допустимых пределов определяют оптимальную ширину полос. Смыв почвы при этом не должен превышать скорость естественного почвообразовательного процесса.

Контурные полосы устанавливаются в большинстве случаев шириной 50-350 м, удлинеными по горизонтали на 300- 1000 м, а радиусы поворота предусматриваются не менее 70 м. Рациональный размер рабочего участка для лесостепных районов на землях 1-ой категории (смыв почвы до 5 т/га), может составлять 25-30 га и более; на 2-ой - 15-20 га. На сложных склонах допускается размещение линейных рубежей с небольшим отклонением от направления горизонталей.

При организации территории землепользования на эрозионных землях все склоны с различной крутизной разделяют на ландшафтно-контурные полосы, на которых формируются рабочие участки или поля. Эти полосы дополняются 3-рядными лесными насаждениями с канавами, валами-террасами, полевыми дорогами.

Сочетание почвозащитных севооборотов с полосным размещением культур позволяет более эффективно использовать различные части склонов с учетом свойств почвы и уровня ее плодородия.

Контрольные вопросы

1. Каковы направления биологизации интенсификационных процессов в растениеводстве?
2. Что включает в себя экологизация интенсификационных процессов?
3. Каковы пути интенсификации растениеводства для достижения экологического равновесия в растениеводстве?
4. Каковы приоритеты и критерии интенсификации растениеводства?
5. Каковы причины неустойчивых урожаев сельскохозяйственных культур?
6. Дайте характеристику влияния погодных условий на нестабильность урожаев.
7. Охарактеризуйте пути решения проблемы получения нестабильных урожаев.
8. Какова роль почвенного плодородия для получения стабильных урожаев?
9. Каково значение структуры зернового производства в получении стабильных урожаев?

Глава 17. СТРУКТУРА ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И СИСТЕМА СЕВООБОРОТОВ

Растительность всех видов является мощным противоэрозионным фактором. Большую роль в предупреждении эрозии и восстановлении плодородия эродированных почв играют многолетние травы.

Особенно надежно защищают почву от эрозии бобово-злаковые смеси, которые создают густой надземный покров и разветвленную корневую систему.

Многолетние травы улучшают физические свойства почвы и повышают ее противоэрозионную устойчивость в 1,5-2 раза. Их посевы уже в первый год пользования сокращают, смыв на серых лесных среднесуглинистых почвах с 10-15 до 5-6 м³/га.

Противоэрозионная эффективность многолетних трав зависит от их видового состава, густоты травостоя, характера развития корневой системы, мощности дернины и количества оставляемого органического вещества.

На втором месте по почвозащитному действию стоят густопокровные озимые культуры, высеянные в оптимальные сроки и хорошо развивающиеся. Они защищают почву осенью, зимой и летом. Далее

идут яровые колосовые культуры, защищающие почву 2-3 месяца в году (в июне, июле и частично в августе) от ливневой эрозии. Слабее всех культур защищают почву от эрозии пропашные, а в наибольшей мере действию эрозии подвержены паровые поля.

По мере увеличения крутизны склонов в севооборотах следует сокращать площадь пропашных культур, плохо защищающих почву от смыва, и расширять посевы многолетних. В то же время нужно иметь в виду, что нельзя оценивать защитное воздействие на почву различных групп растений вне зависимости от режима выпадения осадков, формирующих сток.

При подборе культур для севооборотов, размещаемых на склонах, необходимо учитывать не только их почвозащитное и почвоулучшающее действие, но и их реакцию на степень эродированности почвы, снижение ее плодородия.

Высокая продуктивность севооборота достигается при оптимальном его насыщении наиболее урожайными в конкретных условиях культурами. При одинаковом климате первое место среди таких условий занимает плодородие почвы.

Важнейшие показатели плодородия почвы:

- мощность пахотного слоя,
- содержание гумуса
- содержание элементов минерального питания,
- структура,
- сложение.

При сложном расчлененном рельефе, практически не затронутые водной эрозией, наиболее плодородные почвы расположены на водоразделе и склонах до 2-3°.

По мере увеличения крутизны склона эродированность почвы возрастает, а плодородие ее снижается.

Культурные растения по-разному реагируют на снижение плодородия почвы, в том числе и обусловленное процессом эрозии.

Наибольшее снижение урожайности в сравнении с урожайностью на не смытой почве наблюдается у пропашных культур, меньшее - у однолетних культур сплошного сева, наименьшее - у *многолетних трав*. Именно учет взаимосвязи между почвозащитной эффективностью культур и реакцией их урожайности на эродированность почвы позволяет обеспечить поддержание высокого уровня плодородия почвы и продуктивности пашни. Это достигается путем дифференцированного использования пахотных земель в системе севооборотов,

насыщенных отдельными культурами, с учетом эрозионной опасности.

Значительный интерес представляют характеристики поверхностного стока под различными культурами севооборота Интенсивность стока талых вод во многом зависит от степени покрытия почвы растениями, мощности снежного покрова и условий снеготаяния.

На запасы и распределение снежного покрова оказывают влияние: количество выпавших в зимний период осадков, рельеф, сила и направление ветра, характер растительного покрова, гребнистость поверхности почвы после зяблевой обработки и другие факторы.

Покрытие почвы стерней или измельченной при уборке соломой уменьшает глубину промерзания почвы и ускоряет ее оттаивание, что способствует лучшему впитыванию и поглощению талых вод.

На склонах крутизной 8° наибольший поверхностный и внутрипочвенный сток наблюдался при возделывании в севообороте яровых зерновых культур.

Заметное влияние на снижение поверхностного стока оказали озимые зерновые и многолетние травы. По сравнению с яровыми зерновыми культурами они снизили внутрипочвенный сток с 2,8 мм до 2,4 и 1,6 мм соответственно.

Большую роль в повышении продуктивности эродированных земель и их защите от эрозии играют промежуточные культуры. Они способствуют увеличению продолжительности времени в течение, которого почва находится под растительным покровом, и обогащают почву органическим веществом.

Полевые опыты, проведенные в различных регионах страны, показали высокую экономическую и почвозащитную эффективность подсеваемых, поукосных и пожнивных посевов, особенно в увлажненных районах.

К ним следует отнести райграс однолетний, горчицу посевную, редьку масличную, люпин однолетний на легких почвах, а также озимую рожь, тритикале, вику посевную и различные травосмеси.

Внесение удобрений на смытых почвах не только повышает урожай культур, но и значительно усиливает почвозащитную роль растений, так как под их влиянием лучше развиваются надземная масса и корневая система. Однако решение вопросов о дозах, сроках, глубине внесения удобрений на склонах необходимо увязывать с конкретными особенностями проявления эрозии.

Для склоновых земель каждой почвенно-климатической зоны

необходимо разработать и внедрить научно обоснованные почвозащитные севообороты с наиболее рациональным набором и чередованием культур.

Подбор культур во все севообороты должен осуществляться с учетом их хозяйственной необходимости, экономической целесообразности возделывания и почвозащитной способности в данных условиях.

В интенсивном земледелии особо важно установить соотношение и чередование в севообороте таких культур, которые одновременно обеспечивают наибольший выход продукции с каждого гектара земли, сохраняют ее производительную силу и надежно защищают почву от водной эрозии.

С интенсификацией земледелия, углублением специализации сельскохозяйственного производства и увеличением нагрузки на почву особую остроту приобретают вопросы рационального использования земель, в частности планирование структуры посевных площадей с учетом опасности, проявления эрозии.

Необходимая структура посевных площадей определяется специализацией хозяйства и соотношением пахотных земель разной интенсивности использования, и допустимыми пределами насыщения севооборотов отдельными культурами. Чем больше в хозяйстве удельный вес эрозионно опасных площадей с большой крутизной склонов, тем более тщательно обосновывают структуру посевных площадей и систему севооборотов в соответствии со специализацией.

В нашей стране есть немало положительных примеров реализации принципа дифференцированного размещения севооборотов с учетом рельефа и биологических особенностей культур. Так, для условий ЦЧО разработаны и освоены севообороты с учетом крутизны склона и степени смытости почвы, а именно:

- на несмытых и слабосмытых черноземах и темносерых лесных почвах на склонах до 3° , а на серых и светло-серых лесных почвах на склонах до 2° - зернопаропропашные и зернопропашные севообороты;
- на слабо- и среднесмытых черноземах и темно-серых лесных почвах на склонах $3-5^\circ$, а на серых и светло-серых лесных почвах на склонах $2-4^\circ$ - зернотравяные;
- на средне- и сильносмытых черноземах и темносерых лесных почвах на склонах более 5° , а на серых и светлосерых лесных почвах на склонах более 4° - почвозащитные травянозерновые севообороты.

Размещение севооборотов на склоновых землях дифференцируется в зависимости от их крутизны: на склонах до 3° рекомендуются зернопаровые и зернопропашные севообороты, на склонах крутизной 5-7° - почвозащитные севообороты с полосным размещением культур.

Структура посевных площадей на склоновых землях должна обеспечивать простое воспроизводство плодородия почв и быть направленной на предотвращение поверхностного стока и смыва до экологически безопасного уровня.

На склоновых землях с умеренной степенью проявления водной эрозии (склоны 3,1-5°) удельный вес зерновых и зернобобовых культур не должен превышать 60-75%.

Многолетние и однолетние травы в зернотравяных севооборотах на среднесмытых почвах составляют 25-40%, а удельный вес озимых культур должен быть более 50% от площади зерновых.

На склонах крутизной 5,1-8° с ограниченным использованием земель зерновые культуры в структуре посевных площадей должны составлять 30-50%, а многолетние травы - 50-70%.

При обосновании структуры посевных площадей и выборе севооборота также необходимо учитывать потребность рынка в том или ином виде продукции, категорию агроэкологической группы земель, уровень их потенциального плодородия и степень проявления деградационных процессов.

В условиях экологизации и биологизации земледелия научно-обоснованное чередование культур должно обеспечивать высокую почвозащитную функцию. Она выражается в снижении жидкого и твердого стока до экологически безопасного уровня, предотвращении потерь гумуса и элементов питания, эффективном их использовании, поддержании положительного баланса органического вещества и благоприятного для растений фитосанитарного состояния почвы и посевов.

Для оценки почвозащитной функции севооборота используют коэффициент почвозащиты, под которым понимают способность полевых культур предотвращать смыв почвы при весеннем снеготаянии и интенсивных дождевых осадках.

Коэффициент почвозащиты севооборота на эрозионно-опасных землях должен быть не менее 0,75-0,85, в полевых севооборотах зерновой специализации - 0,65-0,75, а в пропашных - 0,45-0,60.

О почвозащитной функции отдельных полевых культур и сево-

оборота в целом в период снеготаяния и ливневых осадков можно судит по проективному покрытию почвы надземными частями растений, то есть по доли площади поверхности почвы, занимаемой горизонтальной проекцией надземной части растений, выраженной в процентах к общей площади.

В период снеготаяния и летние месяцы с интенсивным выпадением атмосферных осадков проективное покрытие почвы растениями должно быть максимальным - более 60%, при этом на полях, занятых многолетними травами оно должно составлять 60-80%, а озимыми зерновыми - 40-50%.

Введение в севооборот бобовых и бобово-злаковых многолетних трав, наряду с обогащением почвы биологическим азотом, позволяет обеспечить надежную ее защиту от разрушения, смыва талыми водами и ливневыми осадками.

Почвозащитная роль севооборота может быть усилена за счет полосного размещения посевов, возделывания промежуточных культур, дифференцированного применения удобрений и пестицидов, почвозащитных приемов обработки, оптимальных норм высева и способов посева.

Сопоставляя различные варианты схем севооборотов для склоновых земель, следует подобрать такой состав и соотношение культур, который в конкретных условиях будет наиболее рациональным с точки зрения получения необходимой сельскохозяйственной продукции, почвозащитных и почвоулучшающих воздействий.

Для севооборотов, размещаемых на склонах со смытыми почвами, наряду с продуктивностью очень важна способность высеваемых культур к максимальному накоплению в почве корневых остатков.

С точки зрения почвозащитного и почвоулучшающего влияния культур на первом месте стоят бобово-злаковые травосмеси и чистые посевы многолетних бобовых трав.

Затем следуют посевы колосовых культур сплошного сева. Наименьшим почвозащитным и почвоулучшающим воздействием характеризуются пропашные культуры - кукуруза, подсолнечник, свекла и др. Все это нужно учитывать при проектировании севооборотов для склоновых земель.

При небольшом удельном весе или отсутствии многолетних трав в севооборотах, противоэрозионная эффективность последних может быть значительно повышена за счет следующих мероприятий:

- правильного подбора и соотношения культур, применения

оптимальных норм и сроков посева, особенно на смытых почвах, использование поукосных, пожнивных и различных вариантов совмещенных посевов, широкого внедрения посевов сидератов и мульчирования почвы;

- контурного размещения полей с их чередованием по склону, занятых многолетними травами, пропашными и однолетними культурами сплошного сева;
- создания внутри полей гребневидных террас (валы-террасы);
- полосных посевов культур внутри полей;
- посева на парах буферных полос из многолетних трав или однолетних культур;
- посева по стерне (прямой посев);
- противоэрозионной системы обработки почв;
- дифференцированной системы удобрений с учетом смытости почв, а также внесения различных полимеров, латексов и других препаратов, повышающих противоэрозионную устойчивость почв;
- проведения необходимых лесомелиоративных и гидротехнических противоэрозионных мероприятий.

Подбор и размещение различных культур должны осуществляться с учетом распределения пахотных земель по уклонам, степени смытости и потенциальной опасности проявления эрозии.

На равнинных пахотных угодьях целесообразно вводить севообороты с максимальным насыщением пропашными, которые требуются к землям, трудоемки и слабее других культур защищают почву от эрозии.

Выделение под возделывание пропашных наиболее плодородных почв создает благоприятные условия для сбора высоких урожаев. Возможность применения на ровных площадях комплексной механизации с высокопроизводительной работой агрегатов, внедрение индустриальных технологий позволяет получать здесь продукцию с минимальными затратами труда и средств.

На склоновых землях с сильно смытыми почвами важное значение имеет подбор многолетних трав и способ их использования.

Для 1-2-летнего использования многолетних трав в полевых севооборотах целесообразно использовать клевер луговой в чистом виде или в смеси с одним из рыхлокустовых злаков (тимофеевка луговая, овсяница луговая).

Для 3-4-летнего использования многолетних трав в кормовых и почвозащитных севооборотах больше подходят люцерна синяя и костреч безостый.

Для постоянного залужения сильноэродированных земель на склонах более 5° следует отдавать предпочтение многолетним бобовым травам, у которых хорошо развито вегетативное размножение: клевер ползучий, люцерна желтая, галега восточная (козлятник).

Из злаковых видов для этих целей больше подходят корневищные или корневищно-рыхлокустовые травы: костреч безостый, двукисточник тростниковый (канареечник), мятлик луговой, овсяница красная, лисохвост и др.

При сенокосном использовании в травосмеси целесообразно включать большинство верховых трав, а при пастбищном - низовых.

Наиболее рациональное использование пашни в условиях проявления водной эрозии достигается при дифференцированном размещении разных видов севооборотов с учетом крутизны склонов, степени смытости почвы, способа использования эрозионных земель.

Для склонов крутизной 3,1-5° со слабо- и среднесмытыми почвами эффективны зернотравяные севообороты.

Для средне- и сильносмытых почв на склонах с крутизной от 5 до 80 рекомендуют следующие почвозащитные севообороты.

При обосновании и проектировании почвозащитных севооборотов на склоновых землях основными являются следующие положения:

- - учет агроэкологической группировки и единой индексации категорий сельскохозяйственных земель по степени проявления эрозионных процессов;
- подбор культур с учетом их почвозащитной эффективности, оптимизация баланса органического вещества и экологически допустимых параметров стока, смыва и потерь питательных веществ;
- контурная нарезка полей и рабочих участков, позволяющих успешно использовать широкозахватные комбинированные почвообрабатывающие, посевные и уборочные агрегаты, оснащенные приборным оборудованием для точного земледелия;
- на склоновых землях со средне- и сильносмытыми почвами планируют севообороты короткой ротации с занятыми парами и ограничивают возделывание пропашных культур с высокой эрозионной опасностью.

Контрольные вопросы

1. Что такое севооборот, повторное и бессменное возделывание?
2. Какова роль севооборота в современных системах земледелия?
3. Назовите причины чередования культур.
4. Перечислите лучшие предшественники для озимой пшеницы, сахарной свеклы, подсолнечника.
5. Под какие культуры подсевают многолетние травы?
6. Какова роль чистых паров, районы их использования?
7. Раскройте понятие кулисного, сидерального пара.
8. Каково значение многолетних трав в современной земледелии?
9. Назовите типы и виды севооборотов.
10. По каким показателям оценивают эффективности севооборота?

Глава 18. ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ЕЕ ЗАЩИТЫ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

К обработке склоновых земель предъявляются следующие агротехнические требования:

- строгое соблюдение направления и контурности механической обработки почвы на склонах. Движение почвообрабатывающих и посевных агрегатов осуществляется по горизонталям или параллельно им, чтобы образуемые гребни, борозды, щели располагались поперек стока и препятствовали стоку, смыву почвы;
- при контурно-мелиоративной организации территории или ступенчатом террасировании обработку проводят вдоль линейных водорегулирующих рубежей (террас, валов, лесополос и т.д.);
- оборот пласта и перемещение почвы при вспашке должны осуществляться в направлении противоположном стоку.

В этих целях необходимо применять оборотные плуги. Отвальную обработку начинают с верхней части склона и заканчивают в нижней, чтобы почва не перемещалась вниз по склону. Такой способ обработки за счет увеличения высоты гребней уменьшает сток и смыв почвы, что снижает интенсивность проявления водной эрозии, особенно на крутых склонах 5-8°;

- сроки обработки склоновых земель дифференцируют в зависимости от экспозиции склона, которая определяет сроки наступления физической спелости почвы. Учитывая разную степень смывости, скорость прогревания почвы на разных частях склона применяют и разные сроки обработки и посева культур;

- участки, расположенные на верхней части склонов, обрабатывают в более ранние сроки при физической спелости почвы, что обеспечивает хорошее качество рыхления, крошения и сохранения приданных ей свойств;

- глубину и применяемый способ углубления пахотного слоя дифференцируют в зависимости от крутизны склона и степени смытости почвы. На участках верхней части склона с сильно смытыми почвами и низкой гумусированностью целесообразно применять безотвальные способы углубления, а в нижней части склонов - отвальный способ обработки с припахиванием части подзолистого горизонта. На сильно смытых почвах используют плуги с вырезными отвалами, плуги с почвоуглубителями или чизельные орудия;

- в целях улучшения агрофизических свойств и увеличения водопроницаемости средне- и сильно смытых почв на склонах периодичность вспашки или безотвальное рыхление в почвозащитных севооборотах составляет 1-2 года. Это способствует разрыхлению плужной уплотненной прослойки в подпахотном слое. При этом строго поддерживают проектную высоту валов (0,4- 0,6 м) и оптимальный их профиль. Участки со сложной конфигурацией и формой пахотки поперек склонового стока.

Для соблюдения направления и контурности обработки используют навигационные системы QPS или «Гланас». Движение машинно-тракторных агрегатов осуществляется поперек стока по горизонталям местности или параллельно им с помощью навигаторов, установленных на тракторах.

Разнообразие ландшафтов по характеру рельефа, типам почв, подверженности их эрозионным и другим деградиационным процессам (переуплотнение, различное фитосанитарное состояние почвы и посевов, уровни плодородия] обуславливает необходимость применения различных систем обработки почвы как под отдельные культуры, так и в севообороте.

Под системой механической обработки почвы понимают совокупность научно-обоснованных, последовательно выполняемых приемов с целью создания для растений оптимальных почвенных условий и воспроизводства ее плодородия.

В зависимости от назначения, глубины рыхления и времени выполнения ее подразделяют на:

- основную,
- предпосевную

- послепосевную по уходу за растениями.

По способу основную обработку почвы в севообороте классифицируют на:

- отвальную,
- безотвальную,
- роторную
- комбинированную, которая включает в себя два или более способа.

Название системы определяют по одному или двум приемам основной обработки в севообороте: отвально-плоскорезная, отвально-чизельная, отвально-роторная и т.д.

Системой обработки почвы регулируют водный, воздушный, тепловой и питательный режимы, фитосанитарное состояние посевов и мощность пахотного слоя. Кроме того, почвозащитная система обработки в севообороте позволяет разуплотнять подпахотные слои почвы, уменьшать сток и смыв на склонах.

Систему основной обработки почвы в севооборотах разной специализации составляют с учетом биологических особенностей культур и их требований к мощности пахотного слоя, глубине рыхления и степени крошения.

Растения с глубоко проникающей стержневой корневой системой хорошо отзываются на глубокие обработки и повышают урожайность на 10-15%.

При обработке также учитывают состояние поля (каменистость, наличие растительных остатков, дернины), а также применяемые способы воспроизводства плодородия. На слабоэродированных землях с благоприятными агрофизическими свойствами глубину рыхления под зерновые культуры сплошного сева можно уменьшить до 10-12 см.

В эрозионно-опасных агроландшафтах с интенсивностью эрозии 1,1-2,0 и 2,1-5,0 т/га в год применяют контурные обработки почвы с изменением микрорельефа в сочетании с приемами углубления пахотного слоя, которые дополняются лункованием, бороздованием и щелеванием.

Аспектом экологической проблемы, связанной с обработкой почвы, является чрезмерное переуплотнение пахотного и подпахотного слоев почвы под действием ходовых систем машинно-тракторных агрегатов, что приводит к резкому ухудшению агрофизических свойств, снижению водопроницаемости, увеличению стока и смыва и снижению ее плодородия.

Для предупреждения этого явления необходимо при выборе состава почвообрабатывающих и посевных агрегатов учитывать допустимые нормы давления движителей на почву при выполнении полевых работ с учетом влажности обрабатываемого слоя.

Разнообразие ландшафтных условий, различные требования культур к свойствам почвы, мощности пахотного слоя, проявление эрозионных процессов - все это обуславливает необходимость учета многих факторов при проектировании систем обработки почвы в севооборотах различной специализации, которые базируются на следующих принципах:

Принцип почвозащитной направленности и экологической адаптации приемов и технологий обработки почвы в различных севооборотах, предполагающий выбор способа или системы обработки с высокой противоэрозионной эффективностью, направленной на снижение до нормативных параметров жидкого стока, смыва и сноса почвы, предотвращение отрицательного влияния технологии обработки на плодородие почвы и окружающую среду.

При выборе приемов почвозащитной обработки в различных почвенно-климатических зонах страны необходимо учитывать крутизну (3° , $3-5^\circ$, $5-8^\circ$ и более 8°) и тип склона (односкатный или многоскатный), характер стока, вызывающего эрозию (талые воды, дождевые и ливневые осадки), увлажненность территории и водопоглощающую способность почвы, скорость ветра в эрозионно-опасные периоды.

На пахотных землях со слабо- и среднесмытыми почвами (смыв почвы 5-10 т/га. в зернотравяных и плодосменных севооборотах на склонах крутизной до 3° эффективны в системе основной обработки почвы вспашка поперек стока и контурная вспашка сложных по конфигурации склонов.

При этом задерживается в среднем 20-25 мм воды и уменьшается смыв почвы до 4 т/га. На склонах крутизной более $5-7^\circ$ противоэрозионная эффективность вспашки недостаточна, ее нужно дополнять кротованием, щелеванием, глубоким безотвальным рыхлением орудиями чизельного или плоскорезного типа.

Приемы, изменяющие рельеф или создающие ступенчатый профиль, эффективны на склоновых землях крутизной $5-8^\circ$.

При ступенчатой вспашке, а также при вспашке с одновременным прерывистым бороздованием или лункованием, повышается ко-

эffфициент противозерозийной эffфективности при 10%-ой обеспеченности по стоку до 0,6-0,8, а по смыву почвы - до 0,4-0,6 на полях с уклоном более 5°.

Такие приемы целесообразно применять на полях с большой водосборной площадью и значительным объемом возможного стока воды - более 80 мм в год.

В степных агроландшафтах, подверженных совместному действию водной эрозии и дефляции, систему обработки следует проектировать на основе безотвальной, плоскорезной мульчирующей обработки с применением рыхлящих, но не оборачивающих рабочих органов типа Параплау, плоскорезов, чизельных орудий, обеспечивающих сохранение до 60-70% стерневых остатков и соломы на поверхности почвы.

При мульчирующей и консервирующей обработке устраняется перегрев почвы в жаркие периоды, увеличивается накопление в корнеобитаемом слое воды за счет снижения интенсивности испарения, что предотвращает смыв и снос почвы.

Принцип разноглубинности обработки почвы в севообороте, предусматривающий обоснованное чередование глубины обработки в соответствии с биологическими особенностями возделываемых культур, их отзывчивостью на глубину рыхления и мощность создаваемого пахотного слоя.

Культуры с мочковатой корневой системой (озимая пшеница, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овес, и др.) и преимущественным расположением ее в верхних слоях почвенного профиля, недостаточно используют питательные вещества и влагу из более глубоких горизонтов и слабо реагируют на глубину обработки.

Поэтому глубину обработки под эти культуры можно уменьшить до 10-12 см, особенно на слабозасоренных многолетними сорняками полях, а также при размещении их после пропашных, зернобобовых культур и однолетних трав.

Растения со стержневой, глубоко проникающей корневой системой (горох, клевер, люцерна, рапс, кормовые корнеплоды и другие пропашные), хорошо отзываются на глубокие обработки. Они лучше используют плодородие подпахотных слоев почвы, особенно разрыхленных при глубокой обработке.

Кукуруза при увеличении глубины обработки с 5 до 40 см повышает урожайность зеленой массы с 48,4 до 66,4 т/га, а клевер на сено - с 8,5 до 9,9 т/га.

Система обработки почвы в севообороте должна разрабатываться на основе периодического чередования разноглубинных отвальных, плоскорезных, чизельных и других приемов с учетом ландшафтных условий и степени проявления эрозионных процессов.

При разноглубинной обработке подпахотные слои хорошо рыхлятся безотвальными приемами, а семена и вегетативные органы сорняков заделываются на большую глубину при отвальной обработке и, находясь в зоне с недостатком кислорода в течение продолжительного времени (2-4 года), теряют свою жизнеспособность, что снижает засоренность посевов к концу ротации зернового и зернопропашного севооборотов в 1,2-1,5 раза.

При разноглубинной комбинированной системе обработки ослабляются процессы минерализации органического вещества, что способствует повышению гумусированности эродированных почв.

В увлажненных регионах периодическая вспашка в севооборотах наиболее целесообразна один раз в 2-3 года на глубину пахотного слоя в занятых парах, под пропашные культуры, при заделке пласта многолетних трав, а также на полях, засоренных многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками.

Поверхностные и мелкие обработки проводят на хорошо окультуренных почвах под озимые и яровые зерновые культуры, размещаемые после однолетних трав, зернобобовых, пропашных культур с ранними сроками уборки.

Принцип ресурсосбережения реализуется за счет минимализации обработки хорошо окультуренных дерново-подзолистых, серых лесных, каштановых почв и черноземов с высоким уровнем плодородия и оптимальными для растений агрофизическими свойствами (плотность сложения 1,20-1,30 г/см³, содержание водопрочной структуры более 40%).

Пригодность различных типов почв для минимализации определяется совокупностью показателей плодородия: содержанием гумуса, водопрочной структурой, равновесной плотностью сложения, гранулометрическим составом и водопроницаемостью.

Пригодными считаются дерново-подзолистые и серые лесные почвы с содержанием гумуса более 2,5%, водопрочных агрегатов - более 30% и коэффициентом пористости - более 0,9. Они обладают устойчивым сложением, их равновесная плотность близка или совпадает с оптимальной для роста и развития культур.

Основными направлениями минимализации обработки почв являются:

- совмещение нескольких операций и приемов в одном рабочем процессе за счет применения комбинированных агрегатов и модульно-блочных комплексов;
- уменьшение глубины и интенсивности обработки за счет замены вспашки более производительными мелкими и поверхностными обработками с использованием широкозахватных дисковых, чизельных, плоскорезных и роторных орудий;
- сокращение количества механических обработок в севообороте по борьбе с сорняками за счет применения высокоэффективных гербицидов;
- широкое применение прямого посева зерновых за счет использования специальных сеялок.

На хорошо окультуренных почвах с высоким уровнем плодородия при подготовке их под посев озимых после однолетних трав, раннего картофеля и силосных культур глубину их обработки можно уменьшить с 20-22 см до 10-12 см, что сократит энергетические затраты на 20-25%, а расход дизельного топлива - на 7-10 л/га.

Применение высокоэффективных гербицидов в послеуборочный период для уничтожения дернины и сорняков создает оптимальные условия для прямого посева зерновых.

При использовании комбинированных машин и орудий с различными рабочими органами в сочетании с мульчированием почвы соломой и растительными остатками расширяются возможности минимализации, особенно на эрозионно-опасных землях, и снижается коэффициент интенсивности обработки до 0,4-0,6.

Принцип чередования отвальных и безотвальных способов обработки заключается в том, чтобы сбалансировать процессы минерализации и гумусонакопления в севообороте.

При отвальных обработках ускоряется разложение органического вещества на 20-25% и снижается противозрозийная устойчивость почв склоновых земель.

Приемы же безотвальной обработки замедляют процессы минерализации пожнивных и корневых остатков, вносимых органических удобрений в виде навоза, соломы зерновых, пожнивных сидератов, что способствует накоплению гумуса за счет снижения коэффициента минерализации на 25-30%.

При длительных безотвальных обработках эродированных и

эрозионно-опасных земель проявляется дифференциация пахотного слоя почвы по плодородию, которая сопровождается увеличением засоренности посевов, ухудшением фитосанитарного состояния верхней части почвенного профиля и снижением плодородия нижней части. Особенности системы почвозащитной обработки почвы в севооборотах на склоновых землях

В условиях проявления водной эрозии механическая обработка почвы направлена на предупреждение интенсивности эрозионных и деградационных процессов: уменьшение стока и смыва почвы, ее переуплотнения и разрушения, снижение непроизводительных потерь воды, гумуса и питательных веществ.

Наряду с этим она является важным средством оптимизации почвенных режимов, плотности сложения, структурного и фитосанитарного состояния.

Все противоэрозионные приемы обработки почвы в зависимости от их влияния на сток и смыв почвы можно разделить на две группы:

- приемы, разуплотняющие почву, увеличивающие ее водопроницаемость и способствующие переводу поверхностного стока во внутрпочвенный;
- приемы, создающие на поверхности склона определенный микрорельеф для задержания большего объема стекающей воды.

Вспашка поперек стока эффективна на поперечно-прямых склонах крутизной 2-3° со слабо- и среднесмытыми почвами. На сложных склонах обработку осуществляют по горизонталям, повторяя контуры склона, такую обработку называют контурной.

Образуемые гребни, борозды при вспашке поперек склона сокращают поверхностный сток воды в 2-3,5 раза и увеличивают ее накопление на 150-200 м³ на 1 га.

Пашут склоны оборотными плугами, чтобы пласты почвы обрабатывались в направлении верхней части склона и не перемещались вниз по склону.

Вспашка плугами с почвоуглубителями, плугами с вырезными и безотвальными корпусами эффективна на средне- и сильносмытых почвах с мощностью гумусового горизонта менее 18 см. С помощью этих приемов рыхлят уплотненные подпахотные слои без выноса малопродуктивного слоя почвы на поверхность.

Глубокое рыхление уменьшает глубину промерзания почвы,

ускоряет оттаивание ее весной. Это способствует лучшему поглощению воды почвой и увеличению ее запасов на 12-15 мм.

Вспашку с почвоуглублением и безотвальное рыхление на склонах проводят в занятых парах, под озимые, зернобобовые культуры с помощью плугов-рыхлителей, чизельных орудий, плоскорезов-глубокорыхлителей.

Щелевание как специальный прием, применяют для задержания стока талых вод на многолетних травах, посевах озимых культур.

Щели шириной 5-8 см и глубиной 40-60 см нарезают с помощью щелевателей, оборудованных валикообразователями, которые создают над щелью водозадерживающий валик высотой 10-12 см. Этот прием уменьшает смыв почвы, сток воды и увеличивает весенние ее запасы в почве на 30-50 мм.

Щелевание эффективно на тяжелых почвах с плохой водопроницаемостью, особенно на склонах крутизной 3-8°. Его проводят в системе зяблевой обработки почвы, на посевах многолетних трав, озимых культур, сенокосах и пастбищах поздней осенью при замерзании верхнего слоя почвы на глубину 5-7 см, что предохраняет их от запыления и меньше повреждает корневую систему растений.

Приемы обработки почвы с изменением микрорельефа:

- создание гребней,
- создание прерывистых борозд,
- создание замкнутых лунок,
- создание ступенчатого профиля поверхности поля и дна борозды-применяют на крутых склонах 5-8°.

К таким приемам относятся:

- ступенчатая вспашка,
- гребнистая вспашка,
- комбинированная (отвальнобезотвальная) вспашка,
- прерывистое бороздование,
- лункование
- валкование зяби.

Ступенчатая разноглубинная вспашка выполняется плугами, у которых четные корпуса устанавливают на 10-12 см глубже остальных.

В результате такой обработки на поверхности поля образуются борозды, окаймленные гребнями, а на глубине - ступенчатый профиль.

Ступенчатая вспашка, предотвращая смыв почвы, а также поверхностный и внутрипочвенный сток, повышает запасы воды в мет-

ровом слое на 20-33 мм, что увеличивает урожайность зерновых культур на 0,17-0,43 т/га.

Гребнистая вспашка - это обработка с образованием гребней на поверхности поля.

Выполняется плугами с одним удлиненным или укороченным отвалом. Возможно одновременное оборудование плуга отвальными и безотвальными корпусами.

Отвальный корпус формирует при вспашке более высокий гребень, чем безотвальный.

Чередование гребней и открытых борозд в направлении перпендикулярном склоновому стоку, создает дополнительные емкости для накопления воды.

Прерывистое бороздование (лункование) - это нарезка борозд (лунок) на поверхности поля.

Выполняется чаще всего одновременно со вспашкой плугами, оборудованными специальными приспособлениями.

Трехлопастная крыльчатка, установленная за укороченным отвалом, формирует валики (перемычки) между гребнями, образуя замкнутые лунки длиной 1,0-1,2 м и емкостью 90-100 литров.

Лункование зяби после вспашки выполняют дисковыми лущильниками с приспособлением.

Поля, обработанные с созданием водозадерживающего микро-рельефа, весной выравнивают с помощью агрегатов или культиваторами с боронами и другими орудиями. Поэтому противоэрозионные приемы целесообразно применять под поздно высеваемые культуры: гречиху, просо, кукурузу или однолетние травы.

В зернотравяных, травопольных севооборотах на склоновых землях наиболее эффективны комбинированные системы обработки почвы. Они включают сочетание в севообороте периодической контурной вспашки на глубину пахотного слоя и безотвальное рыхление плоскорезами или чизельными плугами.

Контурная вспашка проводится под озимые зерновые, идущие по многолетним травам второго года пользования с целью заделки пласта. Поверхностные и мелкие обработки эффективны при возделывании озимых после занятого пара, зернобобовых и рапса.

Широкое распространение в зернотравяных севооборотах на склоновых землях получила система обработки, включающая сочетание вспашки с разноглубинным чизелеванием.

Разноглубинное чизелевание проводится на глубину 27-30 см

весной под пропашные (на склонах до 3°) и на 38-40 см - под озимые зерновые, зернобобовые, рапс и покровную культуру для многолетних трав при крутизне склонов 3,1-8°. Такая система обработки эффективна на средне- и тяжелосуглинистых сильносмытых дерново-подзолистых, серых лесных почвах, а также на полях с переуплотненным подпахотным слоем.

Глубокое безотвальное рыхление (чизелевание) разрыхляет уплотненные пахотные и подпахотные слои почвы, повышает их водопроницаемость, что обеспечивает перевод поверхностного стока во внутрипочвенный, увеличивая запасы влаги на 60- 90 м³/Га.

Периодическое его применение также ускоряет наступление физической спелости в ранневесенний период и предотвращает вымокание озимых культур при минимальной обработке.

Для глубокого рыхления применяют чизельные плуги с приставками для выравнивания поверхности поля и плуги-рыхлители.

Периодичность проведения глубокой чизельной обработки почвы в севооборотах разной специализации определяется биологическими особенностями возделываемых культур, их реакцией на глубину обработки, степенью смытости почвы и уровнем фитосанитарного состояния почвы и посевов.

На сильно смытых почвах, с резким ухудшением агрофизических свойств пахотного и подпахотного слоев, оно проводится раз в 2 года, на слабо- и среднесмытых почвах - через 3 года.

В системе обработки почвы в севооборотах Центрального района чизелевание должно сочетаться с периодической вспашкой и поверхностной обработкой.

В качестве основной обработки оно применяется после пропашных культур и однолетних трав перед возделыванием пропашных, овощных и зерновых (озимой пшеницы и ячменя). При их размещении по стерневым предшественникам чизелевание проводят после предварительного лушения жнивья. В зависимости от степени смытости почвы чизелевание осуществляют обязательно поперек стока или по горизонталям.

Контрольные вопросы

1. Понятие о водной эрозии почвы и дефляции.
2. Формы водной эрозии почвы и дефляции.
3. Ущерб, причиняемый водной эрозией и дефляцией почвы.
4. Факторы водной эрозии и дефляции почвы.
5. Основные агротехнические приёмы воздействия на водную эрозию и дефляцию почвы.
6. Понятие о почвозащитных севооборотах и их общие особенности.
7. Противоэрозионная организация территории и размещение почвозащитных севооборотов.
8. Структура посевных площадей в почвозащитных севооборотах.
9. Полосное и буферное земледелие на эродированных землях.
10. Примерные схемы почвозащитных севооборотов.
11. Общие особенности почвозащитных агротехнологий на склоновых и дефлируемых землях.
12. Способы и орудия обработки почвы на склонах и её организация на топографической основе.
13. Приёмы уменьшения поверхностного стока.
14. Почвозащитная агротехнология на дефлируемых землях.
15. Приёмы уменьшения скорости ветра в приземном слое воздуха.

Глава 19. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ЭРОДИРОВАННЫХ И ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ЗЕМЛЯХ

Теоретическое обоснование воспроизводства плодородия почв в интенсивном земледелии дано классиками мировой агрономии: «Воспроизводство плодородия почвы отличается очень важной способностью ее как природного тела и средства производства.

В отличие от промышленности вкладывание средств в улучшение почв не исключает эффективности предыдущего их применения и предыдущие затраты не пройдут даром».

Исходя из принципа динамики изменения плодородия в интенсивном земледелии осуществляется его научно - обоснованное простое или расширенное воспроизводство.

Устранение негативных явлений, вызванных в почве возделыванием культурных растений, восстановление почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию означают *простое воспроизводство*.

Создание почвенного плодородия выше исходного уровня - это

расширенное воспроизводство, что особенно важно для почв Нечерноземной зоны с низким природным плодородием.

Расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв, не способных в естественном состоянии обеспечить достаточную эффективность приемов интенсивного земледелия, - обязательное условие увеличения производства продукции земледелия.

Воспроизводство плодородия почвы в интенсивном земледелии осуществляется двумя способами:

1. вещественным
2. технологическим.

Вещественный способ предполагает интенсивное применение удобрений, мелиорантов, пестицидов, благоприятную в агрономическом отношении структуру посевных площадей (севооборот).

Технологический способ основывается на улучшении агрономических свойств почвы механической обработкой и отчасти мелиоративными приемами.

Оба способа направлены на достижение единой цели, но эффективность их, как и механизм действия, резко различаются.

Вещественные компоненты (органические, минеральные удобрения, поливная вода и др.) вследствие своей природы и особенностей почвы оказывают наиболее сильное и многообразное воздействие на ее плодородие.

Технологическое воздействие на плодородие почвы в современном земледелии обусловлено прежде всего недостаточными ресурсами удобрений, воды, неблагоприятной структурой посевных площадей.

Расширяющаяся тенденция минимализации обработки почвы означает, по существу, не только признание особой роли вещественных компонентов в воспроизводстве плодородия почвы, но и такие материальные возможности общества, которые позволяют перейти в основном к этому научно обоснованному способу воспроизводства плодородия.

Одновременно на этом пути достигается огромная экономия энергетических ресурсов общества и исключается важнейшая причина возникновения эрозионных явлений.

Естественно-научной основой теории воспроизводства плодородия почвы являются законы земледелия и экологии:

1. Закон автотрофности зелёных растений: «Зелёные растения, используя энергию солнечного света и поглощение из воздуха CO_2 , а

из почвы H_2O и питательные вещества, синтезируют органические вещества в количествах, необходимых для полного развития и формирования высокой урожайности».

2. Закон неизменности и равнозначности факторов жизни: «Ни один из факторов жизни не может быть заменён другим».

3. Закон минимума (ограничивающих причин): Развитие растений и уровень урожайности сельскохозяйственных культур определяется факторами, находящимися в недостатке или в избытке, т.е. лимитирующий фактор резко уменьшает эффективность других факторов.

4. Закон min , opt , max : Максимальный урожай будет получен при оптимальном значении фактора, а при его максимуме или минимуме урожай будет меньше.

5. Закон совокупного действия факторов: «Наибольшая эффективность всякого фактора будет только при полной обеспеченности растения всеми другими факторами».

6. Закон возврата веществ в почву: сколько вынесено с урожаем столько же нужно вернуть в почву питательных элементов.

7. Закон возрастания плодородия: «расширенное воспроизводство плодородия почвы и => увеличение урожайности».

8. Закон плодосмена: Необходимость периодической смены и чередования в севооборотах различных культур обуславливается особенностями их требований к условиям произрастания и воздействия на почву.

9. Закон В.И. Вернадского о единстве организма и среды: Жизнь развивается в результате постоянного обмена веществ и информации на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих её организмов.

10. Закон ограниченного роста Дарвина: потомство 1 пары особей, размножающихся в геометрической прогрессии, стремится заполнить весь Земной Шар, но есть ограничивающие силы, не допускающие этого.

11. Закон возврата Либиха: Урожай зависит от возврата среде жизненно необходимых факторов, использованных организмом. Тимирязев и Прянишников назвали этот закон величайшим приобретением науки.

12. Закон минимума, оптимума, и максимума факторов Вильямса: Наибольший урожай получается при среднем оптимальном наличии фактора, при минимуме и максимуме значениях фактора урожай неосуществим. Этот закон подчеркивает особое значение оптимальных

доз минеральных удобрений, т.к. их избыток может быть вреден.

13. Закон относительной независимости адаптации: Высокая адаптированность к одному из экологических факторов не даёт такой же степени приспособления к другим условиям жизни, им даже она может ограничивать эти возможности.

14. Закон предельной урожайности К. Пратта: Излишнее внесение удобрений ведёт не к росту, а к сокращению урожайности.

15. Закон необходимого разнообразия: Никакая система не может быть сформирована из абсолютно идентичных элементов. Это основное условие устойчивости любой экосистемы.

16. Закон Тюрго-Мальтуса, или закон убывающей отдачи: Увеличение удельного вложения в агроэкосистему не даёт адекватного пропорционального увеличения её продуктивности.

В основу концепции разработки и применения экологически безопасной системы удобрений на склоновых землях должны быть положены следующие принципы: прогнозирования и моделирования системы удобрений с учетом потребности культуры, свойств почвы и показателей её плодородия по экологической безопасности и адаптивности, биологизации, нормативности и др.

Предложенная система удобрений должна решать следующие задачи:

- удовлетворение потребности культур в доступных питательных элементах в определенные фазы роста и развития растений с учетом планируемой урожайности, влагообеспеченности и потерь элементов питания со стоком и смывом;
- оптимизация свойств и показателей в рекомендуемой модели плодородия почв по элементам склона и разной степени смывости с помощью севооборота, удобрений, мелиорантов в соответствии с требованиями возделываемых культур;
- восполнение эрозионных потерь биогенных элементов из почвы и применяемых удобрений, снижение их до экологически безопасного уровня с целью предупреждения загрязнения ими окружающей среды и растениеводческой продукции.

Разработку способов и приёмов воспроизводства плодородия почвы начинают с определения оптимальных параметров (модели) плодородия.

Модели плодородия строго дифференцированы в зависимости от природных условий хозяйства, специализации земледелия, экономического уровня производства.

Модели плодородия разрабатывают в научных учреждениях на основе полевых опытов. Экспериментальное обоснование параметров плодородия конкретного земледельческого района позволяет оценивать плодородие на нормативно-технологической основе. Это означает, что каждая модель плодородия почвы должна иметь объективную агрономическую оценку.

В понятие агрономической оценки входит обеспечение данной моделью нормативной эффективности возрастающих доз удобрений, специализированных севооборотов, современных энергосберегающих технологий обработки почвы, мелиорации.

Нормативная эффективность дифференцированных, экспериментально обоснованных моделей плодородия почвы должна обязательно дополняться нормативно-технологической, экономической и экологической оценкой затрат на их воспроизводство. Без этих оценок моделей плодородия почвы невозможно объективное сопоставление получаемого от модели эффекта с затратами на ее воспроизводство, т.е. определение истинной экономической эффективности земледелия.

Особо в моделях плодородия и соответственно в системах земледелия должна быть отражена почвозащитная и в целом экологическая направленность современного земледелия.

Практически это означает дополнительные расходы на воспроизводство той части плодородия, которая разрушается вследствие деградационных процессов, т.е. эти затраты не связаны с конкретно получаемыми урожаями полевых культур.

Модели плодородия должны подкрепляться определением баланса гумуса и питательных веществ. Количественные показатели гумуса позволяют судить об изменении потенциального плодородия почвы под влиянием природных факторов и хозяйственной деятельности человека.

Существующие методики расчета баланса гумуса по фактическим (накопление пожнивных и корневых остатков, потери гумуса от эрозии) и нормативным (коэффициенты гумификации, размеры минерализации гумуса). данным позволяют контролировать состояние и пути воспроизводства плодородия почвы.

Возделывание сельскохозяйственных культур при дефиците азота приводит к недобору урожая и постепенному истощению запасов гумуса и общего азота в почве.

Контроль за балансом гумуса и азота должен сопровождаться определением баланса подвижного фосфора и обменного калия.

Отрицательный баланс фосфора отмечается лишь на склонах без внесения удобрений и учета потерь от эрозии. Применение фосфорных удобрений в нормах 75-100 кг действующего вещества на 1 га обеспечивает его положительный баланс.

Большинство равнинных земель хорошо обеспечено подвижным калием, но в настоящее время на эродированных и эрозионно-опасных землях сложился отрицательный баланс этого элемента, так как его потери со стоком воды и смывом почвы составляют 23,2 кг с 1 га.

Изучаемые факторы: рельеф, почвозащитные технологии обработки почвы, их системы и степень насыщения севооборота гербицидами влияют на мощность развития и характер распределения корневых систем возделываемых культур и сорных растений в корнеобитаемом слое.

Различные по глубине, способу и периодичности приёмы основной обработки, создавая гомогенное или гетерогенное строение корнеобитаемого слоя по плодородию, вызывали перераспределение корневых систем по слоям почвы. В вариантах плоскорезной обработки почвы наблюдалось резкое увеличение массы корневых систем в верхнем (0-10 см) слое почвы, где прирост составил в среднем по всем культурам 10%.

Такая же тенденция прослеживается и на минимальной обработке по отношению к вспашке в посевах овса и клевера. На вариантах сочетания вспашки с плоскорезной обработкой было отмечено более мощное развитие корневых систем в подпахотном слое почвы за счёт рыхлого его сложения, создаваемого глубокой (28-30 см) обработкой плоскорезами глубокорыхлителями.

Действие разных систем гербицидов на накопление корневых остатков сильнее проявилось в посевах яровых культур, чем озимых и клевера. Это, связано с их слабой конкурентоспособностью в подавлении сорного компонента агрофитоценоза и, как следствие, с более сильной степенью засорения посевов яровых.

Ежегодное применение гербицидов приводит к существенному снижению общей массы корневых систем в слое 0-40 см из-за уменьшения доли пожнивно-корневых остатков сорных растений, которое на вспашке составило 1,0 т/га (6,5%), при сочетании вспашки с глубокой (28-30 см) плоскорезной обработкой - 0,7 т/га (4,3%), на плоскорезной на 20-22 см - 1,1 т/га (7,4%), а на минимальной - 2,2 т/га (14,4%), что оказывало влияние на плодородие почвы.

Приёмы обработки без оборачивания и перемешивания всего пахотного слоя (плоскорезная и минимальная) приводили к дифференциации корнеобитаемого слоя по содержанию подвижных форм фосфора и обменных калия с устойчивой тенденцией его увеличения вниз по склону.

Самое высокое содержание фосфора отмечалось в слое почвы 0-10 см при минимальной системе обработки в нижней части склона (250 мг/кг), а на вспашке поперек склона оно снижалось до 162 мг/кг почвы, что говорить о ее более высоком почвозащитном эффекте.

Длительное применение почвозащитных приёмов обработки при внесении расчетных на планируемый урожай, с учетом потерь со смывом, удобрений обеспечивало оптимальный уровень содержания обменного калия в пахотном слое (150 мг/кг почвы).

Отвальная обработка поперёк склона в среднем по трем его элементам приводила к равномерному распределению калия по слоям 0-10 и 10-20 см пахотного горизонта (172 и 187 мг/кг почвы], а безотвальные - к резкой дифференциации на разные по содержанию части пахотного слоя 0-10 и 10-20 см, где оно составило при плоскорезной обработке 181 и 132 мг/кг, а при минимальной - 158 и 121 мг/кг почвы соответственно.

Таким образом, закономерности изменения содержания органического вещества и элементов питания на склоновых землях существенно отличаются от равнинных. На этих землях прослеживается чёткая тенденция повышения уровня плодородия почвы вниз по склону, что связано с миграцией элементов питания и водорастворимого гумуса с поверхностным и внутрипочвенным стоком.

Система удобрения, являясь составной частью адаптивноландшафтной системы земледелия, имеет на склоновых землях ряд особенностей. Они обусловлены, с одной стороны ограниченным набором культур и их биологическими особенностями, и природными факторами, а с другой - хозяйственной деятельностью человека, и прежде всего, почвозащитной направленностью технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

В соответствии с этим расширяется и круг вопросов, решаемых системой удобрений. Она должна обеспечивать не только рост урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества продукция, но и окультуривание почв, повышение их противоэрозионной устойчивости, усиление почвозащитных функций агрофитоценозов,

предупреждение поверхностного стока и снижение от загрязнения биогенными веществами и патогенными микроорганизмами.

Система удобрений дифференцируется и зависит от биологических особенностей культур, предшественника, характера рельефа, агрохимической характеристики почв, уровня планируемой урожайности. Система удобрения должна учитывать также экспозицию склонов и уровень влагообеспеченности культур.

На склонах удобрения вносят обязательно с учетом почвенно-растительной диагностики, дифференцированно по элементам склона, поскольку под действием поверхностного стока и смыва элементы питания удобрений неодинаково распределяются по длине склона.

Уточнение доз азота проводят по результатам почвенной и растительной диагностики, а нормы фосфорных и калийных удобрений устанавливают с учетом класса обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия. При этом необходимо учитывать, что величину урожая определяет в основном тот элемент питания, который содержится в почве в наименьшем количестве по отношению к потребностям культуры.

В эродированных дерново-подзолистых и серых лесных почвах таким элементом является азот. Поэтому решающую роль в получении высокого урожая всех сельскохозяйственных культур на склоновых землях играют азотные удобрения. Их эффективность возрастает по мере увеличения степени смывости почв и проявляется как при внесении в отдельности, так и в составе полного минерального удобрения с преобладанием аммиачных форм азота.

Эффективность фосфорных удобрений ниже, чем азотных. Она возрастает при внесении фосфора совместно с азотными или азотно-калийными туками.

В связи с острым дефицитом азота в эродированных почвах применение одних фосфорных удобрений или в сочетании с калийными нецелесообразно, за исключением рядкового удобрения на почвах с низкой обеспеченностью фосфором. Действие калийных удобрений на смытых почвах слабое. Однако исключение калия из состава полного удобрения приводит к снижению прибавки урожая и качества продукции.

Наибольший эффект на смытых дерново-подзолистых почвах обеспечивает полное минеральное удобрение. При этом следует учитывать, что эффективность одинаковых доз удобрений выше на эродированных почвах, чем на неэродированных.

Важной особенностью действия удобрений на таких почвах является сравнительно малое их влияние на урожай последующих культур (последствие), что указывает на необходимость, более частого внесения удобрений в севооборотах на эродированных почвах, чем на водораздельных участках.

В настоящее время во многих зональных рекомендациях по защите почв от эрозии предусматривается увеличение норм внесения удобрений на смытых почвах. В связи с тем, что снижение плодородия смытых почв обусловлено, прежде всего, уменьшением содержания в них гумуса, увеличение норм внесения навоза и азотных минеральных удобрений на смытых почвах должно быть пропорционально снижению запасов в них гумуса.

При картографировании эродированных дерново-подзолистых и серых лесных почв все чаще определяют содержание гумуса в слое 0-30 см.

Снижение гумуса в эродированных почвах по сравнению с неэродированными служит диагностическим показателем для отнесения к той или иной степени смытости.

При уменьшении содержания гумуса почву относят:

1. к слабосмытой на 10-20%,
2. к среднесмытой на 20-50%,
3. к сильносмытой более чем на 50%.

Эту классификацию можно использовать при определении минимальных доз внесения навоза и азотных минеральных удобрений в почву разной степени эродированности.

По сравнению с нормами, применяемыми на несмытых почвах, их увеличивают:

1. на слабосмытых почвах - не менее чем на 20%,
2. на среднесмытых почвах - на 30-50%
3. на сильносмытых почвах более чем на 50%.

Поскольку на склоновых землях периодически формируется сток талых и ливневых вод, который сопровождается значительным смывом почвы, внесение удобрений обусловлено их потерями. Особенно большие потери удобрений происходят при нарушении сроков и способов их внесения.

Наиболее целесообразная глубина заделки основного минерального удобрения под яровые зерновые - 10 см, под пропашные и покровные культуры - 18-20 см. При такой заделке удобрений снижаются потери минерального азота на 35-40, подвижного фосфора - на 39-44 и

обменного калия - на 26-39%.

Под озимые культуры фосфорно-калийные удобрения вносят полной нормой под основную обработку почвы. Если непаровой предшественник, то фосфорные, калийные и 1/3 азотных от нормы вносят под предпосевную культивацию, а остальную дозу азотных удобрений вносят в подкормку весной дробными дозами, причем первую из них - после прекращения стока талых вод, а последующие - на основе почвенно-листовой диагностики.

На неокультуренных сильноосмытых почвах для усиления развития с осени вегетативной массы и корневой системы вносят в рядки полное комплексное минеральное удобрение.

Под яровые зерновые культуры при вспашке поперек склона основное фосфорно-калийное удобрение вносят с осени, а при минимальной обработке почвы полную дозу минеральных удобрений вносят только весной под предпосевную культивацию. При посеве в рядки используют гранулированный суперфосфат, а на сильноосмытых почвах - полное минеральное удобрение.

Для восстановления плодородия смытых почв в качестве сидерата эффективен многолетний люпин. Он подсеивается под озимые и яровые культуры. На полях с многолетним люпином накапливается больше снега, почва меньше промерзает, раньше оттаивает. При этом смыв почвы значительно уменьшается.

Наряду с этим кормовой люпин играет важную роль в улучшении пищевого режима почв. При урожае 42-46 т/га зеленой массы в почве остается 8,0-8,5 т/га сухих корней, в которых содержится около 150 кг азота. Использование биологического азота бобовых культур позволяет уменьшить дозы азотных удобрений.

В связи со значительной долей в структуре посевных площадей многолетних трав разного периода использования (2-5 лет), которые выносят значительное количество кальция и магния, важным средством повышения их продуктивности является известкование.

Оптимальными дозами извести для стабилизации кислотно-поглощительных свойств почвы является внесение 8-10 т на 1 га.

Основными показателями для расчета внесения известковых материалов являются величина гидролитической кислотности и степень насыщенности почвы основаниями.

Для расчета доз внесения (т/га) величину гидролитической кислотности в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы умножают на коэффициент 1,5.

Известкование должно быть тесно увязано с системой удобрений, в частности, с возможностью использования в качестве фосфорных удобрений фосфоритной муки. Лучшим способом заделки известковых удобрений является их запашка с предварительным лушением стерни или дискованием почвы.

Сроки известкования совпадают со сроками внесения органических и минеральных удобрений, поэтому эти две операции необходимо выполнять последовательно, что ускоряет растворение карбоната кальция (CaCO_3).

Калийные удобрения можно сочетать с известковыми без всяких ограничений. При прямом контакте известковых удобрений с азотными и суперфосфатом возможны потери азота и связывание фосфора в труднорастворимые соединения. Чтобы избежать этого, их необходимо вносить отдельно: известковые удобрения перед лушением поля, а минеральные и органические - перед вспашкой.

Подкисление почв иногда бывает связано с внесением физиологически кислых минеральных удобрений. Для нейтрализации физиологически кислых минеральных удобрений рекомендуется вносить дополнительно известковые материалы (CaCO_3): на 1 т безводного аммиака - 1,2 т, аммиачной селитры - 0,7 т, мочевины - 0,8 т, хлористого калия и калийной соли - 0,4 т.

Периодическое применение на кислых почвах склонов известковых материалов позволяет поддерживать положительный баланс кальция, а при внесении в качестве мелиоранта доломитовой муки - и магния

Контрольные вопросы

1. Особенности подготовительных работ в районах водной эрозии?
2. Назовите основные особенности проектирования АЛСЗ на эрозионно-опасных землях
3. Перечислите категории эрозионности земель
4. Какие сельскохозяйственные культуры устойчивы к снижению плодородия почв в результате эрозионных процессов, а какие нет?

Глава 20. ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Лесные насаждения являются составной частью почвозащитного комплекса. На склоновых землях они способствуют накоплению и более равномерному распределению снега.

Усиливая водопоглощающие свойства почвы, они предотвращают поверхностный сток и смыв, положительно влияют на изменение микроклимата и урожайность культур.

К противоэрозионным лесным насаждениям относят:

- стокорегулирующие,
- прибалочные,
- приовражные,
- пастбищные,
- лесные насаждения по защите садов и виноградников.

Кроме того, водоохранные лесные насаждения проектируют по берегам водоемов, при закреплении подвижных песков, откосов, оврагов, балок и плотин.

Стокорегулирующие полосы создают на притеррасных и приводораздельных склонах крутизной более 3°. Основное их назначение: задержание поверхностного стока талых вод и ливневых осадков и перевод его во внутрипочвенный.

Механизм действия стокорегулирующих лесных полос основан на повышенной (по сравнению с пашней) впитывающей способности почв в лесной полосе.

Наличие лесной подстилки и менее уплотненной под ней почвы повышает ее водопроницаемость и поглощение воды. Кроме того, лесная подстилка предохраняет почву от глубокого промерзания и заиливания, что способствует лучшему поглощению осадков.

Стокорегулирующие лесные полосы ажурной конструкции проектируют 4-6-рядными по горизонталям местности выше зон размыва почвы.

Ширина полос составляет 12-15 метров, междурядий - 2,5-3 м. Расстояние между полосами на склонах крутизной 2-3° составляет 350-400 м; на склонах 3,1-5° - 200-300 м; 5,1-8° - 100-150 метров.

Внутри лесополос устраивают водозадерживающие валы, канавы, траншеи глубиной 0,7-0,9 м, что усиливает их задерживающую

и поглощающую способность.

Состав древесных пород подбирают с учетом зональных условий, а в междурядьях и рядах высаживают кустарниковые породы.

Приовражные и прибалочные лесные полосы размещают вдоль оврагов и балок перпендикулярно линиям стока. Они выполняют те же функции, что и водорегулирующие, но, кроме того, способствуют увлажнению и затенению откосов оврагов, создавая тем самым условия для закрепления на них естественной растительности.

Приовражные лесные полосы сажают шириной 12-15 м с учетом ожидаемого осыпания откосов ($30-35^\circ$) на 3-5 м от бровки оврага в сочетании с простейшими оврагоукрепительными сооружениями.

Если присетевая зона сильно изрезана промоинами (до 3 м), овраги засыпают с выколаживанием откосов, после чего закладывают прибалочную лесную полосу и проводят залужение присетевых земель.

При создании лесополос следует применять насаждения, смешанные из главных, сопутствующих и кустарниковых пород. Кустарники размещают по опушкам и в середине полосы. В крайнем ряду высаживают корнеотпрысковые породы. Ширина полосы составляет 12-21 м, междурядья - 2,5-3 м, в ряду - 0,75- 1,5 м. Овраги и балки непригодные для выпаса скота занимают сплошными или куртинными лесными насаждениями.

При сплошном облесении откосов оврагов и берегов балок приовражные и прибалочные лесные полосы не проектируются. Недопустимо полное исключение кустарников из приовражно- прибалочных полос.

Насаждения по днищам и откосам оврагов и балок предназначены для ослабления процесса размыва донной части и освоения эродированных площадей, а также задержания твердого стока.

После закрепления растущих вершин оврагов валами и другими гидротехническими сооружениями, а также после закрепления русла, если в вершине установлен лоток, овраги засаживают древесными и кустарниковыми породами.

По днищам оврагов, устья которых выходят на сельскохозяйственные угодья, водоемы и реки, для защиты их от овражных выносов создают илофильтры, преимущественно из кустарников.

Наибольшее количество стекающих поверхностных вод поступает в овраги и балки через их вершины. Чтобы прекратить рост оврагов и предупредить размыв балок, в нижней части водоподводящих

ложбин создают вершинные насаждения. Их закладывают на ширину водоподводящей ложбины по длине ее оси не менее 50 м.

В районах с эродированными почвами большие площади занимают крутые, не распаханые в настоящее время склоны и берега гидрографической сети, а иногда и водораздельные бугры, которые в результате эрозии вышли из хозяйственного оборота.

Для прекращения эрозии и восстановления плодородия таких земель устраивают густую сеть увлажнительных лесных полос в сочетании с посевом многолетних трав.

В предгорных и горных районах сильноэродированные земельные участки, непригодные для сельскохозяйственного использования, особенно на нижних присетевых частях склонов и по берегам гидрографической сети, используют для лесонасаждений.

Сплошное облесение дна проводится в том случае, если сток незначителен, если он большой, то центральная часть дна (русло), остается свободной от насаждения для прохода талых и ливневых вод. Эту часть засевают травами или засаживают кустарниковыми ивами.

Облесение проводится также полосами шириной 10-12 м, размещенными перпендикулярно стоку. Чередуются они с не облесенными участками такой же или меньшей ширины.

По водоподводящим ложбинам сажают густые кустарниковые насаждения, которые предохраняют почву от размыва и задерживают мелкозем. Создаются они из высаживаемых рядами перпендикулярно оси ложбины. Расстояние между рядами составляет 1- 1,5 м, в рядах между растениями - 0,25 - 0,5 м. В верхней части склона и по его бровке высаживают рядами древесные породы.

Лесные насаждения по берегам рек, прудов и водоемов устраивают для защиты их от заиливания, испарения влаги и закрепления берегов. По берегам рек выращивают сплошные, куртинные и полосные насаждения, которые в зависимости от характера и степени разрушения берегов сочетаются с простейшими гидротехническими сооружениями.

Пастбищные лесные насаждения устраивают в районах развитого животноводства в сенокосопастбищных севооборотах, в местах прогона скота и вблизи животноводческих комплексов. Их располагают поперек господствующих ветров на равнинных пастбищах, поперек склона на простых склоновых землях и по горизонталям на сложных.

На склоновых землях применяют простейшие противоэрозионные гидротехнические сооружения:

- валы- террасы,
- водозадерживающие валы и каналы,
- распылители стока,
- простейшие вершинные и донные сооружения,
- плетневые и фашинные запруды,
- ступенчатые перепады и быстротоки,
- водосборы.

Валы-террасы на пахотных землях позволяют регулировать сток талых вод и ливневых осадков и избегать ежегодного проведения работ по созданию дополнительного нанорельефа с помощью приемов механической противоэрозионной обработки почвы.

Валы-террасы устраивают горизонтальными и наклонными. Горизонтальные служат для максимального задержания стока в зонах недостаточного увлажнения; наклонные - для частичного задержания стока с безопасным сбросом избыточной воды в овраги, балки и гидрографическую сеть через залуженные водотоки.

При проектировании всех типов валов-террас предпочтение отдают их параллельному размещению с максимальным приближением к горизонталям местности.

Сооружают валы- террасы напашным способом, используя плуги с удлиненными отвалами. На них возделывают в основном зерновые, зернобобовые культуры сплошного сева, многолетние и однолетние травы, а также кукурузу на силос и зеленый корм.

Распылители стока устраивают для предупреждения и образования новых размывов при стоке талых вод по колеям дорог, развальным бороздам на пашне, вдоль бровок балок, по ложбинам и оврагам.

Располагают их через 20-30 м под углом 45° к направлению водотока, чтобы отвести воду вышележащего участка на соседний задернованный. Работы проводят навесным плугом с последним удлиненным отвалом.

Водоотводные валы - каналы применяют для отвода стекающей воды от вершины береговых размывов на соседние залуженные участки. Высота валов составляет 0,4-0,7 метра, длина определяется объемом поступающей воды с вершины оврага. Валы-каналы устраивают с уклоном $2-3^\circ$ по отношению направления стока.

Фашинные, каменные и земляные запруды применяют для закрепления вершин и дна небольших береговых и донных оврагов. Они

предохраняют дно оврагов от размыва и предупреждают овражные наносы, укрепляют откосы и устраняют их подмыв.

Стекающие с водосбора талые воды задерживаются земляными валами, которые располагают поперек стока. Этим обеспечивается влагозарядка, что способствует повышению урожайности культур на склоновых землях в 1,5-2 раза.

Быстротоки, перепады и другие гидротехнические сооружения устраивают в тех случаях, когда земляные валы не обеспечивают задержание сброса талых вод и ливневых осадков при наличии больших уклонов полей и площадей водосборов.

Эффективным средством борьбы с водной эрозией является создание прудов и водоемов. Они задерживают и накапливают достаточное количество воды, уменьшают интенсивность и величину весенних паводков, что способствует снижению интенсивности эрозионных процессов.

Контрольные вопросы

1. Как разделяются культуры по их почвозащитной способности?
2. Каковы особенности обработки почв на эрозионных землях?
3. Как рассчитывается доза азотных удобрений на эрозионных землях?
4. Как размещают водорегулирующие лесополосы?
5. Какие функции выполняют прибалочные лесополосы?
6. В каких случаях проектируют гидротехнические противоэрозионные сооружения?
7. Каким образом рассчитывают обоснованность тех или иных противоэрозионных мероприятий?

Глава 21. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ДЕФЛЯЦИИ

Под дефляцией (ветровой эрозией) почвы понимают разрушение, интенсивное перемещение и отложение почвенных частиц за счет воздействия ветра определенной скорости.

Для всех регионов, подверженных дефляции, характерны сильные ветры, засушливый гидротермический режим, распространение лессовых и песчаных отложений, на которых формируются малосвязные, легко подвергающиеся деградации почвы, малая лесистость территории, слаборазвитый или отсутствующий в определенные периоды

травянистый покров.

Ветровая эрозия появляется в виде локальной дефляции почвы и пыльных бурь охватывающих значительную часть территории Российской Федерации. По общему проявлению дефляции территория страны, разделенная на Федеральные округа, имеет различные площади деградированных в различной степени земель.

Дефляция почвы ежегодно наносит большой вред сельскому хозяйству. Переносимая масса песчинок и мелких комочков почвы не только вызывает засекание растений и выдувание сельскохозяйственных культур, но и значительно изменяет рельеф, генетическое строение почвенного покрова, вызывая глубокие изменения в гранулометрическом и химическом составе почвы.

Вместе с ценными почвенными агрегатами, уносимыми ветром, уменьшается содержание гумуса, теряется значительная часть питательных веществ, уменьшается мощность пахотного слоя почвы, что приводит к значительным потерям урожая возделываемых культур.

В зависимости от требований возделываемых культур к плодородию почвы и мощности пахотного слоя выделяют:

- высокотребовательные к условиям произрастания: сахарная свекла, овощные и бахчевые культуры, картофель, озимая и яровая пшеницы, просо, кукуруза, которые снижают урожайность на слабодефлированных землях на 15-20%, средне - и сильнодефлированных - на 25-30 и 45-50% соответственно;
- среднетребовательные: ячмень, гречиха, сорго, зернобобовые, однолетние травы - снижают урожайность на 10-15, 20-25 и 30-40% соответственно;
- малотребовательные: овес, озимая рожь и тритикале, многолетние травы - снижают урожайность на 2-5; 5-10 и 15-25% соответственно.

Основными причинами возникновения ветровой эрозии является: уничтожение естественного растительного покрова за счет неумеренной распашки земель на больших площадях, выжигание его или чрезмерный выпас скота, отсутствие защиты полей различными приемами в течение длительного времени.

Дефляция почв имеет ряд особенностей, возникающих в результате участия и влияния прямо или косвенно различных действующих факторов:

- направленного движения воздушных потоков, их скорости, повторяемости, температуры и влажности;

- свойств почвы и её состава (гранулометрического, агрегатного, структурного и химического);
- состояния поверхности почвы, степени и устойчивости её шероховатости, особенностей устройства рельефа, расположения участка по отношению к господствующим ветрам, вызывающим выдувание, его величины и формы, задернованности и облесенности окружающей территории.

Пахотные почвы со временем теряют свою естественную противозрозионную устойчивость за счет снижения механической прочности комков, распада макроагрегатов на микрокомочки и микроагрегаты, которые легко подхватываются и выносятся из почвы ветром.

Наиболее сильной дефляции подвергаются почвы легкого гранулометрического состава, чему способствует разрушение почвенных агрегатов за счет попеременного их увлажнения и высыхания, чередования процессов промерзания и оттаивания почвы. Влажную и комковатую почву дефляция разрушает меньше.

Косвенное влияние на развитие дефляции оказывают температура и влажность воздуха. Высокая температура и низкая влажность способствуют интенсивному испарению влаги из поверхности почвы, что усиливает разрушительное влияние ветра. Установлено, что выдувание начинается при влажности поверхностного слоя 0-5 см менее 12%.

Для предотвращения дефляционных процессов решающее значение имеет снижение скорости ветра, увеличение доли почвенных агрегатов размером, предотвращающих скачкообразное перемещение частиц, их перехват за счет сохранения на поверхности почвы растительных остатков, поддержания верхнего слоя почвы во влажном состоянии. Это обеспечивается применением плоскорезной обработки почвы с мульчированием ее стерней и другими растительными остатками.

Диагностика почв по степени проявления дефляции проводится по потере гумусового горизонта:

1. слабодефлированные - уменьшение гумусового слоя до 20% от исходного;
2. среднедефлированные - уменьшение гумусового слоя на 21-40% от исходного;
3. сильнодефлированные - уменьшение гумусового слоя на 41- 60% от исходного.

Основными условиями проявления дефляционных процессов

является отсутствие на поверхности почвы растительности, высокое содержание в поверхностном слое 0-5 см эрозионно опасных почвенных частиц и высокая скорость ветра, как главного агента.

Эрозия, возникающая в результате взаимодействия ветрового потока с подстилающей поверхностью, проявляется в виде непрерывного процесса подъема и выпадения почвенных частиц.

Скорость ветра у земной поверхности определяется неровностями почвы (шероховатостью) и неоднородностью почвенного покрова. На ветровую эрозию, возникающую в результате взаимодействия воздушного потока с подстилающей поверхностью, существенное влияние оказывает невыравненность поля, которая формируется в результате обработки, наличия вегетирующей растительности и растительных остатков.

С возрастанием скорости ветра очень быстро увеличивается и сила турбулентного трения, причем возрастание идет тем быстрее, чем больше шероховатость поверхности. Следовательно, повышение шероховатости увеличивает силу, с которой ветер действует на поверхность почвы.

В борьбе с ветровой эрозией радикальны те меры, которые снижают скорость ветра до его соприкосновения с эродируемой поверхностью.

Дефляция почв проявляется круглый год. Зимняя наиболее интенсивна в малоснежные зимы, когда подстилающая поверхность не защищена снежным покровом.

Темная поверхность почвы в результате морозного выветривания, как и в летний период, оказывается не подготовленной к предотвращению дефляции, так как верхний почвенный слой иссушается, становится рыхлым до глубины 5 см и более, а почвенные агрегаты разрушаются до эрозионно опасных фракций.

Скорость ветра, при которой начинается движение эрозионно опасных частиц почвы, называется порогом скорости, или критической скоростью.

Под критической понимается скорость ветра на высоте 10 см от поверхности почвы, при которой начинается, отрыв частиц от поверхности, подъем и перенос их в воздушном потоке с последующим отложением в виде эолового наноса.

Скорость ветра, при которой начинается дефляция, различна для почв с разным состоянием их поверхности.

Наименьшая критическая скорость ветра (3,5-4,4 м/с) отмечается

у карбонатных суглинистых почв, наибольшая - у хорошо оструктуренного среднеглинистого чернозёма. Средняя критическая скорость ветра наблюдается у среднестолбчатого и коркового солонцов (5,0-4,6 м/с).

Критическая скорость ветра является объективной характеристикой начала переноса почвенных частиц или степени податливости почв ветровой эрозии при проектировании почвозащитных мероприятий. В зависимости от этой величины будет меняться ширина обрабатываемых и защитных полос при полосном земледелии, расстояние между защитными кулисами, лесными полосами и др.

Дефлируемость почв зависит, в первую очередь, от комковатости поверхности слоя 0-5 см, т.е. от наличия ветроустойчивых агрегатов размером более 1 мм, выраженного в процентах от массы воздушно-сухой почвы. Любые почвы теряют ветроустойчивость при содержании более 50% агрегатов размером менее 1 мм.

Показатель устойчивости почв независимо от их генетической принадлежности и гранулометрического состава может быть выражен комковатостью верхнего слоя (0-5 см) через порог устойчивости (50%) или эродированность в граммах мелкозема, переносимого за 5 минут.

Допустимый и крайне допустимый пределы позволяют судить о степени устойчивости:

- при 60% комковатости и выше почва устойчива без дополнительных приемов защиты;
- при комковатости от 60 до 50% она находится в слабоустойчивом состоянии и для надежной защиты от ветра нуждается в усилении ветроустойчивости;
- при эродированности выше крайнего предела или при комковатости ниже 50% территория нуждается в усиленных мерах защиты.

Комковатость целинных земель в среднем составляет 66%, хотя она и колеблется по годам.

Одна треть ее структурного состояния представлена эрозионно опасной фракцией, до допустимого предела устойчивости интервал небольшой (6%), до крайнего допустимого предела или порога устойчивости - 16%. При освоении целины поле дважды обрабатывают дисковыми орудиями, а в год парования поддерживают в чистом виде от сорняков за счет периодической культивации на разную глубину.

Улучшение состояния почвы после года парования проявляется только в снижении содержания фракций менее 0,25 мм. На шестой год

после распашки целины и возделывания различных сельскохозяйственных культур комковатость почвы снижается до 46% и не улучшается во все последующие годы.

Восстановление комковатости почвы происходит только под посевами многолетних трав и особенно медленно в слое 0-5 см. Под посевами эспарцето-житняковой травосмеси второго года жизни почва находится в неустойчивом -к ветру состоянии, под травосмесью третьего года жизни она достигает порога устойчивости за счет увеличения комковатости до 50%.

Под житняком пятого года жизни состояние поверхностного слоя почвы превосходит порог устойчивости при комковатости в 54%, но все равно не достигает комковатости целины (66%).

Комковатость почв в значительной мере определяется их гранулометрическим составом. Легкие почвы начинают разрушаться на второй - третий год после распашки целины, тяжелые черноземные и каштановые подвергаются дефляции на 5-11 годы после распашки.

Комковатость поверхностного слоя почв характеризуется количеством частиц с диаметром более 1 мм. Крайне допустимым порогом устойчивости почв к развеиванию принято считать содержание комков более 1 мм в поверхностном слое на уровне 50 %, допустимым порогом - 60 % и более.

Порог устойчивости карбонатных южных чернозёмов находится при комковатости слоя 0-5 см в 50-55 %, при 60 % комковатости эрозия не возникает совсем. Между количеством перекатывающихся по поверхности почвы частиц, их отрывом и переносом в воздушном потоке имеется прямая взаимосвязь, а между перекатыванием и комковатостью существует обратная зависимость: чем выше комковатость верхнего слоя почвы, тем меньше частиц перекатывается по поверхности, а, следовательно, тем меньше их отрывается и переносится ветром, то есть ниже эродируемость почвы

Наиболее подвержены дефляции старопахотные почвы легкого гранулометрического состава независимо от их типа. Песчаные и супесчаные почвы развеваются при меньших скоростях ветра, т.е. обладают меньшей критической скоростью.

Дефляция почвы начинает проявляться при следующих скоростях (м/с) ветра на высоте 15 см в зависимости от гранулометрического состава: супесчаная - 3-4 м/с, легкосуглинистая - 4-5, тяжелосуглинистая - 5-7 и глинистая- 7-9 м/с.

Ветроустойчивость почвы в большой степени зависит и от

структурного состояния верхней части пахотного слоя.

Наиболее подвижны частицы с диаметром 0,05-0,5 мм. Их перенос начинается при скорости ветра 3,5 м/с на высоте 15 см от поверхности почвы.

Размер изолированной почвенной частицы, передвигаемой ветром, варьирует как квадрат скорости ветра. Частицы диаметром 1 мм и крупнее начинают перемещаться при значительно более высоких скоростях ветра (7-12 м/с), чем более мелкие. От их содержания в почве зависит ветроустойчивость последних. Частицы размером менее 1 мм называются эрозийными, более 1 мм - ветроустойчивыми.

Установлены три градации, характеризующие дефлированность почвы.

Допустимый предел эродированности составляет 50 г за 5 мин., что соответствует примерно 60 % -ной комковатости слоя 0-5 см. > то означает, что почвы с показателем эродированности 50 г за 5 мин и ниже, или с комковатостью слоя 0-5 см 60 % и выше, находятся в высокоустойчивом состоянии.

Крайний допустимый предел наступает при эродированности около 120 г за 5 мин., или при 50 % -ной комковатости.

Между допустимым и крайне допустимым пределами почва находится в умеренно ветроустойчивом состоянии, она не будет подвергаться дефляции при скорости ветра на флюгере ниже 22-23 м/с. При показателях эродированности свыше 120 г за 5 мин., что соответствует комковатости ниже 50 %, почва находится в неустойчивом к ветру состоянии и может подвергаться эрозии при скорости ветра на флюгере ниже 22 м/с.

Механическая прочность агрегатов определяется гранулометрическим составом почвы, в т.ч. на 80% соотношением физической глины и ила и на 90% зависит от соотношения ила и песка. Содержание ила и физической глины определяют механическую прочность комков, средняя и крупная пыль инертны, а песок снижает связность почвы.

Устойчивость почв к дефляции определяется и наличием живых растений или их мертвых пожнивно-корневых остатков и соломы на поверхности поля.

Надежной защитой почв различного гранулометрического состава являются пожнивные остатки, в первую очередь, стерня зерновых и зернобобовых культур.

Стерня и соломенная мульча снижают скорость ветра в призем-

ном слое воздуха и тем самым препятствуют возникновению дефляционных процессов. Лежащие на поверхности поля стерня и измельченная солома тормозят перекатывание эрозионных частиц и комочков ветром, препятствуют их отрыву, а, следовательно, и возникновению дефляции.

Растительные остатки весьма неоднородны по своей почвозащитной эффективности и их весовые коэффициенты для культур составляют: ячмень - 0,9; пшеница - 1,0; овес - 1,3; просо - 1,4; гречиха - 1,6; подсолнечник - 2,3; кукуруза на зерно - 2,7.

При прогнозировании дефляции учитывают гранулометрический состав, структурное состояние, связность почвы, содержание гумуса и состав обменных катионов.

Обменный кальций оказывает влияние на связность почвы только при снижении его содержания до 50-40 % и ниже от суммы поглощенных оснований, а поглощенный натрий - при увеличении содержания до 7 % и более.

Карбонатность почв также снижает устойчивость к эрозии. Существенное снижение связности проявляется при содержании карбонатов кальция более 4 %, при этом каждый процент содержания карбонатов выше этого предела приводит к снижению связности в среднем на 5 %.

Связность почвы в пределах разновидностей по механическому составу колеблется довольно в широких пределах. В группу со связностью 50-40 %, например, попали почвы от глинистого до среднесуглинистого гранулометрического состава. Таким образом, в основу группировки почв по потенциальной опасности к возникновению дефляции следует положить механическую прочность (связность) почвенного комка, а не разновидность по гранулометрическому составу.

Группировка почв по степени устойчивости их против дефляции в пять групп:

1 группа - неподатливые дефляции: луговые, болотные, аллювиально-луговые тяжелого гранулометрического состава и лугово-болотные почвы, солонцы луговые, лугово-степные, солончаки (за исключением пухлых), выходы плотных коренных пород и слабо развитые щебнисто-каменистые на коренные породы.

2 группа - слабоподатливые дефляции: чернозёмы южные, каштановые и темно-каштановые почвы глинистые, тяжело - среднесуглинистые, защебненные и неполно развитые на мелу и известняках.

3 - среднеподатливые дефляции: черноземы южные, каштановые и темно-каштановые легкосуглинистого механического состава, карбонатные черноземы, каштановые и темно-каштановые почвы тяжелого механического состава, светло-каштановые, бурые и серо-бурые почвы глинистые, тяжело- и среднесуглинистые, меловые, пухлые солончаки, аллювиально-луговые супесчаные и песчаные.

4 - сильноподатливые дефляции: супесчаные разновидности черноземов южных, каштановых и темно-каштановых почв, черноземы южные, песчаные, светло-каштановые, бурые и серо-бурые карбонатные тяжелого механического состава и некарбонатные легкосуглинистые.

5 - очень сильноподатливые дефляции: супесчаные и песчаные светло-каштановые, бурые и серо-бурые почвы, песчаные каштановые и темно-каштановые, слабозакрепленные, бугристые, барханские пески.

Важная роль в оценке устойчивости почв к дефляции принадлежит структурному состоянию почвы. С точки зрения создания благоприятных физических свойств почвы для условий плодородия важное значение имеют агрегаты от 10 до 0,25 мм, а с точки зрения ветроустойчивости - лишь агрегаты крупнее 1 мм.

Наибольшей устойчивостью в течение летнего сезона обладают агрегаты от 10 до 1 мм. Поэтому все агрегаты группируются по размеру фракций: выше 10 мм (резерв для распыления старопахотных почв. и 10-1 мм (наиболее устойчивые в сезонной динамике). Данные группы суммарно являются показателем ветроустойчивости почв. Третья группа - агрегаты размером меньше 1 мм составляют основную группу распыления.

Кроме этого, учитываются фракции менее 0,5 мм и менее 0,25 мм, рассчитанные отдельно на всю навеску почвы, а не в составе эрозионно опасных фракций.

Контрольные вопросы

1. Дефляция почв, ее подтипы.
2. Факторы дефляции почв.
3. Противодефляционная стойкость (ПДС) почв, диагностические показатели дефлированных почв
4. Как определяют степень дефлированности или смывности почв?
5. От каких факторов зависит дефляционная устойчивость почв?

Глава 22. ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ СЕВООБОРОТЫ И ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В РАЙОНАХ ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕФЛЯЦИИ

Предупреждение выдувания почвы в определенной мере достигается организационно - хозяйственными мероприятиями, предусматриваемыми: рациональную структуру посевных площадей, правильную специализацию хозяйства, внутривладельческое землеустройство с противоэрозионной организацией территории, полосное размещение культур, позволяющих улучшить использование земли и повысить плодородие почвы.

Организационно - хозяйственные мероприятия существенно влияют на эффективность агротехнических, а также агролесомелиоративных приемов и методов защиты почв от эрозии.

Различные сельскохозяйственные культуры обладают неодинаковой способностью защищать почву от выдувания. Наиболее высокой способностью характеризуются многолетние травы, хорошо расквашившиеся озимые и зимующие культуры, значительно ниже она у ранних зерновых и самая низкая у пропашных, что необходимо учитывать при определении структуры посевных площадей.

При разработке и применении противоэрозионных приемов учитывается категория земель по степени подверженности дефляции.

Наиболее часто используется их классификация с 5-бальной шкалой оценки:

- - первая категория - не подверженные дефляции;
- вторая категория - слабо подверженные;
- третья категория - средне подверженные;
- четвертая категория - сильно подверженные;
- пятая категория - очень сильно подверженные.

На землях первой, второй и третьей категории целесообразно вводить обычные полевые севообороты, в которых на долю зяблевой вспашки приходится 45-55% площади севооборота.

На землях четвертой - пятой категории вводятся почвозащитные севообороты укороченной ротации с увеличением доли многолетних трав, озимых и зимующих культур с площадью вспаханных с осени полей не более 40 процентов.

Почвозащитный севооборот - это специальный севооборот, со-

став культур и паров, размещение и агротехника которого способствует защите почв от дефляции.

Введение и освоение таких севооборотов находится в прямой зависимости от почвенно-климатических условий природных зон, степени проявления дефляционных процессов и специализации товаропроизводителей.

По каждой группе и подгруппе в зависимости от состояния поверхности почвы далее представляется характеристика почвозащитных мероприятий в зависимости от состояния поверхности почвы и рекомендуемых способов борьбы с ветровой эрозией в дополнение к почвозащитной обработке:

I. А: признаков проявления дефляции нет или имеются разрозненные пятна наносов высотой до 10 см, наблюдается слабое сглаживание нанорельефа и очаговое осветление поверхности почвы.

Рекомендуемые мероприятия: пар и пропашные культуры полосами 120-150 м в зависимости от рельефа.

I. Б: поверхность почвы светлая, нанорельеф сглажен почти полностью, на поверхности эоловая рябь, косы навевания. У препятствий бугорки наносов высотой 20 см.

Рекомендуемые мероприятия: при использовании таких массивов под пар или пропашные культуры ширина полос (в первые 2 года после проявления эрозии) не должна превышать 100 м, в последующие годы - 120-150 м.

I. В: поверхность почвы светлая, по всей поверхности эоловая рябь, косы навевания, у препятствий бугорки наносов высотой более 20 см, обычно поверхность поля представляет собой частое чередование участков выноса мелкозема с участками его наносов.

Рекомендуемые мероприятия: в год проявления эрозии на данных массивах после выпадения осадков (достаточных для промачивания наносов) высевают однолетние культуры, в последующие 3 года такие массивы не используют под пар и пропашные культуры, в дальнейшем ширина полосы пара и пропашных культур не более 100 м.

II. А: признаков проявления дефляции нет или имеются разрозненные пятна наносов высотой до 10 см, наблюдается слабое сглаживание нано-рельефа и очаговое осветление поверхности почвы.

Рекомендуемые мероприятия: пар и пропашные культуры полосами шириной не более 100 м.

II. Б: поверхность почвы светлая, нанорельеф сглажен почти

полностью, на поверхности эоловая рябь, косы навевания. У препятствий бугорки наносов высотой 20 см.

Рекомендуемые мероприятия: при использовании данных массивов под пар или пропашные культуры ширина полос в первые 2 года после проявления эрозии не должна превышать 75 и в последующие годы -100 м.

II В: поверхность почвы светлая, по всей поверхности эоловая рябь, косы навевания, у препятствий бугорки наносов высотой более 20 см, обычно поверхность поля представляет собой частое чередование участков выноса мелкозема с участками его наносов

Рекомендуемые мероприятия: в год проявления эрозии на данных массивах после выпадения дождей, достаточных для промачивания наносов, сеют однолетние культуры, в последующие 3 года эти массивы не используют под пар и пропашные культуры, в дальнейшем ширина полос пара и пропашных культур не более 75 м.

III А: признаков проявления дефляции нет или имеются разрозненные пят-на наносов высотой до 10 см, наблюдается слабое сглаживание нано-рельефа и очаговое осветление поверхности почвы

Рекомендуемые мероприятия: пар и пропашные культуры полосами шириной не более 75 м.

III Б: поверхность почвы светлая, нанорельеф сглажен почти полностью, на поверхности эоловая рябь, косы навевания. У препятствий бугорки наносов высотой 20 см.

Рекомендуемые мероприятия: при использовании данных массивов под пар или пропашные культуры ширина полос в первые 2 года после проявления эрозии не должна превышать 50, а в последующие годы -75 м.

III В: поверхность почвы светлая, по всей поверхности эоловая рябь, косы навевания, у препятствий бугорки наносов высотой более 20 см, обычно поверхность поля представляет собой частое чередование участков выноса мелкозема с участками его наносов

Рекомендуемые мероприятия: в год проявления эрозии на данных массивах после выпадения дождей, достаточных для промачивания наносов, сеют однолетние культуры. В последующие 3 года эти массивы не используют под пар и пропашные, а в дальнейшем ширина полос пара и пропашных не более 50 м.

IV А: признаков проявления дефляции нет или имеются разрозненные пят-на наносов высотой до 10 см, наблюдается слабое сглаживание нано-рельефа и очаговое осветление поверхности почвы

Рекомендуемые мероприятия: пар и пропашные культуры полосами шириной не более 50 м.

IV Б: поверхность почвы светлая, нанорельеф сглажен почти полностью, на поверхности эоловая рябь, косы навевания. У препятствий бугорки наносов высотой 20 см.

Рекомендуемые мероприятия: в год проявления эрозии на данных массивах после выпадения дождей сеют однолетние культуры, в последующие 3 года эти массивы не используют под пар и пропашные культуры, в дальнейшем ширина полос пара и пропашных культур не более 50 м, на повышенных элементах рельефа и ветроударных склонах - почвозащитные севообороты с полосами многолетних трав шириной 50 м.

IV В: поверхность почвы светлая, по всей поверхности эоловая рябь, косы навевания, у препятствий бугорки наносов высотой более 20 см, обычно поверхность поля представляет собой частое чередование участков выноса мелкозема с участками его наносов

Рекомендуемые мероприятия: временное залужение части площади, где возможна обработка, отводят под почвозащитные севообороты с полосами многолетних трав шириной 50 м.

V А: признаков проявления дефляции нет или имеются разрозненные пят-на наносов высотой до 10 см, наблюдается слабое сглаживание нано-рельефа и очаговое осветление поверхности почвы

Рекомендуемые мероприятия: почвозащитные севообороты в полосах из многолетних трав. Ширина полос составляет 50 м, в понижениях рельефа - 75 м.

V Б: поверхность почвы светлая, нанорельеф сглажен почти полностью, на поверхности эоловая рябь, косы навевания. У препятствий бугорки наносов высотой 20 см.

Рекомендуемые мероприятия: почвозащитные севообороты в полосах из многолетних трав, ширина полос не более 50 м, часть площади, где после проявления эрозии невозможно провести посев, отводят под временное залужение (особенно на ветроударных склонах и повышениях рельефа).

V В: поверхность почвы светлая, по всей поверхности эоловая рябь, косы навевания, у препятствий бугорки наносов высотой более 20 см, обычно поверхность поля представляет собой частое чередование участков выноса мелкозема с участками его наносов

Рекомендуемые мероприятия: временное залужение многолетними травами.

V Н: Включают в пашню.

Рекомендуемые мероприятия: залужение многолетними травами.

В засушливых условиях паровому полю в севообороте отводится важная роль гаранта получения высоких и стабильных урожаев.

На почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава обработка паровых полей в результате уничтожения мульчирующего покрова в процессе механических обработок, а также распыления верхнего слоя почвы и снижения комковатости не обеспечивает надежную их защиту от проявления пыльных бурь, особенно в весенний период. Комковатость почвы здесь обычно удерживается на уровне 34-45%, сохраняется небольшое количество пожнивных остатков.

Главное средство защиты земель от ветровой эрозии - создание хорошего растительного покрова из многолетних трав. Технология залужения массивов земель зависит от податливости их ветровой эрозии, характера растительного покрова, складывающихся погодных условий.

Залужение сильно подверженных ветровой эрозии земель, как правило, ведут узкими полосами (20-30 м). При этом в первые годы чередуют полосы с естественным растительным покровом с полосами посеянных многолетних трав.

В последующем полосы с естественным растительным покровом обрабатывают и засевают житняком. При этом обработку полос ведут весной (конец мая - начало июня), после их засевают зерновыми (ячмень, овес), а после уборки осенью в стерню высевают житняк без предварительной обработки почвы.

В отдельные годы при сильно засушливой весне получить всходы зерновых не представляется возможным, в таких случаях полосную обработку и посев зерновых лучше всего проводить летом накануне или во время обильного выпадения осадков. Посев многолетних трав проводят осенью прямо в растительный покров зерновых.

Стерня или растительный покров злаковых способствует зимнему накоплению снега, хорошему весеннему увлажнению и получению дружных всходов житняка весной следующего года. Такие кормовые угодья в первые 2-3 года используют только как сенокосы, а в последующем - как сенокосы и строго регулируемые пастбища.

После 5-6 - летнего использования кормовых угодий их продуктивность снижается, и возникает необходимость омоложения, восстановления старовозрастных трав.

Восстановление старовозрастных трав на песчаных землях, сильно подверженных ветровой эрозии, необходимо вести по специальной технологии с тем, чтобы избежать проявления пыльных бурь. Для этого массив со старовозрастными травами делят на 6 полей (рабочих участков).

В первый год одно поле (рабочий участок) поперек направления господствующих ветров разбивают на чередующиеся полосы шириной 30 и 10 м. Полосы шириной 30 м обрабатывают по типу пара культиваторами - плоскорезами, а на 10-метровых полосах сохраняют покров из старовозрастных трав. Эти буферные полосы служат защитой от ветровой эрозии почв на парах.

На второй год по паровым полосам весной сеют однолетние (зерновые) культуры. Буферные полосы (10 м) после укоса многолетних трав (в конце июня) обрабатывают по типу полупара. Растительный или стерневой покров к этому времени на паровых (30 м) полосах служит защитой от эрозии буферных полос.

Осенью после скашивания однолетних трав (зерновых) все поле засевают многолетними травами (житняком) без обработки стерневого фона. Поле от эрозии защищают стерня и растительные остатки на буферных полосах. На следующий год подобным образом осваивают второе поле.

Таким образом, сенокосно-пастбищный почвозащитный севооборот имеет следующий вид:

2/3 - пар (ширина полос 30) + 1/3 - многолетние травы (ширина полос 10 м); 2/3 - однолетние травы (зерновые) + 1/3 - многолетние травы (полупар); 3-6 - многолетние травы.

Введение таких севооборотов позволяет повысить продуктивность многолетних трав на малоплодородных землях и обеспечить их надежную защиту от ветровой эрозии.

Посев многолетних трав проводят по хорошему предшественнику (вторая культура после пара). Помимо этого, на 10 % площади можно разместить однолетние травы или зерновые.

При возделывании пропашных и овощных культур в качестве основной обработки почвы применяют вспашку отвальными плугами. На таких полях весной ежегодно существует реальная угроза ветровой эрозии почв.

Кукурузу как основную пропашную культуру в хозяйствах региона размещают в прифермских севооборотах при полосном чередовании с ячменем или овсом.

Кукуруза может возделываться беспрерывно на одном поле в течение 8-10 лет. В этом случае ее размещают полосно с посевами многолетних трав. Под эту культуру вносят навоз и суперфосфат.

Для борьбы с сорняками применяют гербициды. Такая технология возделывания кукурузы при полосном ее размещении с посевами многолетних трав позволяет получать высокие урожаи зеленой массы при надежной защите посевов от ветровой эрозии.

Площадь овощных севооборотов в хозяйствах, как правило, невелика. Полосное чередование посевов многолетних трав с полосами овощных культур, обсадка отдельных полей лесными полосами через 100-150 м могут обеспечить эффективную защиту от ветровой эрозии.

Наибольшая опасность ветровой эрозии наблюдается весной, когда особенно высока ветровая активность, а поверхность почвы лишена растительного покрова. В этот период почва интенсивно подвергается воздействию рабочих органов почвообрабатывающих орудий и посевных машин. Поэтому правильное выполнение предпосевных и посевных операций - основа защиты почв от ветровой эрозии.

В случае проявления ветровой эрозии на каком-либо участке или поле должны быть приняты своевременные меры для гашения такого очага пыльных бурь. Этого можно достичь путем сплошной обработки очага культиваторами - плоскорезами, начиная с наветренной стороны поля поперек направления эрозионного ветра.

На землях четвертой и пятой категорий и там, где нет возможности защитить зябь пожнивными остатками и соломой, практикуют полосное размещение культур.

Для этого в севообороте вводят сборные поля, а посеvy многолетних трав размещают в нескольких полях, где на их долю приходится от 30 до 50% площади.

При такой системе в одном поле полосы зяби чередуются с полосами многолетних трав или озимых культур, благодаря чему значительно ослабляется скорость воздушного потока, задерживается переносимый мелкозем и сильно уменьшается выдувание почвы.

Подбор культур в полосах зависит от почвенноклиматических условий региона и их состава в севообороте. В острозасушливых условиях юга России защитные полосы засевают житняком, обладающим высокой засухо- и зимостойкостью, долговечностью травостоя (5-7 лет), устойчивостью к гербицидам, применяемым на рядом расположенных посевах зерновых. В остальных районах Степной зоны для этих целей используют люцерну или злаково-бобовую травосмесь.

Полосное размещение культур - простой и эффективный почвозащитный прием, доступный любому хозяйству и не требующий специальной техники, а также каких-либо изменений в принятой технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Однако он требует предварительной подготовки полей, тщательного подбора и регулировки различных почвообрабатывающих, посевных и уборочных машин, широкого применения комбинированных агрегатов, совмещения ряда операций за один проход только в одном направлении.

Правильное выполнение этих мероприятий имеет высокий почвозащитный и агротехнический эффект, хотя и снижает производительность сельскохозяйственной техники на 3-5%.

В практике применяют несколько видов полосного размещения культур:

- полуполями, когда одно поле делят на две равновеликие по площади части и высевают на них обычно две культуры, из которых одна выполняет почвозащитные функции. Полуполя способствуют ослаблению ветровой эрозии, когда их ширина на открытых участках не превышает 100-150 м, а на защитных лесополосах - 200-250 метров. Они целесообразны в условиях ровного рельефа. Этот прием получил распространение в ряде хозяйств Кубани и Ростовской области;

- узкими полосами размещают озимые и многолетние травы или плоскорезную зябь сочетают с яровыми культурами. Узкополосное размещение культур применяют на полях с совместным проявлением водной и ветровой эрозии или с очень сильным проявлением дефляции.

Располагают полосы длинной стороной к направлению дефляционно-опасного ветра. Ширина узких полос неодинаковая и сужается по мере усиления эрозии.

На сильно - и среднеподверженных дефляции почвах с легким гранулометрическим составом ширина защитных (с посевами многолетних трав и защищаемых полос с отвальной зябью) составляет обычно 1:1, реже 1:2. Ширина полосы должна соответствовать кратности проходов сельскохозяйственной техники.

Пожнивные остатки, сохраняющиеся после проведения осенней плоскорезной обработки, являются надежной защитой против проявления ветровой эрозии полей, вышедших из-под зерновых культур и, в свою очередь, используемые под культуры сплошного сева.

Поля, отводимые под чистые пары, а также занятые пропашными культурами, на которых проводят регулярную культивацию для борьбы с сорной растительностью и пожнивные остатки не засыпаются

почвой, практически остаются открытыми в течение всего или значительной части теплого периода года.

Без применения специальных мер для защиты они регулярно подвергаются дефляции. Сахарная свекла с хрупкими слабыми всходами совершенно не выносит засекания мелкоземом и песчинками, проносимыми даже слабыми ветрами над гладкой поверхностью почвы. В районе сосредоточения посевов этой культуры несоблюдение почвозащитных мероприятий нередко приводит к её пересеву.

В качестве совершенно необходимого мероприятия дополнительно к почвозащитной обработке вводится на почвах тяжелого и среднего гранулометрического состава полосное размещение паров и пропашных культур между полосами посева зерновых культур.

Чередование культур на полях с использованием буферных полос может быть таким:

1-й год - кукуруза на зерно или силос на всем поле;

2-й год - озимые + подсев эспарцета (буферные полосы), озимые (широкие полосы);

3-й год - эспарцет (буферы), сахарная свекла (широкие полосы);

4-й год - озимая пшеница на всем поле.

Наряду с этим возможно полосное возделывание сахарной свеклы с поздно убираемыми культурами (кукуруза на зерно, подсолнечник).

При этом поле разбивают на широкие полосы (54 м) под сахарную свеклу, которые пахут на глубину 30-32 см и узкие (21 м) под другие пропашные, которые обрабатывают по типу плоскорезной зяби со стерней. К уходу в зиму поле состоит из чередующихся полос отвальной и плоскорезной зяби со стерней зерновых, которые хорошо защищают почву от дефляции.

Учитывая разную степень почвозащитной устойчивости возделываемых культур, а также неодинаковое их отношение к степени эродированности для разных почвенно-климатических зон страны разработаны и освоены почвозащитные севообороты.

Для условий Краснодарского края на ветроударных и ветрораздельных участках с сильной и очень сильной дефляцией применяют севообороты с полосным размещением культур:

1 многолетние травы + озимая пшеница;

2. - многолетние травы + кукуруза;

3. - многолетние травы + озимая пшеница;

- 4 озимая пшеница + многолетние травы;
5. - подсолнечник + многолетние травы;
- 6 - озимая пшеница на всем поле.

В Поволжье и Западной Сибири на сильноэродированных участках пашни вводят специальные почвозащитные севообороты со следующим чередованием культур:

1. - однолетние травы с подсевом многолетних трав (житняка);
- 2- 6. - многолетние травы.

На средне дефлированных землях вводятся 4-польные зернопаротравяные севообороты с полосным размещением культур:

1. - пар чистый + житняк 2 г.ж.;
2. - озимая пшеница + житняк 3 г.ж.;
3. - пшеница с подсевом житняка + житняк 4 г.ж.;
4. - житняк 1г.ж. + яровая пшеница.

На землях, подверженных слабой степени дефляции, вводят следующие севообороты:

пар чистый - яровая пшеница - яровые зерновые; пар чистый кулисный - яровая пшеница - яровая пшеница - овес+гречиха; пар чистый - яровая пшеница - яровая пшеница - овес - яровая пшеница - ячмень.

На почвах легкого гранулометрического состава применяются специальные почвозащитные севообороты с размещением всех однолетних культур и пара полосами в чередовании с многолетними травами в пространстве:

1. - пар;
2. - яровая пшеница;
3. - яровая пшеница;
- 4.-8. - травы 1-5 года;
9. - яровая пшеница;
10. - яровая пшеница или зернофуражные.

Посев трав проводят осенью по стерне яровой пшеницы, на втором поле после пара. В этом же поле распахивают полосы трав 5 года жизни после укоса на сено или проводят обработку плоскорезами.

В отдельных случаях почвозащитные севообороты могут иметь 4-польную ротацию однолетних культур, при этом удельный вес пара возрастает до 12,5%, однолетние культуры (зерновые) занимают 37,5% площади.

Главная задача полосного размещения культур и полосной обработки пара заключается в том, чтобы на пути потока сформировать

препятствия именно на расстояниях, на которых содержание мелкозёма в потоке воздуха не повышает допустимой величины переноса, что препятствует возникновению пыльных бурь.

Сущность полосной обработки пара состоит в том, что в зернопаровом севообороте через пар проходят одновременно 2 поля, которые разбивают на полосы поперек направления господствующих ветров, половину полос (четные) обрабатывают по типу пара в первый год, а вторую половину (нечетные) - на следующий год.

Ширина паровых полос зависит от гранулометрического состава почв: чем тяжелее гранулометрический состав и менее податливы почвы ветровой эрозии, тем шире паровые полосы.

Для определения ширины полос необходимо выяснить:

- гранулометрический состав почв;
- комковатость (содержание сухих фракций крупнее 1 мм) верхнего слоя почв в наиболее эрозионно-опасный период (чаще всего весной перед закрытием влаги или после) на ветронеустойчивых вариантах обработки почвы (пар, вспашка. (К%);
- ориентацию полос по отношению к направлению господствующего ветра, угол между перпендикуляром к направлению полос и направлением господствующего ветра (А, С).
- среднюю высоту стерни или травы на защищенных полосах (h, м);
- среднюю скорость ветра во время пыльных бурь на высоте флюгера, при которой полосное размещение культур или полосная обработка должны обеспечивать эффективную защиту от ветровой эрозии почв (V, м/с)/

Развитие эрозионных процессов после освоения целинных и залежных земель поставило вопрос о причинах возникновения дефляции, а, следовательно, и о мерах предотвращения усиливающегося развития дефляционных процессов.

В степных районах почва защищена культурными растениями и скреплена их корнями не более 3-4 месяцев в году, считая от полного кущения яровых хлебов до их уборки.

Проведение обработки почвы с использованием плуга приводит к полной заделке растительных остатков и поверхность почвы на обширных площадях в течение 8-9 месяцев остается обнажённой, подвергаясь резким воздействиям внешних факторов. Зимой снежная позёмка вовлекает в ветровой поток песчинки, микроагрегаты, которые затем откладываются в шлейфах снега.

Весной в период таяния снега, резкие колебания температуры дня и ночи ведут к многократному замерзанию и оттаиванию воды в почве, лед разрывает капилляры и крупные комочки распадаются на микроагрегаты. При этом талые воды уносят илистую часть почвы.

После схода снега (конец апреля) на почву действуют два фактора: сильные иссушающие ветры и распыленность верхнего слоя почвы, при котором он не способен противостоять выдуванию.

Возникновение пыльных бурь ранней весной вызывает интенсивное разрушение верхнего слоя почвы и переотложение мелкозёма в виде наносов, которые не заделываются предпосевной обработкой. Эти наносы служат очагами для последующего возникновения пыльных бурь, чем больше размеры массивов открытой почвы, ровнее её поверхность и выше скорость ветра, тем больше гибель всходов под воздействием скачкообразно передвигающихся комочков почвы.

Вспашка сама по себе не разрушает ветроустойчивые комочки, её неблагоприятное воздействие сводится к заделке пожнивных остатков и лишению почвы защиты от воздействий неблагоприятных внешних природных условий.

Процесс разрушения почвы на вспаханных полях ускоряется при применении для закрытия влаги зубовых борон, которые непосредственно разбивают ветроустойчивые комочки.

Особенно сильно разрушают комки диски луцильников, применяемые на обработке подсохшей почвы, где микроагрегаты приобретают сыпучесть и подвижность песка, если учитывать, что при отвальной обработке нельзя защитить почву от воздействия ветра только за счет комковатости верхнего слоя.

Необходимо в дополнение к комковатости самой почвы создавать мульчирующий слой из растительных остатков, сохраненный на поверхности полей после обработок и посева.

Комковатость и мульчирующий слой, как почвозащитные элементы, находятся в постоянном изменении в зависимости от свойств почвы, типа применяемых орудий и машин, характера и изменчивости погодных условий.

Связи с этим агротехнические требования, предъявляемые к орудиям и машинам по обработке почвы и посеву, предназначенные для районов, где проявляется дефляция, должны обеспечивать:

Сохранение комковатости верхнего слоя почвы, т.е. После прохода орудия или сеялки в верхнем слое 0-5 см не должно возрасти количество эрозионноопасных фракций почвы размером менее 1 мм в

диаметре;

Сохранение 60-70% стерни и мульчи после проходов орудий или машины на поверхности почвы, которая предохраняет ее от дефляции, влагу от испарения, а молодые растения от засекания песком или мелкоземом;

Совмещение операций, проводимых машинами за один проход, для сохранения комков почвы от разрушения;

Снижение затрат труда и средств на единицу получаемой продукции.

Соблюдение этих агротехнических требований потребовало создание машинам и орудиям, применяемым в районах проявления дефляции, рабочие органы орудий которых не должны воздействовать непосредственно на поверхность почвы или оборачивать подрезанный пласт. Они должны работать в основном под поверхностью почвы, оставляя неразрушенные почвозащитные комки и не заделанный мульчирующий слой пожнивных остатков.

Выполнение этих условий в районах подверженных проявлению дефляции достигается за счет отказа от использования плуга, как орудия основной обработки почвы и замены его безотвальными орудиями, что позволило по-иному взглянуть на вопрос о необходимости проведения основной обработки почвы, ее глубины и сплошного рыхления пахотного слоя.

За короткий период разработки теории почвозащитной обработки почвы производству был предложен необходимый комплекс орудий для возделывания сельскохозяйственных культур по новой технологии. Был разработан шлейф почвообрабатывающих орудий для конкретных типов почв, расположенных на различных агроландшафтах.

Для глубокого рыхления и культивации почвы сконструированы культиваторы - плоскорезы - глубокорыхлители. На первой операции он сохраняет не менее 75 % мульчи, на второй - не менее 90 %. Максимальная глубина рыхления - до 30 см, культивации - 16 см.

Вместо дисковых орудий для летнего ухода за парами и мелкой (от 8 до 14 см) осенней или весенней обработки почвы с сохранением 80-90 % мульчи разработана стрельчатая лапа или штанга культиватора с квадратным сечением.

При работе она вращается в сторону обратную вращению колес. Обработывая почву, культиватор - плоскорез подрезает сорняки, а при работе штанги происходит вырывание корней сорных трав и вынос их

на поверхность, при этом верхний слой почвы одновременно разрыхляется, но не оборачивается. Для таких же целей разработаны тяжелые противоэрозионные культиваторы, которые работают в более широком диапазоне влажности почвы.

Для весеннего закрытия влаги на стерневых фонах вместо зубковых борон и осеннего послеуборочного рыхления почвы, для заделки семян сорняков, лежащих на поверхности почвы (для более дружного их произрастания весной и уничтожения предпосевной обработкой), максимального сохранения мульчи и выравнивания поверхности поля, а также боронования озимых культур и многолетних трав применяется ротационные бороны.

При их работе сохраняется 80-90 % стерневых остатков, но при этом в почву заделывается от 60 до 80 % семян сорняков и падалицы культурных растений.

С целью сокращения проходов по полю и совмещения технологических операций разработаны орудия для внесения минеральных удобрений на заданную глубину и одновременного с обработкой почвы посева.

При посеве по стерневым фонам они должны:

- сохранять комковатость слоя почвы 0-5 см и после прохода оставлять не менее 40 % мульчи;
- производить одновременно четыре операции: предпосевную обработку почвы, посев, индивидуальное прикатывание посеянных рядков и внесение удобрений.

Этим требованиям соответствует сеялка зерновая стерневая и последующие её модификации. При ее применении на посеве почва в рядках прикатывается и уплотняется до плотности 1,0-1,2 г/м³, которая является оптимальной для яровой пшеницы и других зерновых культур.

Благодаря индивидуальному прикатыванию рядков образуется мелкоглыбистая гафрированная поверхность. Наличие гребней на поверхности почвы при расположении их поперёк ветра уменьшает эродирующую способность ветрового потока. При соотношении высоты гребней, состоящих из не эродируемых ветром фракций (крупнее 1 мм), к расстоянию между вершинами менее 1:5 см, поверхность почвы приобретает ветроустойчивое состояние.

Широкое использование при возделывании зерновых культур получили сеялки прямого посева с анкерными или дисковыми сошниками.

Почвозащитная технология возделывания культур на практике показала, что ни орудие, ни технология обработки почвы не могут быть универсальными для разных почвенно-климатических зон страны. Это обусловило продолжение поиска и разработки машин и орудий для конкретных условий хозяйств. Предложен ряд новых конструкций безотвальных орудий.

Одни из них представляют комбинацию плоскорежущих лап со стойками, обеспечивающими нарезку щелей в почве на различную глубину с целью повышения впитываемости талых вод в подпахотные слои почвы, другие обеспечивают высокую водопроницаемость пахотного слоя за счет его более полного крошения, путем воздействия стоек различной геометрии.

На базе культиваторов - плоскорезов разработаны культиваторы - щелеватели. Они представляют собой культиваторы - плоскорезы с тремя или пятью плоскорежущими рабочими органами, за которыми крепятся стойки для щелевания на глубину 25-27 см и 35-37 см, что обеспечивает с охранение мульчирующего слоя до 80 %.

Широкое распространение в районах проявления дефляции получила разноглубинная чизельная обработка. Чизельные орудия, рыхлящие почву на ту же глубину, что и отвальные, обработки почвы от последних высокой производительностью и экономичностью.

Чизелевание за счет сохранения до 80 % мульчи на поверхности почвы способствует предупреждению возникновения эрозии, а также накоплению и лучшему сохранению влаги в обрабатываемом слое, улучшению его аэрации.

Чизельные плуги предназначены для основной обработки почвы на глубину 30 см, а также для рыхления подпахотного слоя на глубину до 45 см.

Реальная ситуация возникновения и протекания дефляционных процессов в конкретных почвенно-климатических условиях определяет выбор приемов, машин и орудий для обработки почвы в почвозащитных севооборотах.

Контрольные вопросы

1. Научные основы системы земледелия. Сущность почвозащитной системы земледелия.
2. Порядок использования земель в почвозащитных системах земледелия.
3. Естественно-научные и организационно-хозяйственные предпосылки применения почвозащитных система земледелия.
4. Естественно-научные и организационно-хозяйственные предпосылки применения почвозащитных севооборотов.
5. Полосное размещение культур в севооборотах. Требования к культурам и принципам размещения полос.

Глава 23. КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С ДЕФЛЯЦИЕЙ ПОЧВ

Важнейшим компонентом защиты почв от дефляции во всех природных зонах страны является противоэрозионное защитное лесоразведение. Научные принципы защитных лесонасаждений были разработаны в конце XIX века русским ученым В.В. Докучаевым, который значение лесных полос видел в территориальной организации земельных угодий, правильно и эффективно сочетающей рациональное использование пашни и прилегающих элементов ландшафта.

Главная роль и значение лесных полос в борьбе с дефляцией – уменьшение скорости и турбулентности ветрового потока. Ослабляя силу ветра, они защищают почву от выдувания летом и зимой, задерживают снег на полях, повышают влажность почвы и воздуха, улучшают микроклимат.



Рис. 96. Полезащитные лесные полосы

Полезащитные лесные полосы располагают вдоль полей, как правило, они 3-4-рядные, при ширине полосы 10-12 м с расстоянием между продольными полосами 400-500 м, между поперечными 1500-2000 м.

Агротехническая, противозерозионная и мелиоративная функция лесных полос зависит, прежде всего, от их конструкции.

Различают три вида конструкций:

- непродуваемую (густую между стволами и в кронах),
- ажурную (редкую между стволами и кронами)
- продуваемую (редкую между стволами и густую в кронах).

Нормативные документы, определяющие размещение лесных полос, основаны на учете двух важнейших факторов: лесорастительных условий и размера эффективных ветрозащитных зон с наветренной и наветренной сторон.

Первый определяет проектную и фактическую защитную высоту лесных полос, и их долговечность, второй обуславливает величину межполосного пространства, равную 30-кратной проектной высоте насаждений, которая составляет 200-600 м.

Продольные (основные) лесные полосы располагают перпендикулярно господствующим вредоносным ветрам, а поперечные (вспомогательные) - перпендикулярно продольным с допустимым отклонением продольных полос до 30°.

Расстояние между основными лесными полосами устанавливают, исходя из расчетной (проектной) *высоты насаждений* (Н), которую они достигают на неорошаемых участках в различных по увлажнению зонах: в степи - за 15-20 лет, сухой степи и полупустыне - за 10-15 лет; на орошаемых землях - соответственно за 20-25 и 15-20 лет.

На орошаемых землях расстояние между основными полосами при регулярном поливе дождеванием, по бороздам и полосам на черноземах составляет 600 м, на каштановых - 500 м, а при затоплении чеков - соответственно 600 м и 700 м.

В зависимости от ветропроницаемости и размеров деревьев во взрослом состоянии полеззащитные лесные полосы создают в лесостепной зоне из 2-3 рядов, степной 3-4, сухостепной 2-3, полупустынной - из 3 рядов древесных пород с расстоянием между рядами 1 м.

Ширина лесных полос по этим зонам устанавливается соответственно 6-9 м, 9-12 м и 6-9 м, 9 м. В условиях орошения количество рядов в основных полосах составляет 2-3м, вспомогательных - 2, на рисовых системах - соответственно 1 2 и 1м. Вдоль каналов число рядов

составляет 1-5 в зависимости от размеров каналов и способа посадки (одно- или двухсторонняя).

Пределы изменения величин межполосных пространств, при отсутствии использования в них дополнительных агрономических средств защиты почвы от дефляции, и зависимости от активности проявления дефляционных процессов: в зоне слабого проявления дефляции межполосное расстояние уменьшают на 10-16 м, в зоне среднего - на 22 м, сильного - на 23-35, очень сильного - на 36-50 м.

Конструкция лесных полос для районов с холодной и снежной зимой рекомендуется продуваемая; со значительным снегопереносом - ажурно-продуваемая; для районов, страдающих от пыльных бурь - ажурная.

Под влиянием лесных насаждений условия произрастания сельскохозяйственных культур на прилегающих полях коренным образом меняются, приближаясь к орошаемым землям.

Полезащитные насаждения на ровных местах и пологих склонах выполняют следующие функции:

- улучшают микроклимат прилегающих полей, оказывают влияние на распределение снега, водный режим почвы и уменьшают глубину промерзания почвы;
- оказывают благоприятное влияние на биологические, физико-химические процессы, происходящие в почве;
- -уменьшают губительное действие суховеев, пыльных бурь, снижают смыв почвы и сток воды;
- предохраняет озимые культуры от вымерзания, засекания, повышают урожай сельскохозяйственных культур.

При этом необходимо иметь в виду, что в отличие от открытых полей на межполосном пространстве экологические условия при удалении от лесных насаждений меняются, поэтому на облесенных полях агротехника возделывания сельскохозяйственных культур должна отличаться от применяемой на открытых.

Зоны между лесными полосами выделяются так, чтобы в каждой из них развитие сельскохозяйственных растений было идентичным по сравнению с тем, что в целом на всем межполосном пространстве.

Первая зона находится с заветренной стороны лесных полос относительно преобладающих ветров в зимний период и занимает пространство от опушки до окончания снежного шлейфа. У лесных полос продуваемой конструкции она составляет 10-12 деревьев, у ажурных - 8-10, у плотных - 6-8. В этой зоне отмечается наибольшее снижение

скорости ветра, накапливается много снега, отмечается обильное увлажнение почвы, повышенная влажность воздуха.

Вторая зона занимает пространство от конца снежного шлейфа с заветренной стороны до начала шлейфа с наветренной стороны следующей лесной полосы, т.е. для продуваемых лесных полос она начинается с 10-12 и заканчивается на расстоянии 22-25.

Третья зона располагается с наветренной стороны противоположной полосы. Протяженность ее, как и первой, определяется длиной снежного шлейфа и не превышает 5 лесной полосы. Снега откладывается больше, чем во второй зоне, но меньше, чем в первой.

Четвертая зона бывает в тех случаях, когда расстояние межполосного пространства полностью не защищается. Лесные полосы здесь не оказывают существенного влияния на условия роста и развития сельскохозяйственных культур, поэтому эта зона условно приравнивается к открытому полю.

В зависимости от типа почвы, растительного покрова, рельефа местности формируется микроклимат полей. Особенно сильное воздействие на все элементы микроклимата оказывают лесные полосы, которые наиболее сильно изменяют скорость ветра, турбулентный обмен воздуха в приземном слое.

Степень и характер этих изменений зависят от высоты лесных полос, их конструкции, скорости и направления ветра, а также состояния погоды. С увеличением высоты лесных полос возрастает дальность и эффективность их действия.

Наиболее эффективное воздействие оказывают лесные полосы ажурных и продуваемых конструкций, значительно меньшее - плотные полосы. При наличии таких лесных полос воздушная масса обтекает полосу сверху, а на некотором расстоянии от преграды получает прежнюю скорость.

Для полос продуваемой конструкции характерно то, что одна часть ветрового потока проходит сквозь полосу, а другая переваливает через кроны. При этом в наибольшей степени структура воздушного потока изменяется благодаря уменьшению вертикальных пульсаций воздуха и образованию более мелких вихрей. За лесной полосой направление струй ветра за счет этого приближается к горизонтальному.

Для полосы ажурной конструкции характерно равномерное размещение небольших просветов по всему вертикальному профилю.

Ветровой поток, проникая сквозь нее, не дает завихрений. Ветрозащитное влияние таких лесных полос распространяется в обе стороны от них, причем с наветренной стороны в четыре-шесть раз меньше, чем с заветренной.

В приземном слое до 1 м при скорости ветра 3,1 - 4,0 м/с лесные полосы высотой 6-8 м в заветренную сторону замедляют движение ветра при плотной конструкции на 20-22, ажурной - 25-28, продуваемой - на 30-35

Ветроломная роль лесных полос зависит от исходной скорости ветра. Дальность защитного влияния прямо пропорциональна скорости ветра до определенного предела. Минимальная скорость ветра у полос плотной конструкции находится непосредственно на заветренной опушке, а у ажурных - на расстоянии 1-3, продуваемых, - 3-6.

В связи с уменьшением скорости ветра на межполосных полях меняется испарение, транспирация, температура воздуха и почвы, относительная влажность.

Лесные полосы оказывают некоторое влияние на тепловой режим почвы в течение всего года. Зимой, благодаря более равномерному распределению снега на полях, защищаемых лесными полосами, создаются наиболее благоприятные условия для перезимовки озимых культур и многолетних трав.

В течение всего вегетационного периода лесные полосы уменьшают амплитуду колебания температуры почвы, оказывая благоприятное влияние на тепловой режим.

Под влиянием лесных полос межполосные поля имеют более высокую увлажненность, а такая почва имеет более высокую теплоемкость, чем сухая.

Почва под защитой лесных полос, особенно продуваемой конструкции, медленнее нагревается днем и не так быстро охлаждается ночью, поэтому на облесенных полях создается более плавный суточный ход температуры даже в жаркие засушливые периоды.

При разработке структуры посевных площадей и агротехнических приемов выращивания полевых культур на полях, защищенных лесными полосами, необходимо учитывать:

Лесные полосы определенным образом влияют на температуру приземного слоя воздуха, которая в пределах межполосного пространства во многом определяется скоростью ветра, а она в свою очередь в сильнейшей степени определяется конструкцией лесополосы.

Минимальная температура под защитой ажурной и плотной лесной полосой ниже, а максимальная - выше, чем под защитой продуваемых полос. Это указывает на большую амплитуду колебаний температуры воздуха на полях, защищенных полосами плотной и ажурной конструкции, что может отрицательно сказаться на теплолюбивых культурах в ранневесенний и осенний периоды.

Полезащитные полосы продуваемой конструкции заметно снижают температуру воздуха в жаркое засушливое время и оказывают согревающее действие в холодные периоды, что положительно влияет на рост и развитие растений в межполосных полях.

Изменение влажности воздуха в пределах межполосного пространства во многом зависит от увлажненности почвы, температуры воздуха и скорости ветра. Относительная влажность воздуха на межполосных полях заметно повышается в утренние часы, затем она падает; а в вечерние часы снова повышается.

В связи с уменьшением скорости ветра, повышением запасов влаги под защитой лесной полосы повышение влажности воздуха составляет 2-4%, а в отдельные дни - 6-8% и даже 10%. По мере удаления от поверхности почвы относительная влажность воздуха снижается как в зоне влияния лесной полосы, так и в открытом поле.

В практике сельскохозяйственного производства большое значение имеет снижение испарения влаги растениями и почвой. В зоне влияния лесных полос снижение испаряемости с открытой водной поверхности достигает 20-25, а в приопушечной зоне - 40%. С удалением от лесной полосы скорость испарения повышается.

Улучшение влагообеспеченности растений на полях, защищенных лесными полосами, достигается за счет задержания зимних осадков, регулирования поверхностного стока, а также улучшения микроклиматических показателей.

На полях, защищенных лесными полосами, сносы снега уменьшаются до 6-8%, однако распределение его в межполосных полях в значительной мере зависит от конструкции полос. Обычно возле лесных полос плотной конструкции сугробы снега достигают высоты 1,5-3,0 м и более.

Лесные полосы продуваемой конструкции обеспечивают наиболее равномерное распределение снега по межполосному пространству, что предохраняет почву от глубокого промерзания. Под защитой таких полос почва быстрее оттаивает весной, впитывает больше влаги и сокращает ее потери на поверхностный сток.

Положительное влияние полегающих лесных полос на влагообеспеченность растений обусловлено улучшением водно-физических свойств почвы в пределах межполосного пространства и увеличением ее водопроницаемости.

По мере увеличения засушливости климата значимость полегающих лесных полос в повышении влагообеспеченности растений увеличивается. Особенно она возрастает в очень засушливые годы.

На защищенных полях растения лучше обеспечены влагой, элементами питания, слабее подвергаются воздействию засухи и суховеев. Значит, такие площади можно использовать под наиболее ценные технические, кормовые и зерновые культуры.

Многолетние наблюдения показали, что на облесенных полях наибольшие прибавки урожая дают сахарная свекла, овощи, подсолнечник, люцерна, озимая пшеница, несколько меньше - кукуруза на силос, картофель и яровые зерновые. Поэтому при определении специализации хозяйств, разработке структуры посевов и севооборотов следует учитывать отзывчивость разных культур на влияние лесных полос.

Многие ранее созданные лесные полосы вследствие большой ширины, наличия в них кустарников, а также отсутствия лесоводственных мер ухода, имеют непродуваемую конструкцию, поэтому здесь накапливаются большие сугробы снега. В результате урожай озимых культур около полос не только не повышается, но в ряде случаев снижается из-за выпревания растений.

Весной же, из-за неравномерного освобождения межполосных полей из-под снега, в середине межполосного пространства почва достигает физической спелости, а в приопушечных зонах она остается еще переувлажненной и липкой, с низкой биологической активностью и подавленной микрофлорой.

Оптимальная влажность почвы для этих частей поля наступает значительно позже, чем на открытых полях, в результате сроки сева здесь отодвигаются. Возникает необходимость сеять культуры позднее установленных сроков сева при достижении физической спелости почвы в приопушечных зонах, или в оптимальные сроки, когда почва вблизи лесных полос находится в сыром и вязком состоянии. Понятно, что оба срока сева не удовлетворяют специалистов сельского хозяйства.

Для наиболее полного использования преимуществ повышен-

ной влагозарядки почвы, вблизи лесных полос необходим дифференцированный подход к использованию под различные культуры приопушечных зон таких полос (до 50-70 м от полосы).

Центральную часть межполосного пространства следует засевать культурами согласно принятому севообороту, а на участках, расположенных на расстоянии до 50-70 м от лесополосы, возделывать более поздние теплолюбивые и влаголюбивые культуры: картофель, корнеплоды, кукурузу, овощи, гречиху, просо, суданскую траву, многолетние травы и другие.

Одним из важнейших элементов современной системы земледелия является ресурсосберегающая обработка почвы, которая в ряде случаев играет решающую роль в деле сохранения ее плодородия. В почвозащитных севооборотах слишком интенсивная обработка почвы может привести к развитию дефляции катастрофических размеров.

Поэтому очень важно обработку проводить с учетом особенности почвы, погодных условий, рельефа местности, возделываемой культуры, предшественников и т.д. Соблюдение этого правила является важнейшим резервом повышения продуктивности полевых культур и земледелия в целом.

Система обработки почвы должна не только быть приспособлена к отдельным почвенным типам и возделываемым культурам, но и учитывать особенности каждого поля. В этом отношении особую значимость и актуальность приобретают вопросы рациональной обработки облесенных полей, так как различные зоны межполосного пространства имеют неодинаковую влажность, микроклимат и другие условия для роста и развития растений.

Почва, вспаханная с осени, к весне оседает и уплотняется. Степень уплотнения зависит как от гранулометрического состава почвы, так и от облесенности полей.

В пределах межполосного пространства, особенно во влажные годы, нередко наблюдается снижение урожая сельскохозяйственных культур в приопушечных зонах лесных полос, что является следствием большого уплотнения почвы под мощными снежными отложениями и обильной весенней влагозарядке. В этих условиях необходимо увеличить глубину предпосевной обработки почвы.

Одной из причин положительного влияния более глубокой предпосевной обработки защищенных полей является неодинаковая плотность сложения почвы в различных зонах межполосного пространства.

В зоне влияния лесной полосы почва в силу более обильного и продолжительного увлажнения сильнее уплотняется, биологические процессы в ней замедляются.

Под влиянием глубокого безотвального рыхления почва приобретает наиболее благоприятное сложение. На выщелоченных черноземах при предпосевной культивации на 14-16 см и безотвальном рыхлении на такую же глубину наблюдалось значительное снижение плотности по сравнению с культивацией на 6-8 см. При глубокой отвальной перепахке плотность была еще меньше. Причем около лесных полос она из-за обильного увлажнения была выше по сравнению с открытым полем в среднем на 0,07 г/см³.

Изменение водно-физических свойств почвы, её пищевого режима под влиянием различных способов и глубины предпосевной обработки оказывает неодинаковое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

На выщелоченных черноземах наибольший урожай был получен при рыхлении на глубину 14-16 см, несколько ниже - при перепахке, еще ниже - при культивации на глубину 10-12 см, самый низкий - при культивации на 6-8 см. Однако прибавки урожая по глубоким обработкам в различных зонах межполосного пространства были неодинаковы. Прибавка урожая при рыхлении на глубину 14-16 см составила в I зоне 34,1%, во II - 24,9, в IV - 19,1%; на варианте с культивацией на глубину 10-12 см - соответственно 22,9%, 14,4% и 16,3%.

На полях, защищенных лесными полосами, при проведении сева и последующей обработки почвы в связи с лучшим увлажнением увеличивают нормы высева семян по сравнению с рекомендованными для открытых полей. Кроме того, на этих полях сильнее развивается сорная растительность, создаются лучшие условия для вредной и полезной фауны.

В связи с этим на облесенных полях выбор норм высева имеет свои особенности. Лесные полосы оказывают многостороннее влияние на микроклимат прилегающих полей, увлажненность почвы и воздушный ее режим, поэтому при обычных нормах высева, принятых для открытых полей, эти положительные изменения используются недостаточно.

Более того, при таких нормах высева растения формируют вегетативную массу в ущерб зерну. Повышение норм высева на облесенных полях на 15-20% и более способствует повышению урожайности полевых культур на 10-15%.

Сроки сева должны подбираться с учетом биологических особенностей возделывания культур, почвенно-климатических условий, особенностей микроклимата тех или иных полей. Например, при определении срока сева яровых культур большое значение имеет температура почвы, так как семена прорастают в определенном температурном интервале.

Лесные же полосы весной защищают прилегающие поля от холодных ветров, что должно учитываться при выборе сроков сева, особенно теплолюбивых культур.

Исключительно велико значение оптимальных сроков сева озимых культур. От этого во многом зависит зимостойкость и продуктивность растений.

При очень ранних и поздних сроках сева растения зимой страдают от мороза, а весной изнеживаются. Отепляющее влияние лесных полос в осенний период вызывает ускорение фаз развития озимых хлебов, в частности, более раннее наступление стадии яровизации, определяющей зимостойкость растений. Причем, чем раньше наступает стадия яровизации, тем ниже зимостойкость растений и урожай зерна. С целью предотвращения этого явления сев озимых на межполосных полях рекомендуется проводить на 5-10 дней позже сева, установленного для данной местности.

В системе послепосевной обработки облесенных полей особую роль играет прикатывание почвы. Общеизвестна роль этого приема в улучшении агрофизических свойств почвы, контакта семян с почвой, в уменьшении объема некапиллярных пор.

На защищенных полях прикатывание почвы после посева сельскохозяйственных культур приобретает еще большую значимость, чем на открытых полях. Это связано с тем, что предпосевная обработка межполосных полей проводится на большую глубину по сравнению с не облесенными. В то же время глубокая обработка создает излишне рыхлое сложение пахотного слоя.

Растения отрицательно регулируют как на слишком большую плотность пахотного слоя, так и на излишне рыхлое его сложение. Прикатывание, уплотняя почву, создает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений. Особенно необходим этот прием при возделывании мелкосемянных культур.

На облесенных полях большое значение в борьбе с почвенной коркой и сорными растениями имеет боронование. Боронование зерно-

вых культур следует проводить до и после появления всходов, а картофеля и кукурузы - несколько раз.

В степных районах наиболее высокие прибавки урожаев от азотных удобрений получают в I зоне, несколько ниже - в III, и еще ниже - во II и IV зонах, т.е. эффективность удобрений в различных зонах межполосного пространства неодинакова.

С повышением доз азотных удобрений действие их более заметно возрастает в I зоне, в то время как на открытом поле увеличение доз удобрений свыше 40-45 кг/га д.в. не приводит к повышению урожая.

Особенно эффективными азотные удобрения оказались при внесении весной в виде подкормок. В этот период озимые культуры испытывают острый недостаток подвижных форм азота. Полезащитные лесные полосы способствуют лучшему увлажнению почвы в межполосном пространстве и резкому повышению урожая озимой ржи и озимой пшеницы. Если взять относительную прибавку урожая от удобрений под защитой лесной полосы и на открытом поле, то прослеживается такая закономерность: азотные удобрения при одинаковой дозе внесения большую прибавку дают на облесенном поле. В среднем за три года прибавка урожая зерна озимой пшеницы в зоне 0-25 Н от внесения азота в дозе 90 кг/га составила 0,6-0,7 т/га (35,8-36,8%), а в открытом поле - лишь 0,3 т/га (21%).

На облесенных полях дозы минеральных удобрений также устанавливаются, исходя из планируемой величины урожая. С повышением влажности почвы на межполосных полях растения могут использовать более высокие дозы удобрений, так как питательные вещества удобрений на облесенных полях становятся более подвижными из-за лучшей увлажненности, поэтому лучше и полнее потребляются растениями.

При внесении полуторной или двойной дозы минеральных удобрений урожай сельскохозяйственных культур возрастает и достигает наибольшей величины под защитой лесных полос.

На серых лесных почвах и выщелоченных черноземах наибольшие прибавки урожая сельскохозяйственных культур на защищенных полях получены от внесения повышенных в полтора-два раза доз удобрений по сравнению с дозами, рекомендованными для открытых полей. При этом минеральные удобрения наиболее эффективными оказались в зоне I, равной 0-10 в заветренную сторону полосы и 0-5 - в наветренную. Поэтому в этих местах и следует в первую очередь вносить повышенные дозы удобрений.

Комплекс мер по защите растений от вредных организмов должен учитывать закономерности развития сорных растений, формирования полезной и вредной фауны в различных зонах межполосного пространства и их влияние на величину урожая и его качество.

На полях, защищенных лесными полосами, важнейшими приемами защиты растений являются правильный подбор высоко конкурентных сортов, использование семян высоких репродукций, оптимальные сроки сева и обработки посевов пестицидами на фоне применения оптимальных доз удобрений.

На полях, защищенных лесными полосами, создаются более благоприятные условия для развития культурных растений. Однако и сорные растения здесь размножаются интенсивнее, чем на необлесенных полях. Кроме того, с заветренной стороны лесополосы образуется так называемая зона затишья.

Переносимые семена сорных растений, особенно те, которые имеют летучки (одуванчик, различные виды осотов), оседают вблизи лесополос, что ведет к увеличению засоренности межполосного пространства. Максимальное число сорняков наблюдается на расстоянии 5, и с удалением от лесной полосы их количество уменьшается. Состав сорной травянистой растительности на облесенных и открытых полях практически одинаков, но размещение видов по облесенным полям различно: возле полос больше влаголюбивых, а по мере удаления от лесополос увеличивается количество засухоустойчивых сорняков.

Однако общее количество семян сорняков в почве, а также всходов их в посевах культурных растений увеличивается по мере приближения к лесным полосам. Наибольшая засоренность на облесенном поле наблюдается в зоне отложения снежных шлейфов, где сорняки накапливают максимальную биомассу.

На облесенных полях защита растений от вредителей и болезней имеет свои существенные особенности. Полезащитные лесные полосы, изменяя микроклимат, водный и пищевой режимы почвы прилегающих полей, оказывают самое непосредственное влияние на видовой и численный состав микро- и макрофауны как в самих лесополосах, так и на прилегающих полях.

Влияние лесных полос на распределение насекомых среди полос и на межполосных полях проявляется в том, что в связи с увеличением увлажненности число ксерофильных насекомых уменьшается, а некоторые исчезают совсем или мигрируют на участки вне влияния лесной

полосы. Наоборот, мезофильные и гигрофильные виды концентрируются вблизи лесных полос, где они находят более благоприятные для себя условия существования. При этом влаголюбивые виды насекомых концентрируются вблизи лесных полос, а теплолюбивые - ближе к центру межполосного пространства.

Видовой состав фауны членистоногих на межполосных и на посевах в открытой степи не имеет существенных различий. Но с приближением к лесной полосе возрастает численность таких насекомых, как клопы, хлебные пилильщики, злаковые мухи, жужелицы, пауки и др. Злаковые цикады, хлебные блошки, наоборот, концентрируются на срединных участках поля, что обусловлено особенностями микроклиматических условий межполосного пространства. Учитывая эти особенности, необходимо переходить от сплошных обработок к выборочным, что ведет к увеличению численности энтомофагов.

На облесенных полях в агроценозах численность и масса фитофагов не превышают или несколько ниже, чем на необлесенных. В облесенном агроценозе по сравнению с необлесенным полезные насекомые более многочисленны и многообразны по видовому составу, так как здесь для них складываются наиболее благоприятные условия жизни, особенно для хищных насекомых.

Видовой и количественный состав микрофлоры возбудителей болезней растений в агроценозах зависит от микроклимата участка, главным образом от степени увлажнения. Наибольшая численность *микроспоров* наблюдается на луге, опушках лесных насаждений, в краевых зонах. Меньше их в середине защищенных полей.

Однако максимальное развитие микрофлоры отмечено в зонах смыкания леса и поля, леса и луга, где сосредоточены растения-резерваты инфекций: пырей ползучий, костер кровельный, мятлик обыкновенный, гречиха вьюнковая, спорыш, овсяница луговая, василек песчаный и др., зараженность которых ржавчиной и мучнистой росой достигает 60-74%. Эти растения являются источником инфекции для сельскохозяйственных культур, древесно-кустарниковой растительности и лекарственных трав.

Паразитических грибов на сельскохозяйственных культурах больше вблизи лесных полос, а количество спор ржавчины и мучнистой росы на посевах пшеницы по мере удаления от лесной полосы уменьшается.

Защитные лесные насаждения повышают стабильность агроце-

нозов и способствуют снижению численности и вредоносности фитофагов. Несмотря на то, что в шлейфовых зонах межполосных полей микроклимат благоприятен для развития болезней, в целом облесенные посевы более устойчивы к ним.

Установлено, что на необлесенных полях от сорняков, вредителей и болезней потери урожая составляют 8-40%, а под защитой лесных полос - 4-15%, т.е. в 2-2,6 раза меньше.

Учитывая распределение насекомых и возбудителей болезней на облесенных полях, можно рекомендовать дифференцированные (краевые) обработки полей пестицидами, проводить их в местах снежных шлейфов для уничтожения сорняков - резерватов вредных организмов. Следовательно, на полях под защитой лесных полос создаются предпосылки для экологического равновесия полезных и вредных для сельскохозяйственных культур фауны, энтомофауны и микрофлоры. Это ведет к сокращению потерь урожая, а при дифференцированной агротехнике и использовании защитных мероприятий - к дополнительному увеличению агролесомелиоративного эффекта.

Оценка эффективности агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по защите почвы от дефляции. Организация работ при дифференцированном применении агротехники начинается с определения границ между зонами межполосного поля. Работы могут выполняться одновременно во всех зонах межполосного поля или последовательно.

Во всех случаях одновременно можно выполнять основную обработку почвы и другие работы, проводимые в летне-осенний период. Весенние работы (внесение азотных удобрений, предпосевная культивация под ранние яровые) не всегда могут выполняться одновременно, так как зависят от сроков наступления физической спелости почвы, которые в разных зонах межполосного поля неодинаковые. Поэтому ранние весенние работы нередко выполняют по зонам поля последовательно.

Комплексное применение организационных, агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических и фитомелиоративных противозерозионных мероприятий максимально эффективно. Оно обеспечивает сохранение и повышение плодородия почвы, рост урожайности культур и производства сельскохозяйственной продукции, устойчивость и рентабельность земледелия в различных регионах страны.

Важная роль в предотвращении ветровой эрозии отводится фитомелиоративным мероприятиям, которые включают:

- систему почвозащитных севооборотов с многолетними травами и полосным размещением культур;
- уплотнение посевов за счет повышения нормы высева, узкорядных и перекрестных способов посева, буферных и контурных полос;
- внедрение промежуточных посевов (пожнивных, поукосных, озимых, подсевных);
- сокращение чистых паров и пропашных культур, замену чистых паров на занятые;
- применение сплошного и полосного мульчирования;
- проведение уборки зерновых на высоком срезе с разбросом по поверхности поля соломы;
- организацию снегозадержания и влагонакопления;
- коренное улучшение малопродуктивных кормовых угодий;
- создание долгодетных сенокосов и пастбищ на эродированных землях.

В борьбе с эрозией почвы на юге страны важное и многостороннее значение имеет снегозадержание как одно из действенных мелиоративных мероприятий.

Снегозадержание способствует накоплению и задержанию снега на полях зимой, увеличивает весенние водные запасы почвы, улучшает ее тепловой режим в условиях зимовки озимых культур и многолетних трав, уменьшает сток весенних талых вод, повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Следовательно, снегозадержание к тому же способствует борьбе с ветровой эрозией почв.

Эффективность снегозадержания зависит от продолжительности зимнего периода и мощности снегового покрова на полях. Зимний период наиболее продолжителен на северо-западе и востоке Европейской части РФ, в Западной и Восточной Сибири, на Алтае и в других регионах страны. Количество осадков в районах Среднего и Нечерноземной зоны составляет 130-135 мм, или 30-35% от годовой суммы, и опускается до 90-100 мм, или 23-25%. В Заволжье среднее количество зимних осадков составляет не более 75-80 мм.

Незначительная мощность снежного покрова объясняется не только недостатком осадков, но и тем, что 20-30% снега с полей сдувается в пониженные места рельефа: лоцины, балки и овраги. Снегозадержание в 1,5-2 раза увеличивает запасы почвенной влаги, оказывает утепляющее воздействие на почву и способствует сохранности озимых и многолетних трав от вымерзания.

Температура почвы под покровом снега по разным источникам на 3-8° выше, чем на оголенных участках. Высота накапливаемого снега вызывает разную степень гибели озимых культур: при высоте снежного покрова 28 см она составляет 5%, 24 см - 14%, без снега на полях - 86%.

Почва зимой меньше промерзает под глубоким снежным покровом, раньше оттаивает весной снизу, но позже освобождается от массы снега на поверхности. Под мелким снеговым покровом почва промерзает глубже, но значительно раньше оголяется от снега, при этом вода легко стекает по поверхности. При снеготаянии глубокого снегового покрова влага лучше и интенсивнее впитывается в почву. Так, при снегозадержании в почве накапливается около 70% талой воды, без снегозадержания - чуть более 25%.

Способы снегозадержания зависят от цели приема - задержание снега на конкретном поле или накопление его за счет сноса с соседних полей. Наилучшие результаты в том и другом случае дает система полезащитных лесных полос продуваемой или ажурной конструкции.

На полях озимых хорошо зарекомендовал себя посев на парах кулисных высокостебельных культур (кукурузы, подсолнечника, горчицы). Кулисы также эффективны на полях, отводимых под яровые культуры. Прибавка урожая яровой пшеницы от посева кулисных растений составляет 0,32-0,43 т/га.

Дополнительной мерой накопления снега может служить безотвальная обработка почвы с сохранением на поверхности поля стерни.

Ранние яровые культуры хорошо отзываются на механизированные способы снегозадержания: уплотнение снега, снегопахание, образование валов и т.д. Основные механизированные способы снегозадержания - применение снегопах-валкователя и уплотнителя-валкователя. Первый снегопах применяют при высоте снега 12-15 см, валы нарезают через 5-6 м и поперек господствующих ветров.

В отдельных случаях на полях возможна расстановка искусственных заграждений, задерживающих снег.

Регулируют снеготаяние и уменьшают весенний сток полосным зачернением снега весной. Его проводят полосами шириной 2-3 м через каждые 10-15 м при помощи разбрасывателя удобрений или туковой сеялки. При этом используют золу, перегной, угольную пыль и др.

Наиболее отзывчивы на снегозадержание озимые культуры, особенно пшеница, размещаемая по чистому пару. Она дает прибавку урожая 0,4-0,5 т/га.

Хорошо отзывается также яровая пшеница, люцерна и другие культуры. Менее отзывчивы на приемы снегозадержания поздние яровые культуры (кукуруза, подсолнечник, сорго, просо, бахчевые). Их урожайность больше зависит от поздневесенних осадков и осадков второй половины лета.

Контрольные вопросы

1. Какими метеорологическими величинами описывается состояние атмосферы?
2. Дайте определение понятия «противодефляционная стойкость почв».
3. Каково влияние климатических и топографических факторов на противодефляционную стойкость почв?
4. Какие свойства почв оказывают влияние на её противодефляционную стойкость?
5. Дайте определение понятия «критическая скорость ветра» для агробиогеоценоза.
6. Как изменяются поля метеорологических величин при переменной шероховатости, создаваемой растительностью?

Глава 24. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

До перестройки системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур разрабатывались исходя из задачи получения максимального количества продукции без учета экономических и экологических последствий.

Применение технико-химических систем земледелия, связанных с интенсивной механической обработкой почвы, высокими дозами минеральных удобрений, пестицидов и других техногенных факторов способствовало не только росту урожайности полевых культур, но и истощению почвенного плодородия, деградации агроландшафтов.

В современных условиях возникла необходимость к переходу на менее затратные системы земледелия, адаптированные не только к почвенно-климатическим и ландшафтным условиям, но и конъюнктуре рынка, технико-экономическим возможностям хозяйства, ресурс-

ному обеспечению, которые сохраняли бы устойчивость агроландшафтов, предотвращали его разрушение, ориентировались на получение продукции с приемлемой рентабельностью, были доступны производству.

Эти соображения лежат в основе систем земледелия нового поколения, которые называют адаптивными на ландшафтной основе. Это узкозональные системы земледелия, звенья которых учитывают и реализуют природно-экономические условия агроландшафта, основанные на адаптивных технологиях.

Отличительной особенностью этих систем земледелия является экологизация. Их разработка способствовала появлению резерва не используемых пахотных земель, что позволяет проводить землеустройство и организацию севооборотов с учетом формирования устойчивых к разрушению агроландшафтов.

Идея адаптивно-ландшафтной системы земледелия не нова и отражена в работах В.В. Докучаева, где говорится о необходимости рационального землеустройства территории с правильным соотношением угодий. Такую систему земледелия называли адаптивной, она обеспечивала естественное природное равновесие, учет ландшафтных особенностей территории, применение, отвечающих почвенноклиматическим условиям агротехнологий. Она схожа с контурномелиоративной системой земледелия (КМЗ).

Адаптивно-ландшафтная система земледелия (АЛСЗ) - это система использования земли, определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества, и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Термин «ландшафтная» означает, что она встроена в структуру агроландшафтов в соответствии с оценкой экологических условий. Разрабатывается применительно к конкретной категории агроландшафта или агроэкологической группы земель (плакорных, солонцовых, засоленных).

При этом звенья системы земледелия формируются в пределах агроэкологических типов земель (участков, однородных по условиям возделывания культуры или группы культур с близкими агроэкологическими требованиями); элементы (приемы обработки, посева и г.п.)

дифференцированы в соответствии с элементарными ареалами агроландшафта (элементами мезорельефа, ограниченными элементарными почвенными структурами), а организация территории осуществляется с учетом структуры ландшафта и условий его функционирования. Термин «адаптивная» означает адаптированность системы земледелия ко всему комплексу обозначенных условий.

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия имеют агроэкологический адрес (группа земель в пределах агроэкологической провинции), адаптированы к социально-экономическим условиям и определяются 5 группами факторов:

1. общественные (рыночные) потребности (рынок продуктов, потребности животноводства, требования переработки продукции);
2. агроэкологические требования культур, их средообразующее влияние;
3. агроэкологические параметры земель (природно-ресурсный потенциал);
4. производственно-ресурсный потенциал, уровни интенсификации;
5. качество продукции и среды обитания, экологические ограничения.

Система адаптивно-ландшафтного земледелия включает ряд новых элементов:

1. Биологизация:
 - А. биологизированные севообороты, в которых почвенное плодородие поддерживается за счет посева многолетних трав и культур фитомелиорантов, восстановителей почвенного плодородия, сидерации, внесения в почву растительных остатков;
 - Б. соблюдение в севооборотах принципов плодосмена и биологического разнообразия;
 - В. применение вместо азота минеральных удобрений биологического, полученного за счет азотфиксации бобовыми культурами.
2. Уменьшение интенсивности обработки почвы, применение технологий Mini-Till, No-Till и Strip-Till, мульчирование поверхности поля растительными остатками, введение «сберегающего земледелия».
3. Экологически сбалансированная организация землепользования в целях формирования устойчивых не разрушающихся агроландшафтов.

Агроландшафт состоит из 40% преобразованных и 60% есте-

ственных экосистем, т.е. пашня занимает не более 40% земельных угодий, остальная часть находится под средостабилизирующими угодьями - лесом, лугом, пастбищем, водоемами и многолетними травами. При этом 15% периметра полей граничит с естественными экосистемами - лес, луг, залежь, пастбища, а лесистость территории составляет не менее 15-17%.

Соблюдается «правило территориального экологического равновесия», формируется устойчивый агроландшафт, в котором природное равновесие поддерживается за счет естественных процессов. Размер полей ограничен 100 га.

4. Более широкое использование агролесомелиорации и других противоэрозионных мероприятий. Оптимальная лесистость в равнинных условиях составляет 2,5-4,0%, на расчлененном рельефе - 10-12%.

5. Нормативный, а не рекомендательный характер.

Адаптивно-ландшафтная система земледелия, используя минимальное количество антропогенных факторов и полностью продуктивный потенциал природных ресурсов, обеспечивает положительный экономический эффект и экологическую устойчивость агроландшафтов.

Для выявления взаимосвязей между подсистемами, их элементами, внешней средой важно установить структуру адаптивноландшафтных систем земледелия.

Структура - это взаиморасположение составных частей, отражающих их взаимодействие.

Количество связей в АЛСЗ велико. Учесть и исследовать все невозможно и нецелесообразно, так как многие из них несущественны и не влияют на функционирование системы и качество принимаемых решений. Степень расчленения системы зависит от цели системного анализа. Если требуется детальный анализ одной или нескольких подсистем, то их структуры разрабатывают отдельно (структура севооборотов, обработки почвы, удобрения, защиты растений и т. д.).

АЛСЗ состоит из множества элементов. Управлять разрозненными элементами сложно. Поэтому их объединяют в крупные блоки (составные части): агротехнический, мелиоративный, организационно-экономический, экологический.

Каждый блок (кроме организационно-экономического) подразделяется на звенья по технологическим функциям, на основании кото-

рых разрабатывают экологически безопасные технологии производства продукции растениеводства. Звенья блоков включают комплекс машин для выполнения технологических операций.

В организационно-экономический блок входят обоснование форм организации и стимулирования труда, методов управления производственными процессами и принятие управленческих решений в трудовых коллективах, система маркетинга и реализации продукции.

Каждая структурная единица АЛСЗ направлена на получение планируемой, высококачественной, конкурентоспособной продукции и сохранение экологических функций агроландшафта.

Структурные единицы адаптивно-ландшафтной системы земледелия находятся во взаимосвязи с агроландшафтом. В центре взаимодействия располагается агроландшафт, который является энергетической основой производства продукции растениеводства. Благодаря солнечной энергии, приходящей на его поверхность, энергетическому потенциалу органического вещества и минеральных соединений обеспечивается жизнедеятельность растений и почвенной биоты.

Воздействие на агроландшафт не должно нарушать экологическую безопасность. Задачей является проведение природоохранной организации территории землепользования и системы севооборотов.

В зависимости от вида, состояния и свойств агроландшафтов определяют методы их использования, организуют севообороты с учетом пригодности почв для возделывания полевых культур.

Взаимосвязи между агротехническими звеньями осуществляются через севообороты, которые размещаются на агроландшафтах. Система удобрения культур севооборота зависит от уровня почвенного плодородия. Система обработки почвы определяется свойствами ландшафта, полевыми культурами и их чередованием, системой удобрения, а система защиты растений учитывает все звенья.

Технологии возделывания культур и воспроизводство плодородия почвы опираются на агротехнические звенья. Количество и качество растениеводческой продукции, получаемой в системе, определяется свойствами агроландшафта и технологиями производства. Часть полученного дохода от реализации продукции может быть направлена на совершенствование агротехнологий.

Звенья адаптивно-ландшафтной системы земледелия согласованы и динамичны. Изменение параметров одного звена влечет уточнение других. Поэтому, совершенствование адаптивно-ландшафтной системы земледелия возможно только с учетом всех звеньев.

Функционирование адаптивно-ландшафтной системы земледелия происходит на основе научно обоснованного управленческого решения об использовании земли, ресурсного и финансового потенциала хозяйств.

Агроландшафты и ресурсы (семена, удобрения, пестициды, сельскохозяйственная техника и др.) соединяют в адаптивные агротехнологии, в результате чего получают растениеводческую продукцию. Произведенную продукцию реализуют на рынке.

Вырученные от продажи средства направляют на воспроизводство израсходованных ресурсов, почвенного плодородия, устранение экологических нарушений, реабилитацию агроландшафтов и социальную среду. Поэтому, структура и содержание адаптивно-ландшафтных систем земледелия обусловлены природной, производственноэкономической, экологической и социальной компонентами. А поскольку они различны, то и система земледелия должна быть адаптирована к конкретным условиям хозяйства.

АЛСЗ представляют развитие ранее сложившихся представлений, вбирают прежние и новые понятия. Это определяется их классификацией, в которой они разделяются по агроэкологической принадлежности (зона, подзона, провинция, группа земель), направлению растениеводства, уровню интенсификации, форме использования земли, ограничениям химизации.

По уровню интенсификации адаптивно-ландшафтные системы земледелия подразделяют:

- Экстенсивная - рассчитана на использование естественного плодородия почв без удобрений и мелиораций. Наносит экономический и энергетический ущерб, особенно на деградированных, эрозионных и дефляционных землях.
- Нормальная - имеет обеспеченность минеральными удобрениями на уровне устранения наиболее острого дефицита питательных веществ, освоения почвозащитных и первоочередных мелиоративных мероприятий, и достижения качества продукции не ниже среднего.
- Интенсивная - означают переход к качественно новым сортам растений с программированным применением удобрений и регулированием производственного процесса различными биологическими и химическими средствами.
- Высокоинтенсивная (точная) - предполагает использование достижений научно-технического прогресса, создание сортов с заданными параметрами продуктивности и качества, современные средства

реализации генетического потенциала культур, оптимальную организацию территории на основе интенсификации ландшафтно-экологических связей с помощью новейших методов математического моделирования и информатизации.

Адаптивно-ландшафтная система земледелия может быть улучшена с целью полного учета условий каждого земельного участка за счет введения «точного» или «прецизионного» земледелия.

Точное земледелие - совокупность технологических приемов для целенаправленной дифференцированной обработки отдельных частей поля с учетом мелкомасштабных особенностей природных условий для создания наиболее благоприятных условий роста и развития культурных растений в связи с неоднородностью поля по плодородию, распространению вредителей, болезней и сорняков, на основе концентрации технологических операций в пространстве, в оптимальные сроки и при рациональной дозировке с целью создать основу для экономически эффективного и экологически обоснованного землепользования.

Точное земледелие включает:

1. проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий на основе электронных геоинформационных систем;
2. выделение производственных участков с достаточно однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности и почвенного плодородия;
3. прецизионную предпосевную обработку почвы, точный посев, дифференцированное внесение удобрений и других агрохимических средств в соответствии с микроструктурой почвенного покрова и состоянием посевов;
4. регулирование продукционного процесса специальных сортов растений по микропериодам органогенеза с использованием самонастраивающихся автоматизированных средств на основе электронных систем управления;
5. идентификацию состояния посевов, прогноз урожайности и качества продукции на основе автоматизированных дистанционных систем наблюдения, картирование урожайности в процессе уборки.

При разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия выделяют четыре методологических подхода:

Агроэкологический (адаптивный) подход. Подразумевает изучение агроэкологических особенностей территории по отношению к

отдельным видам или группам сельскохозяйственных растений и выделение агроэкологически однотипных территорий (типов, классов, комплексов, видов). в качестве базиса для конструирования агроценозов;

Агроландшафтный подход. Учитывает ландшафтно-экологический аспект, где предпочтение отдается детальной организации территории хозяйства на небольших участках.

При этом подход к каждому сельскохозяйственному ландшафту индивидуален, максимально оптимизируется структура сельскохозяйственных угодий, их стабильность и устойчивость;

Эколого-ландшафтный подход. Учитывает ландшафтную дифференциацию территории с выделением эколого-ландшафтных зон (типов, подтипов, видов). и предполагает устройство территории по определенным частям агроландшафта (местностям, урочищам, подурочищам, фациям);

Адаптивно-ландшафтный подход. Учитывает почвенные, геоморфологические, литологические, гидрографические факторы, структуру почвенного покрова. Предложенный подход позволяет синтезировать природно-ландшафтную дифференциацию территории и социально-экономические различия, выделить агроландшафтные формирования разного пространственного и иерархического уровня.

При адаптивно-ландшафтном подходе изучают агроэкологические особенности территории (агроэкологические факторы и режимы) по отношению к отдельным видам и группам полевых культур. Формируют экологически однородные участки, к которым привязывают систему земледелия, природоохранные мероприятия.

Принципиальные различия между этими подходами связаны отношением к использованию природных ресурсов, сохранением экологического равновесия в сложившейся экосистеме, симбиотическим подходом к развитию экономики и человеческой личности при достижении конечного результата.

Выделяют шесть положений, которые учитывают при разработке АЛСЗ в хозяйстве:

1. сохранность ценных сельскохозяйственных угодий, воспроизводство и повышение плодородия почв;
2. снижение (прекращение) процессов деградации почв;
3. приоритет экологических требований над экономической целесообразностью использования земель, сохранение и улучшение ландшафтов;

4. максимальное использование производственного и природного потенциала территории;
5. формирование стабильной (устойчивой) организации территории и сельскохозяйственного производства;
6. комплексное размещение и использование объектов производственной, социальной и инженерной инфраструктуры и мелиоративных систем.

Методологическими принципами адаптивно-ландшафтных систем земледелия являются целостность, дифференциация, адаптивность, экологичность, нормативность, оптимизация, агрономическая и экономическая эффективность.

Целостность свидетельствует о наличии в адаптивно-ландшафтной системе земледелия взаимосвязанных структурных единиц, благодаря которым она способна выполнять функцию производства планируемой продукции растениеводства. Отсутствие каких-либо звеньев или их элементов исключает получение продукции нужного качества и обеспечение экологической безопасности агроландшафта.

Дифференциация указывает на разнообразие земледелия в зависимости от прихода фотосинтетически активной радиации, климата, почвообразовательного процесса, агроландшафтов, степени их увлажнения и мелиоративного состояния, мезорельефа.

Дифференциация адаптивно-ландшафтных систем земледелия обусловлена методами производства и видом продукции, материально-техническим состоянием сельскохозяйственного предприятия.

Адаптивность реализуется при организации производства продукции в пределах агроландшафтов. Технологические звенья адаптивно-ландшафтной системы земледелия разрабатывают с учетом крутизны и экспозиции склона, типа, гранулометрического состава и плодородия почвы, гидрологического режима, состояния природных кормовых угодий, размера контуров полей, удаления земель от хозяйственных центров, транспортных путей, наличия заповедников и зон отдыха. Размещение культур севооборотов осуществляют согласно пригодности земель для возделывания районированных сортов.

Экологичность предусматривает управление энергетическими потоками (получение двух и более урожаев с одной площади), обмен органических и минеральных веществ, минерализацию и гумификацию, регулирование численности вредных биологических объектов, предотвращение эрозионных и дефляционных процессов, накопление

в почве и растениях тяжелых металлов, метаболитов пестицидов, сохранение растительного и животного разнообразия.

Нормативность заключается в соблюдении научно обоснованных доз, сроков и способов применения удобрений, химических мелиорантов, пестицидов, стимуляторов роста, ингибиторов нитрификации, оросительных вод, проведении технологических приемов.

Оптимизация предусматривает устойчивое и сбалансированное ведение адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Проявляется в оптимизации соотношения сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения). Играет огромную роль в улучшении экологической ситуации и реабилитации ландшафтов. Важным являются оптимальное распределение видов, форм органических и минеральных удобрений по агроландшафтам с учетом их удаленности, связи с источниками водоснабжения, оптимизация обработки почвы, которая предотвращает ее уплотнение и распыление.

Агрономическая и экономическая эффективность выражается в продуктивности продукции с единицы площади, простом или расширенном воспроизводстве плодородия почв, поддержании экологической сбалансированности агроландшафтов, себестоимости и рентабельности производимой продукции, ее конкурентоспособности.

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия реализуются пакетами агротехнологий для агроэкологических типов земель при разных уровнях производственно-ресурсного потенциала (экстенсивные, нормальные, интенсивные, высокие). Чем выше уровень интенсификации агротехнологий, тем больше учитывается агротехнологических параметров и детальнее землеоценочная основа.

Современные агротехнологии - комплексы технологических операций по управлению производственным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и высокого качества продукции при обеспечении экологической безопасности агроландшафта и определенной экономической эффективности.

Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, систему обработки почвы, удобрения и защиты растений, являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Имеют индивидуальное значение, определяемое особенностями сорта, поскольку каждому типу сорта соответствует определенная система управления производственным процессом и структурная модель агроценоза.

Принципы формирования агротехнологий включают:

1. альтернативность, возможности выбора;
2. адаптированность к природным условиям на основе агроэкологической оценки земель к различным уровням интенсификации производства на основе технологических нормативов, к хозяйственным укладам;
3. динамический подход к созданию и управлению агроценозами путем последовательного устранения лимитирующих условий;
4. формирование пакетов агротехнологий с учетом системных связей, выявляемых в многофакторных полевых экспериментах;
5. открытость новейшим достижениям научно-технического прогресса;
6. преемственность.

Методология формирования агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции. Формирование и проектирование агротехнологий осуществляется в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия, обусловленных совокупностью природных и социально-экономических факторов.

Исходной позицией классификации является точный экологический адрес агротехнологии. Это агроэкологический тип земель, составленный из элементарных ареалов агроландшафта в пределах агроэкологической группы земель, для которой разрабатывается адаптивно-ландшафтная система земледелия.

В пределах группы эрозионных земель выделяются:

1. Слабозерозионные типы земель,
2. Среднеэрозионные типы земель,
3. Сильноэрозионные типы земель;

В группе солонцовых, которым соответствуют различные агротехнологии:

1. слабосолонцовые,
2. сильносолонцовые.

Следующая позиция - производственное назначение возделываемой культуры по характеру использования продукции, например, пшеница продовольственная или кормовая; ячмень фуражный или пивоваренный; кукуруза на зерно или силос.

Агротехнологии возделывания одной и той же культуры могут различаться по способу производства. Например, возделывание пшеницы на плакорных, дефляционных и солонцовых землях существенно

различается.

Совокупность агротехнологий - это не просто набор способов возделывания культур в агроландшафте и хозяйстве, а интегрированные элементы системы земледелия.

Через них реализуется деятельность товаропроизводителя. Система земледелия - средство оптимизации агроландшафта, а агротехнология - средство управления агроценозом и культурами в нем. В единую систему управления агроландшафтом они объединяются через севообороты, систему удобрений и защиты растений, а на более высоком уровне через структуру угодий и пашни, противоэрозионную и мелиоративную организацию территории.

Агротехнологии при этом не теряют индивидуального значения, так как для сорта нужны особая система управления продукционным процессом и специфические технологические операции.

Для агроэкологической и экономической оптимизации производства необходим пакет агротехнологий, дифференцированных по агроэкологическим условиям и уровню интенсификации производства, квалификации товаропроизводителей.

Одновременно ведут проектирование систем земледелия и землеустройство на ландшафтной основе. При этом исключают из активного оборота вовлеченные эрозионные, солонцовые и другие неплодородные земли. Размеры полей должны соответствовать требованиям контроля вредителей и болезней растений, условиям ландшафта. Они не должны быть большими.

Высокоинтенсивные (точные) агротехнологии занимают особое положение. Создаются для сортов с высоким генетическим потенциалом продуктивности и качества продукции, который реализуется точным регулированием продукционного процесса по микропериодам органогенеза.

Для этого необходимы дружный рост и развитие растений, что обеспечивается точным размещением семян на одинаковую глубину в условиях ровной поверхности на полях с однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности, почвенного плодородия.

Почвенно-микроландшафтная неоднородность усложняет технологический процесс из-за необходимости маневрирования технологическими операциями в изменяющихся режимах доз удобрений, препаратов и т.п.

По мере усложнения почвенно-ландшафтных условий ограничиваются возможности интенсификации агротехнологий без специальных мелиораций, или она исключается. При наличии почвенных мозаик, ташетов повышенной контрастности, почвенных комплексов с западинным микрорельефом исключаются как высокоинтенсивные, так и интенсивные агротехнологии. На комплексах с пятнами солонцов и других неблагоприятных почвах с благоприятным микрорельефом применяют интенсивные и, ограниченно, высокие агротехнологии после их мелиорации.

Агротехнологии разрабатывают для различных агроэкологических групп земель, разных уровней интенсификации производства и категорий товаропроизводителей на основе нормативов.

Применение высоких агротехнологий минимизирует экологические риски химического загрязнения по сравнению с интенсивными агротехнологиями, предотвращает деградацию почв и ландшафтов по сравнению с нормальными и экстенсивными агротехнологиями.

В первом случае это происходит благодаря применению сортов устойчивых к вредным организмам и сокращению химических обработок, использованию биопрепаратов, точному внесению агрохимических средств, повышению роли биологического азота в питательном балансе агроценозов.

Во втором случае сокращается уплотняющее воздействие на почву движителей машин благодаря постоянной технологической колее, происходит обогащение почвы растительными остатками вследствие повышения продуктивности агроценозов, регулирование почвенных режимов.

Фактический уровень интенсификации агротехнологий в хозяйстве выбирается в зависимости от производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя. При наличии сортов интенсивного типа и агрохимических ресурсов, необходимых для оптимального питания растений и интегрированной защиты от вредных организмов, практикуются интенсивные технологии с постоянной технологической колеей для ухода за посевами.

Уровень и качество урожая планируются исходя из нормативов влагопотребления и других высоких показателей, достигнутых в передовых хозяйствах региона с использованием отечественной техники. Для выполнения этих агротехнологий требуется высокая профессиональная подготовленность агрономов-технологов, потому как ошибки и необоснованные сокращения технологических операций сводят на

нет все усилия и затраты.

Если не позволяет уровень квалификации специалистов, обеспеченность ресурсами или агроэкологические условия хозяйства (засушливость климата, сложный почвенный покров, рельеф), следует ориентироваться на нормальные агротехнологии, выполняемые с учетом защиты почв от эрозии и дефляции, в которых используются пластичные сорга растений, агрохимические средства применяются в режиме компенсации дефицитов элементов питания, устранения повышенной кислотности, солонцеватости почв и защиты растений от вредных организмов. Данные агротехнологии отвечают среднему уровню агрономической культуры.

Отдельно располагаются экстенсивные агротехнологии, рассчитанные на использование естественного плодородия почв. Они сопровождаются деградацией почв и ландшафтов, поскольку проведение почвозащитных мероприятий здесь невозможно или затруднено без применения агрохимических средств. С традиционными экстенсивными агротехнологиями не следует смешивать альтернативные агротехнологии, которые выступают под различными названиями.

Агротехнологии возделываемых культур, как и системы земледелия, не могут быть универсальными. При многоукладной экономике агротехнологии должны быть дифференцированными применительно к каждой ее форме.

Специфика малочисленных коллективов - это узкая специализация севооборотов, подбор культур толерантных к срокам посева и уборки, что предохраняет от перегрузок людей, участвующих в проведении полевых работ.

При большой нагрузке пашни на человека высока доля чистого пара, обработка почвы сведена до минимума, особенно за счет совмещения технологических операций при обработке почвы, внесении удобрений, посева и прикатывании.

При формировании агротехнологий операции объединяют в блоки (технологические модули): осенней (зяблевой) или паровой обработки почвы; подготовки семян к посеву; весенней обработки почвы и посева; ухода за посевами; уборки урожая. Управление посевами в интенсивных агротехнологиях основывается на знаниях биологии культуры, общей технологической подготовленности, опыте хозяйствования в природно-климатических условиях.

В качестве примера проследим проектирование высоких агротехнологий возделывания полевых культур.

Основная задача высоких агротехнологий - последовательная оптимизация регулируемых лимитирующих факторов, максимальное использование ФАР, тепла, влаги и генетического потенциала растений. Нарушение продукционного процесса, явившееся следствием природных катаклизмов или технологических ошибок, снижает их эффективность. Поэтому высокие технологии применяют в благополучных природных условиях с минимальной вероятностью стрессовых ситуаций, при наличии профессиональных исполнителей, владеющих последними достижениями научно-технического прогресса.

При выполнении таких агротехнологий сводятся к минимуму экологические риски химического загрязнения, так как используются сорта устойчивые к вредным организмам, применяются высокоэффективные биопрепараты, по назначению вносятся агрохимические средства, повышается роль биологического азота в питательном балансе агроценозов.

За счет сокращения уплотняющего воздействия на почву рабочих органов сельскохозяйственных машин, благодаря технологической колее, обогащения почвы растительными остатками, рационального регулирования почвенных режимов предотвращается деградация почв и ландшафтов.

Применение высоких технологий возросло. Появились географические информационные системы (ГИС) и глобальные спутниковые системы позиционирования (ГСП), позволяющие через бортовой компьютер управлять технологическими операциями.

Имеются сельскохозяйственные машины, у которых норму высева, дозы вносимых удобрений и средств защиты растений меняют в ходе движения агрегата по полю. Решающая роль принадлежит информационному обеспечению принятия, исполнения и контроля решений.

Разработка программы управления в точном земледелии начинается с исследования variability почвенного покрова, на их основе создаются электронная карта поля и программа дифференцированной агротехнологии. Полученные результаты вводятся в стационарный и бортовой компьютеры, реализующий их выполнение. Удобрения вносятся по программе «online», где содержание азота в растениях измеряется в процессе движения агрегата и по его дефициту, когда обеспечивается сигнал, регулирующей дозу внесения.

Для точных агротехнологий необходимы:

1. Навигационная система - глобальная система позиционирования (ГСП) с вводом данных в бортовой компьютер.

2. Комбайны для уборки урожая с измерением его величины, в соответствии с которой бортовой компьютер задает скорость движения агрегата, оборотов молотильного барабана и другие необходимые параметры. Использование таких комбайнов - первый шаг в переходе к точному земледелию.

3. Аппаратура для исследования изменчивости характеристик почвы в пределах поля с использованием автоматизированных средств, размещаемая на движителе, или на прицепном устройстве.

4. Рабочие органы сельскохозяйственных машин с компьютерным управлением технологическими операциями (норма высева, дозы внесения удобрений и средств защиты растений).

5. Стационарный компьютер с программным обеспечением, выполняющий следующие функции:

- ведение картотеки полей с использованием геоинформационных систем (ГИС);
- анализ вариабельности характеристик почвенного и растительного покровов;

6. формирование программы и ее запись на диск. Бортовой компьютер с программным обеспечением, реализующим программу управления, осуществляющий:

- прием сигналов от ГСП и других датчиков в процессе движения агрегата по полю;
- накопление данных с использованием ГИС-технологии;
- управление технологическими операциями.

В базе данных накапливается и хранится информация, относящаяся к хозяйству, состоянию полей, возделываемым культурам, сортам, также архивная и текущая метеорологическая информация, необходимая для выработки технологических решений. Данные по каждому полю формируются в системе географических координат, позволяющих осуществлять «привязку» ГСП-сигнала в процессе реализации технологии.

Управление осуществляется следующим образом: зерноуборочный комбайн, оборудованный ГСП-приемником, движется по полю, его положение определяется и фиксируется с точностью до нескольких метров. Если комбайн оборудован оптическим датчиком учета потоков зерна, то при объединении этих двух параметров (координат комбайна и количества зерна, поступающего в единицу времени) можно получить карту варьирования урожая.

При этом отбор образцов почвы для химического анализа и анализ данных дистанционного зондирования проводят с точной привязкой местоположения образца к карте урожая с использованием базы данных ГИС.

Далее разрабатывается стратегия обработки поля на следующий год, решается, какие удобрения следует вносить, и как будет изменяться их количество внутри участка.

Генерация оптимальной стратегии обработки поля осуществляется с помощью специального программного обеспечения, интегрированного в среду, ГИС и использующего базу данных этой системы. Стратегия обработки формируется в среде ГИС в виде тематической карты обработки.

Весной следующего года полученная карта загружается в ГИС бортового компьютера сельскохозяйственной машины, вносящей органические и минеральные удобрения. Прибыв на обрабатываемое поле, тракторист включает ГСП-приемник для определения местоположения, а компьютер отдает команду на внесение того удобрения, которое запланировано в необходимом количестве, как только трактор достигает требуемой точки на поле. Компьютерная система фиксирует движение трактора и может напомнить механизатору, какие участки поля остались необработанными.

Приемники глобальных позиционных систем, установленные в любом объекте (машине, агрегате) пеленгуют сигналы со спутников. Точность при этом может составлять от нескольких метров до сантиметров. Другое необходимое условие - наличие программного обеспечения, позволяющего обрабатывать и показывать пространственную информацию.

Предполагается, что ГИС содержит информацию о содержании гумуса, фосфора, калия, кислотности, агрофизических характеристиках поля. Там, где по данным ГИС плодородие участка высокое, норма внесения удобрений автоматически уменьшается, и, наоборот, там, где ожидается недобор урожая - доза удобрений увеличивается. Техника для внесения ядохимикатов оборудована автоматической системой контроля сорной растительности на поле, поэтому средства защиты вносят автоматически в местах появления сорняков.

Одной из важнейших предпосылок внедрения точного земледелия является наличие подробных почвенных карт и банка данных по почвенному блоку. Измерение изменчивости в агроценозе и управление им основывается на картах урожайности, которые создаются путем

фиксации текущих значений урожая.

Совокупность адаптивно-ландшафтных систем земледелия в пределах природно-сельскохозяйственной провинции названа зонально-провинциальным агрокомплексом.

В пределах землепользования достаточно крупных хозяйств может встречаться несколько агроэкологических групп земель, для которых должны разрабатываться соответствующие адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Их совокупность в пределах сельскохозяйственного предприятия называется хозяйственным агрокомплексом.

Контрольные вопросы

1. Построение адаптивно-ландшафтной системы земледелия
2. Нормативы оптимального соотношения природно-сельскохозяйственных угодий в фермерском хозяйстве.
3. Антропогенные и естественные ландшафты
4. Экологическая устойчивость ландшафта
5. Методика расчета экологической стабильности агроландшафта
6. Как рассчитать коэффициент экологической стабильности территории?

Глава 25. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, ГРУППИРОВКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Основой проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия является структура почвенного покрова (СПП) - закономерное пространственное размещение почв, связанное с литологогеоморфологическими условиями.

Первичной единицей почвенного покрова является элементарный почвенный ареал (ЭПА) - участок территории, занятый одной почвой, относящейся к какой-либо классификационной единице наиболее низкого ранга.

Элементарные почвенные ареалы (ЭПА), чередуясь в пространстве, образуют почвенные комбинации (ПК), которые образуют структуру почвенного покрова.

В зависимости от рельефа, состава и свойств почвообразующих пород различают:

- микрокомбинации
- мезокомбинации.

Микрокомбинации включают мелкие контуры почв, связанные с микрорельефом, мезокомбинации представляют чередования крупных ЭПА и микрокомбинаций, связанных с мезорельефом или пространственной неоднородностью почвообразующих пород.

Показателем, по которому группируют почвенные комбинации, является контрастность входящих в состав ЭПА.

Контрастность почвенного покрова - степень различия свойств, состава и плодородия соседних почв, т.е. степень качественной дифференциации почвенного покрова.

С учетом контрастности почв, их генетической связи и размеров ЭПА, В.М. Фридланд выделил шесть классов почвенных комбинаций:

Комплексы - это микрокомбинации с регулярным чередованием мелких пятен (через несколько метров или десятков метров). контрастно различающихся почв. Образование комплексов обусловлено влиянием на почвообразование микрорельефа и неравномерного распределения солей в материнской породе. С точки зрения хозяйственного использования комплекс воспринимается как единое целое.

Пятнистости - микрокомбинации небольших по площади неконтрастных пятен почв. Отличаясь от комплексов меньшей контрастностью, пятнистости характеризуются более благоприятными условиями для сельскохозяйственного использования.

Сочетания - почвенные комбинации, в которых регулярно чередуются крупные ЭПА (порядка гектара и десятка гектаров). контрастно различающихся почв, которые имеют свое особое хозяйственное использование. Почвы пониженных элементов рельефа находятся под влиянием почв более высоких участков в связи с перераспределением веществ с поверхностными и грунтовыми водами, то есть генетическая связь между компонентами носит однонаправленный характер.

Вариации - это мезокомбинации, в которые входят средне- и крупноконтурные ареалы неконтрастных почв с односторонней генетической связью.

Мозаики - контрастные комбинации почв, обусловленные изменениями в пространстве состава и свойств почвообразующих пород.

Ташеты - неконтрастные комбинации почв, обусловленные различными типами растительности или сменой почвообразующих пород. В ташетах и мозаиках генетические связи между компонентами слабые или отсутствуют.

Неоднородность почвенного покрова в пределах одного поля севооборота приводит к пестроте урожайности. Это является следствием

не только различий в плодородии почвенных комбинаций (ПК), но и отклонений от оптимальных сроков обработки почвы, посева и ухода за растениями.

Поэтому при производственной оценке структуры почвенного покрова основное внимание уделяется агрономической однородности и агрономической совместимости почв участка.

Агрономическая однородность обусловлена однородными свойствами и режимами почв, проявляется в слабом варьировании продуктивности возделываемой сельскохозяйственной культуры.

Понятие агрономической совместимости введено И.И. Кармановым, который выделяет 3 типа структур почвенного покрова (СПП):

Агрономически однородная СПП - применяют одинаковые комплексы мелиоративных и агротехнических мероприятий в оптимальные сроки, формируется близкая урожайность полевых культур. Включают в состав одного поля севооборота. Почвенные комбинации представлены пятнистостями или вариациями.

Агрономически неоднородная совместимая СПП - относят почвенные комплексы (ПК), компоненты которых требуют небольших различий в системах мелиоративных и агротехнических мероприятий при общей их однотипности и близких сроках проведения. Включают в состав одного поля.

Агрономически несовместимые СПП - по структуре почвенного покрова участки требуют различной агротехники и мелиоративных приемов, не допускают проведения полевых работ в одни и те же сроки. В связи с этим их не включают в состав одного поля.

Среди многочисленных свойств почвы вначале формируют группу, которую делят на подгруппы.

Первая подгруппа показателей характеризует вещественный состав почвы. Базовым показателем подгруппы является гумусовое состояние почв, с характеристиками которого тесно коррелируют агрохимические и физико-химические показатели.

Вторая подгруппа включает показатели, оказывающие долгосрочное и устойчивое влияние на экологическое равновесие по сравнению с показателями гумусового состояния почв. К ним относятся гранулометрический состав почв, обуславливающий воднофизические, физико-механические и другие свойства.

Третья подгруппа показателей - это минералогический состав почв, включающий набор первичных и вторичных минералов, опреде-

ляющих резервы элементов питания, обуславливающих состав поглощенных катионов и анионов в почвенном поглощающем комплексе (ППК), а также уровень поглощения загрязняющих веществ.

В особую группу выделяют показатели: расчлененность территории, уровень залегания грунтовых вод, степень и характер их минерализации, свойства почвообразующих пород.

В отдельной важной группе представлены показатели, являющиеся результатом воздействия человека на экосистемы и обуславливающие экологическое состояние почв: степень эродированности, контурность, конфигурация полей и участков, степень распаханности территорий, степень загрязнения почв тяжелыми металлами, радионуклидами и углеводородами.

В самостоятельную группу входят показатели, регламентирующие технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур. К ним относятся: мощность пахотного слоя, плотность и завалуненность почвы, водопрочность структуры, реакция почвенной среды, содержание питательных элементов, потенциальная засоренность почвы и наличие органов размножения вредных организмов.

Конечная цель экологической оценки почв заключается в оптимизации их свойств и постепенное повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий с минимальными ресурсными затратами.

Наряду с агроэкологической оценкой и группировкой земель учитывают их территориальную расчлененность и удаленность от хозяйственных центров и животноводческих ферм.

Для хозяйств Нечерноземной зоны с большой площадью сельскохозяйственных угодий (10-15 тыс. га. их целесообразно делить на: прилегающие к хозяйственным центрам в радиусе 3-5 км, среднеудаленные в радиусе 5-7 км и удаленные в радиусе более 7 км.

Такая дифференциация необходима для более рационального размещения посевов сельскохозяйственных культур, исключающего большие транспортные расходы на перевозку с дальних полей урожая малотранспортабельных кормовых культур - корнеплодов, зеленого корма, силосной массы, а также вывоз большого количества органических удобрений (подстилочного и жидкого навоза, сапропеля, компостов).

Дальние перевозки удобрений снижают рентабельность их применения, а подвоз кормов с дальних полей увеличивает себестоимость животноводческой продукции.

Сельскохозяйственный ландшафт - ландшафт, используемый

для целей сельскохозяйственного производства, формирующийся и функционирующий под его влиянием.

Сельскохозяйственный ландшафт как антропогенно-природный ландшафт, обусловленный сельскохозяйственной деятельностью, в котором природная основа сочетается с производственной инфраструктурой. Данную категорию определяют, как природно- сельскохозяйственный ландшафт.

При формировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия используют понятие агроландшафта.

Агроландшафт - это геосистема, выделяемая по совокупности ведущих агроэкологических факторов, функционирование которой происходит в пределах единой цепи миграции вещества и энергии.

С точки зрения агроэкологической типологии земель агроландшафт соответствует агроэкологической группе земель. С позиций генетико-морфологической структуры он соответствует ландшафту, местности, урочищу или подурочищу.

При сильной расчлененности территории агроландшафт соответствует ландшафту, в пределах которого необходима противозерозионная система земледелия.

В случае крупных форм мезорельефа агроландшафты соотносятся с подурочищами. Использование морфологических единиц природного ландшафта (подурочище, урочище, местность) при структуризации агроландшафтов необходим для организации и экологического нормирования территории.

Наименьшей структурной единицей ландшафта является фация - природно-территориальный комплекс, на протяженности которого сохраняется одинаковая литология поверхностных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения, один микроклимат, одна почвенная разность и один биоценоз.

Первичная структурная единица агроландшафта включает одну или несколько фаций составляющих единое целое с точки зрения земледельческого использования рассматривается элементарный ареал агроландшафта (ЭАА).

Подурочище состоит из группы фаций, тесно связанных генетически и динамически вследствие их общего положения на одном из элементов мезорельефа, склона одной экспозиции.

Урочище состоит из сочетания подурочищ и фаций, совмещающийся с формой мезорельефа и вследствие этого обладающей ярко выраженным генетическим единством и динамической сопряженностью

составляющих его морфологических частей.

Местность - это система урочищ, сформированная на определенном комплексе форм рельефа одинакового генезиса и характеризующаяся однотипным геологическим фундаментом.

Классификация земель включает агроэкологические группы и подгруппы, классы, разряды, роды, подроды, виды и подвиды.

I группа - плоские дренированные равнины с автоморфными зональными почвами. При разделении подзональной провинции на экологические группы земель по условиям формирования адаптивноландшафтных систем земледелия выделяют группы плакорных земель, в наибольшей степени соответствующих зональнопровинциальным условиям.

В степной и сухостепной зоне - это равнинные территории, почвенный покров которых представлен автоморфными зональными почвами на четвертичных отложениях с ограниченным перераспределением осадков и других агроклиматических ресурсов.

На таких почвах как черноземы и каштановые начиналось сельскохозяйственное освоение территории Нечерноземной зоны, сложились традиционные системы земледелия с соответствующим набором культур и приемов агротехники, которые впоследствии стали называть зональными.

II группа - эрозионные ландшафты различной сложности на четвертичных отложениях с отдельными выходами на поверхность более древних пород. К ним относятся территории с коэффициентами расчленения свыше 0,5, для которых, характерно значительное перераспределение влаги вследствие поверхностного стока со склонов.

В результате проявляются почвенные засухи и тем сильнее, чем больше расчленен рельеф. Количество осадков, приходящееся на единицу площади, уменьшается в связи с увеличением поверхности почвы.

По степени расчлененности территории выделяют 4 подгруппы земель с коэффициентом расчленения 0,5-1,0; 1,0-2,0; 2,0-3,0 и более 3,0.

С увеличением расчлененности территории (густоты и глубины расчленения) усиливается сток и водная эрозия, усложняется ее дифференциация, что требует различных подходов к выделению и использованию земельных угодий.

III группа - переувлажненные земли имеют одну общую харак-

теристику - экологическое переувлажнение, то есть избыточное увлажнение почв, при котором анаэробный период настолько продолжителен, что угнетает рост и развитие сельскохозяйственных культур.

В степной и сухостепной зонах почва может иметь четкие признаки гидроморфизма и вместе с тем, ее эколого-гидрологические условия вполне благоприятны для нормального роста растений. Такие почвы, обладающие повышенным плодородием за счет дополнительного поверхностного и грунтового увлажнения, выделяют в особые агроэкологические подгруппы.

Переувлажнение земли разделяется на 2 подгруппы соответственно характеру их использования;

А. почвы, на которых наблюдается угнетение чувствительных к избыточному увлажнению культур в годы с превышением климатической нормы осадков. Улучшение достигается эксплуатационной планировкой (выравнивание микрорельефа), глубоким рыхлением почвы;

Б. земли, которые требуют устройства дренажа для большинства полевых культур. Особую подгруппу представляют пойменные земли, увлажненные и заболоченные поверхностными водами.

IV группа - литогенные земли, сформированные на древних почвообразующих породах и их дериватах (продуктах размыва и переотложения), имеют ограниченные возможности их сельскохозяйственного использования.

V группа - солонцовые земли. К данной группе относятся почвенные комплексы с участием солонцов более 10%, которые требуют специальных мероприятий и разных систем их использования.

Разделение этих земель на 5 подгрупп целесообразно производить по условиям комплексности и гидрологического режима:

А. комплексы зональных почв с солонцами степными и лугово-степными 10-25%, которые используют в пашне на фоне мелиоративных мероприятий с подбором солонцеустойчивых полевых культур;

Б. комплексы зональных и полугидроморфных почв с участием степных и лугово-степных солонцов 25-50%, ограниченно пригодных для использования в пашне на фоне мелиоративных мероприятий с подбором солонцеустойчивых полевых культур;

В. комплексы луговых почв с солонцами, используемые под сенокосы и пастбища;

Г. комплексы солонцов с зональными солонцеватыми и полугидроморфными почвами;

д) комплексы сильно засоленных солонцов и солончаков.

Классы земель. Разделение агроэкологических групп или подгрупп земель на классы осуществляется по литологии почвообразующих пород.

Классы выделяют по генезису (покровные, лессовидные карбонаты, ледниковые, флювиогляциальные, аллювиальные), подклассы по гранулометрическому составу (глинистые, тяжелосуглинистые, средне- и легкосуглинистые, супесчаные).

Разряды земель выделяют по высотам над уровнем моря с интервалами, отражающими смену экологических условий возделывания сельскохозяйственных культур. На уровне разряда с учетом особенностей местности целесообразно конкретизировать местоположения - очень высокие, высокие, средние, низкие, а речные террасы - верхние, вторая надпойменная, первая надпойменная, пойма.

Роды земель. Подразделение разрядов земель на роды производится в зависимости от положения на мезорельефе, крутизны склонов и типа геохимического ландшафта.

Выделяются роды земель на равнинных дренированных участках с уклоном до 1° (элювиальные ландшафты). Затем определяются роды земель в пределах транзитных ландшафтов (трансэлювиальных и трансэлювиально-аккумулятивных) с учетом крутизны склонов.

Градации их по крутизне склонов устанавливают исходя их степени проявления водной эрозии с учетом местных климатических и метеорологических условий.

Для почв, сформированных на лессовидных отложениях, приняты следующие 6 градаций:

- земли с крутизной склонов $1-3^\circ$, подвержены слабой эрозии, на которых необходимо применение противоэрозионных агротехнических мероприятий;
- земли с уклоном $3-5^\circ$ используют в полевых севооборотах с исключением пропашных культур и выполнением противоэрозионного агрокомплекса;
- земли с уклоном $5-7^\circ$ используют в почвозащитных севооборотах с многолетними травами;
- земли с уклоном $7-9^\circ$, подвержены сильному смыву и размыву, непригодны для возделывания полевых культур и используются в п асб и щеоборотах;
- земли с уклоном $9-15^\circ$ пригодны для ограниченного выпаса;
- земли с уклоном $15-30^\circ$ непригодны для земледелия.

Виды земель. Подроды земель подразделяются на виды по категориям микроструктур почвенного покрова (микрокомбинациям), включающим элементарные почвенные ареалы, комплексы, мозаики, пятнистости и ташеты.

Виды земель подразделяются на подвиды по степени контрастности микрокомбинаций (подвиды первого порядка А. и по сложности почвенного покрова, которая установлена по доле участия компонентов в микрокомбинациях с учетом расчлененности контуров (подвиды второго порядка).

Все агроэкологические факторы выстраиваются с учетом их лимитирующего влияния на возделывание сельскохозяйственных культур и возможностей их преодоления. С этих позиций они разделяются на 4 группы:

А. управляемые факторы - обеспеченность почв элементами минерального питания;

Б. регулируемые - реакция почвы (рН), окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), содержание обменного натрия в ППК, состав поглощенных катионов и степень насыщенности почв основаниями, засоленность, мощность пахотного слоя;

В. ограниченно регулируемые - неоднородность почвенного покрова, связанная с микрорельефом, сложение, структурное состояние почвы, тепловой и водный режим, содержание гумуса в почве;

Г. нерегулируемые - гранулометрический и минералогический состав почвы, глубина залегания коренных пород, рельеф, погодные условия.

В соответствии с характером природных ограничений пригодности земель для возделывания конкретных групп сельскохозяйственных культур выделено 6 категорий:

I категория - это земли, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур без ограничений, за исключением управляемых факторов, которые могут быть оптимизированы путем применения органических и минеральных удобрений. В Нечерноземной зоне это однородные контуры черноземных и каштановых почв, а также пойменных и других зональных почв.

II категория - земли, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур с ограничениями, которые можно устранить агротехническими, мелиоративными и противоэрозионными мероприятиями. Эта категория земель делится на 2 группы:

А. равнинные ландшафты, не подверженные процессам эрозии

и дефляции. В числе лимитирующих факторов преобладают регулируемые (повышенная кислотность или щелочность, солонцеватость, умеренная засоленность, малая мощность горизонта $A_{\text{пах}}$, каменистость, завалуненность, закустаренность и др.).

В числе ограниченно регулируемых факторов могут быть пониженное содержание гумуса, кратковременное переувлажнение, умеренная комплексность почвенного покрова, обусловленная микрорельефом. Из нерегулируемых факторов допускается присутствие неконтрастных комбинаций, обусловленных различной литологией почвообразующих пород;

Б. земли, имеющие помимо ограничений, характерных для первой группы, склонность к проявлению эрозионных процессов. Они располагаются в эрозионном рельефе умеренной сложности. Устранение или минимализация эрозионных процессов на таких землях достигается с помощью обработки почвы поперек склона, щелевания, бороздования, безотвальной обработки почвы с сохранением на поверхности поукосно-пожнивных остатков, измельченной соломы, полосного размещения зерновых культур, паров и многолетних трав при противоэрозионной организации территории.

III категория - это земли, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур с ограничениями, которые могут быть устранены гидротехническими, химическими, лесными и комплексными мелиорациями. В данной категории земель выделены 3 группы: А. переувлажненные почвы с наличием глеевых горизонтов в комплексах с автоморфными почвами, которые можно улучшить путем осушения с помощью дренажных систем;

Б. солонцовые почвы с плотными горизонтами в различных комплексах, которые могут быть улучшены мелиоративными обработками (плантажными, ярусными), сплошной химической или комбинированной мелиорацией (гипсование на фоне плантажа и др.);

В. земли, которые используют только на фоне противоэрозионных, гидротехнических и лесомелиоративных мероприятий при контурной организации территории.

IV категория - земли, мало пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур вследствие неустраняемых ограничений по условиям литологии почвообразующих пород, рельефа, мелиоративного состояния и ограниченных возможностей адаптации. Это малоценные почвы с близким залеганием коренных пород, литогенные почвы на каолиновых корах выветривания, на третичных морских

монтмориллонитовых глинах.

V категория - земли, потенциально пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур после сложных гидротехнических мелиораций. Это болотные, сильнозасоленные аридные почвы (солончаки), использование которых требует больших затрат на создание сложных оросительных или осушенных систем.

VI категория - земли, непригодные для возделывания сельскохозяйственных культур из-за неустранимых ограничений и незначительных возможностей адаптации (могут быть использованы под пастбища, лесохозяйственные угодья и для других целей).

Агроэкологическая оценка земель осуществляется в соответствии с биологическими требованиями сельскохозяйственных культур к условиям произрастания, средообразующим влиянием и агротехнологиями. Эти условия сопоставляются с агроэкологическими параметрами первичных земельных участков (элементарных ареалов агроландшафта - ЭАА), на основании чего делается вывод о степени пригодности их для использования под культуру.

Близкие по условиям возделывания сельскохозяйственных растений ЭАА объединяются в агроэкологические типы земель, в пределах которых формируются производственные участки. Чем выше уровень интенсификации производства, тем точнее соответствующие оценки.

При интенсивной и высокоинтенсивной агротехнологиях эта задача решается на основе математических моделей земледелия с использованием ГИС- технологий, автоматизированного проектирования и реализуется на практике агротехнологическими и информатизационными средствами.

Система агроэкологической оценки культур и соответствующая ей система агроэкологической оценки земель получают предельно конкретизированное достаточно формализованное выражение.

Пока не все аспекты агроэкологической оценки растений разработаны с достаточной полнотой, особенно почвенные, некоторые трудно поддаются формализации. Часть критериев оценки имеют описательный характер и основываются на практическом опыте без экспериментальной проработки, что определяет необходимость развития соответствующих научных исследований. Тем не менее, имеющийся обширный материал позволяет эффективно решать эту задачу при формировании современных систем земледелия.

Система агроэкологической оценки культур включает позиции.

1. Оценка сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям к условиям произрастания:

- отношение растений к свету;
- требования растений к теплообеспеченности и температурному режиму;
- отношение растений к влагообеспеченности, водному и воздушному режимам почв;
- требования растений к физическим условиям почв, их сложению и структурному состоянию;
- потребность растений в элементах питания и характер их потребления;
- отношение к реакции почвы (рН);
- устойчивость сельскохозяйственных культур к эродированным и техногенно-нарушенным почвам;
- отношение растений к фитосанитарным условиям почвы;
- чувствительность растений к загрязнению почв тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами;
- реакция растений на загрязнение воздуха.

2. Оценка сельскохозяйственных культур по влиянию на почву и ландшафт в связи с биологическими особенностями и технологиями возделывания:

- оценка культур по количеству растительных остатков, поступающих в почву и их качественному составу;
- влияние растений на симбиотическую и ассоциативную азот-фиксацию;
- влияние культур и технологий на сложение и структурное состояние почв; оценка растений по характеру их влияния на водный режим почв;
- оценка фитомелиоративного влияния растений на почву;
- оценка культур по влиянию на фитосанитарное состояние почв, на накопление специфических видов сорняков, болезней и вредителей;
- влияние на почвоутомление.

Помимо учета состояния и оценки культурных растений немаловажное значение имеет оценка агроклиматических условий по ряду показателей.

3. Термические показатели:

- среднегодовая температура;
- среднемесячные температуры самого холодного и самого теплого месяцев;

- среднемноголетние минимальная и максимальная температуры самого холодного и самого теплого месяцев;
- абсолютные минимум и максимум температуры;
- сумма температур выше 15, 10 и 5°C за вегетацию;
- длительность периодов со среднесуточными температурами выше 5, 10 и 15°C (длительность вегетационного периода для многолетних трав, большинства полевых культур, теплолюбивых культур);
- даты прохождения среднесуточных температур через 0, 5, 10 и 15°C весной и осенью (даты начала и окончания полевого периода, вегетации многолетних трав, большинства полевых культур, теплолюбивых культур);
- даты первого осеннего и последнего весеннего заморозков среднемноголетние и экстремальные - самые ранние осенние, самые поздние весенние;
- длительность безморозного периода;
- даты промерзания и оттаивания почвы;
- даты устойчивого прогревания почвы до 5 и 10°C на глубине 0,05 и 0,1 м;
- сумма среднесуточных температур почвы выше 10°C на глубине 0,05 и 0,1 м.

4. Показатели влагообеспеченности:

- сумма осадков за год;
- сумма осадков за вегетацию;
- коэффициент увлажнения;
- суммы осадков за зиму, весну, лето, осень;
- характер выпадения осадков;
- вероятность выпадения ливней и сильных дождей в отдельные периоды;
- число дней в году с ливнями и сильными дождями;
- вероятность проявления засух в отдельные периоды вегетации;
- число дней в году с засухой;
- продолжительность засух;
- запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-0,2 м осенью перед началом сева озимых и в слое 0-1,0 м весной.

5. Показатели ветрового режима:

- годовая роза ветров;
- средняя скорость ветра в году и в отдельные периоды вегетации;
- вероятность скоростей ветра выше 5 м/с в отдельные периоды вегетации;

- число дней в году со скоростью ветра выше 5 м/с;
- вероятность суховеев в отдельные периоды;
- число дней в году с суховеями;
- длительность суховеев.

б. Показатели условий перезимовки:

- даты установления и схода снежного покрова;
- средняя высота снежного покрова;
- влажность почвы перед промерзанием и установлением устойчивого снежного покрова;
- вероятность наступления оттепелей;
- число дней в году с оттепелями;
- продолжительность оттепелей.

Выбор культуры и сорта для региона, хозяйства и поля осуществляют на основе оценки их биологических требований и средообразующего влияния.

Показатели агроэкологической оценки культур, указанные в паспорте сорта, сравниваются с параметрами агроландшафта. На плодородных почвах выращивают требовательные высокоурожайные культуры, имеющие недостаточно мощную корневую систему (пшеница яровая и озимая, ячмень, горох, лен).

Менее требовательны к плодородию почвы культуры, отличающиеся развитой корневой системой или повышенной усваивающей способностью корней (рожь, сорго, овес, нут, чина, люпин, сераделла, гречиха). Они меньше снижают урожайность при выращивании на смытых, супесчаных малоплодородных почвах.

На эродированных почвах сильнее снижают урожайность картофель, подсолнечник, пшеница, просо. Их необходимо выращивать на не смытых почвах.

Среднетребовательные культуры (ячмень, гречиха, зернобобовые, однолетние травы) допустимо возделывать на склоновых почвах средней эродированности. На сильносмытых почвах выращивают малотребовательные культуры (овес, озимую рожь, люцерну, эспарцет, донник, житняк).

На почвах с щелочной реакцией почвенного раствора высевают люцерну, нут, капусту, с нейтральной или слабокислой - пшеницу, ячмень, кукурузу, зернобобовые (кроме люпина), подсолнечник, клевер, на кислых почвах - люпин, сераделлу, турнепс, брюкву, картофель. Рожь, овес, гречиха, просо, тимофеевка - малотребовательны к реакции почвенного раствора.

На засоленных почвах высевают люцерну желтую, лядвенец рогатый, донник, житняк, нут, ячмень, арбуз, сафлор, рапс, горчицу и сахарную свеклу. Неустойчивы к засолению фасоль, гречиха, кукуруза, клевер луговой, клевер ползучий, лисохвост. На тяжелых хорошо гумусированных почвах растения страдают от засоления меньше, чем на малогумусных песчаных почвах.

На карбонатных почвах удаются представители семейства бобовых (эспарцет песчаный, донник желтый и белый, люцерна желтая, нут, соя), мятликовые (овсяница красная, житняк гребневидный, рожь, ячмень, кукуруза), амарант и некоторые виды семейства капустных (вайда красильная, сурепица).

Легкие по гранулометрическому составу песчаные и супесчаные удобренные почвы используют для возделывания озимой ржи, сорго, картофеля, турнепса, арбуза, дыни, эспарцета, люцерны желтой и житняка. Не выносят песчаных почв кукуруза, пшеница, ячмень, горох, сахарная свекла.

Среднесуглинистые почвы подходят для овса, проса, сорго, гречихи, ячменя, подсолнечника, сои, фасоли, гороха, картофеля. Тяжелосуглинистые и глинистые структурные почвы предпочтительны для озимой и яровой пшеницы, ячменя, кукурузы, ржи, подсолнечника, кориандра, нута, фасоли, сахарной свеклы, вики, клевера лугового, донника, люцерны синей.

В засушливых районах лучше сеять короткодневные засухоустойчивые культуры с глубокоразвитой корневой системой или экономно расходующие влагу, имеющие транспирационный коэффициент 250-300: сорго, просо, кукурузу, нут, чину, люцерну, сахарную свеклу, подсолнечник, житняк, во влажных районах северных широт - хлеба, картофель, рапс, гречиху, кормовые бобы, вику, у которых транспирационный коэффициент составляет 450-500 и более.

Лучше обеспечены влагой бывают растения на северных склонах и в низинах, хуже - в верхней части южных склонов.

При подборе культур для залужения пойм учитывают их устойчивость к длительному затоплению. Выдерживают ранневесеннее затопление половодьем до 30-40 дней и более канареечник тростниковидный, бекмания обыкновенная, лисохвост луговой, кострец безостый, пырей ползучий, мышиный горошек. Тимофеевка луговая, клевер белый, клевер розовый, лядвенец рогатый, люцерна желтая среднеустойчивы к затоплению (25-30 дней), пырей бескорневищный, овсяница луговая, мятлик луговой - слабоустойчивы (до 15 дней), эспарцет,

клевер луговой, люцерна синегибридная, ежа сборная, житняк гребневидный неустойчивы к затоплению (4-10 дней).

Кратковременное затопление (10-15 до 20 дней) выдерживает озимая пшеница и рожь. При летней повышенной температуре многолетние травы выдерживают затопление не более 20-26 ч и зерновые культуры - 5-12 ч.

Правильный выбор сортов позволяет повысить урожайность культуры, эффективно использовать почвенно-климатический потенциал, увеличить окупаемость затрат.

Внедрение новых сортов - экологически безопасный фактор повышения урожайности на 30-50%. Новые сорта обладают высокой продуктивностью, быстрым начальным ростом, высокой интенсивностью фотосинтеза, улучшенным соотношением основной и побочной продукции.

Успех возделывания сорта определяется тем, насколько ритм его развития вписывается в характерный для региона ход метеорологических факторов. Поэтому для каждого региона, зоны и микрзоны выделены наиболее адаптивные и высокопродуктивные сорта. В арсенале земледельца имеется большой набор сортов, отличающихся по биологическим и агроэкологическим особенностям, потенциалам продуктивности.

Сорта интенсивные, обладающие высоким потенциалом продуктивности, устойчивые против полегания, с узким соотношением зерна и соломы требуют лучших условий произрастания, своевременной высококачественной подготовки почвы, оптимальных сроков сева, высоких доз удобрений, эффективной защиты от сорняков, болезней и вредителей, чем сорта пластичные, менее прихотливые и более выносливые к недостаткам питания, и агротехники.

Наряду с интенсивными необходимо иметь полуинтенсивные сорта и гибриды, у которых сохранились устойчивость и толерантность к неблагоприятным факторам среды. Для создания сортов и гибридов интенсивного типа с широкой нормой реакции, адаптивности и устойчивости преодолевают противоречие между продуктивностью и устойчивостью.

Трудность представляет проблема устойчивости к засухе и другим абиотическим факторам среды. Причина их - полигенность указанных признаков. Интенсификация продукционного процесса в сортах и гибридах за счет перераспределения метаболитов из вегетатив-

ной в генеративную сферу приводит к ослаблению защитных механизмов в растениях, снижению уровня резистентности и толерантности.

Генетически детерминированная карликовость у озимой пшеницы часто сопряжена со слабой зимостойкостью, мелкой корневой системой, пониженным качеством зерна, повышенной склонностью к поражению грибными болезнями.

При выборе сорта необходимо иметь информацию о районированных и перспективных сортах полевых культур, представляющих интерес для возделывания в хозяйстве на различных категориях земель и элементах агроландшафта при различных уровнях интенсификации.

Важнейшие критерии отбора сортов - длительность периода вегетации, потенциальная урожайность, качество продукции, устойчивость к погодным стрессам, устойчивость к вредным организмам, засухоустойчивость, устойчивость к неблагоприятным почвенным условиям (засолению, солонцеватости и др.).

Исходной позицией при подборе сортов является сопоставление требований сорта теплу с фактической теплообеспеченностью участка и учетом его положения на мезорельефе. При этом учитывают длительность вегетационного периода сорта, потребность в сумме активных температур с длительностью теплого периода, суммой активных температур с указанием среднемноголетней обеспеченности.

В описании перспективных сортов приводят данные среднелиматически обеспеченной урожайности и качества продукции при экстенсивной, нормальной, интенсивной и высокой технологиях возделывания на основе экспериментальных материалов/

При выборе сорта учитывают не только урожайность и качество, но и комплекс хозяйственно-полезных показателей:

- пригодность для выращивания в конкретных почвенно-климатических условиях;
- устойчивость к болезням и вредителям;
- конкурентоспособность с сорняками;
- устойчивость к полеганию;
- развитость корневой системы;
- устойчивость к стрессовым факторам;
- морфобиологические, технологические и потребительские свойства.

При выборе сорта мягкой или твердой пшеницы учитывают:

- форму (озимая или яровая);
- направление использования (кормовая, хлебопекарная, крупяная);

- качество зерна и муки (содержание белка, сырой клейковины, ИДК, показатель седиментации, объем хлеба, стекловидность);
- устойчивость к болезням (корневая гниль, мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз, фузариоз);
- устойчивость к стрессовым факторам (зимостойкость, засухоустойчивость,
- устойчивость к полеганию и осыпанию, прорастанию зерен в колосках);
- элементы структуры урожайности (число продуктивных стеблей на 1 м², число колосков в колосе, масса 1000 зерен, масса зерен в 1 колосе).

Важными показателями при выборе сорта являются потребительские качества полученной продукции, которые зависят от ее назначения. У большинства культур выделены ценные по качеству сорта. Выделяют сорта сильной, ценной и мягкой пшеницы, пивоваренные и крупяные сорта ячменя, высокомасличные, высокоолеиновые и крупноплодные сорта и гибриды подсолнечника.

Устойчивость сорта к стрессовым факторам обеспечивает получение урожайности в неоптимальных условиях выращивания. От зимостойкости сортов зависит успешное выращивание озимых и многолетних культур.

Толерантность к низким температурам при прорастании, к заморозкам в фазе всходов, к прохладной погоде и повышенным температурам в период цветения, кратковременной и длительной засухе - важные показатели при выборе сорта.

От сорта зависит устойчивость к полеганию и пригодность к механизированной уборке. Для однофазной уборки гороха подбирают сорта полубезлистного типа с неполегающим, цепляющимся, быстро высыхающим стеблем с нестрескивающимися и одновременно созревающими бобами.

Сорта зерновых культур, устойчивые к полеганию, не требуют применения ретардантов и под них вносят повышенные дозы азота.

Существуют различия между сортами по отзывчивости на удобрения, увлажнение, урожайности, качеству урожая, приспособленности к определенным условиям, устойчивости к вредителям, болезням и реакции на стрессовые факторы. Выбор сорта играет роль в выборе агротехнологий, поскольку генетический потенциал сорта предопределяет урожайность, качество продукции, затратность и устойчивость производства. С помощью технологии реализуются заложенные в сорте возможности. Они должны быть раскрыты в агроэкологическом

паспорте сорта.

Кардинальным путем повышения урожайности полевых культур, ее стабильности является создание трансгенных, генетически модифицированных растений (ГМР). Сдерживающими причинами перевода растениеводства на этот путь развития является биобезопасность.

В результате взаимодействия чужеродных и собственных генов генетически модифицируемого организма, воздействия мутагенных факторов среды возникают наследственные изменения, приводящие к образованию опасных для здоровья людей и окружающей среды токсичных белков и других органических соединений.

Выбирают сорта, отвечающие условиям хозяйства, размещают в севооборотах в соответствии с плодородием почвы и предшественником, возможностями внесения удобрений, сроками и качеством обработки почвы. В хозяйстве необходимо иметь не менее двух-трех сортов, отвечающих условиям и потребностям производства.

Контрольные вопросы

1. Требования к классификации почв с агрономических позиций и с позиций характеристики почв как естественно исторического тела.
2. Состояние проблемы диагностики и систематики антропогенно-измененных почв.
3. Мировая реферативная база почвенных ресурсов (WRB) как средство международной корреляции почвенной номенклатуры.
4. Научное и практическое значение выделения отделов текстурно-дифференцированных и альфегумусовых почв в классификации почв России.
5. Агроэкологическая типология земель.
6. Ландшафтно-экологическая классификация земель.
7. Экологические последствия массовых земледельческих экспансий по В.В. Докучаеву.
8. Агроэкологическая группировка структур почвенного покрова таежно-лесной зоны.
9. Определение потенциальной опасности водной и ветровой эрозии.
10. Ландшафтно-экологический анализ территории.
11. Оценка деградации агроландшафтов и почв.
12. Цель и задачи ландшафтного планирования.

Глава 26. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗВЕНЬЕВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Размещение объектов на территории хозяйства (сельскохозяйственных угодий, полей, сенокосов и пастбищ, производственных участков, лесных насаждений, мелиоративных систем, сооружений, полевых дорог организуется так, чтобы обеспечить регулирование поверхностного и грунтового стока, предотвращение водной и ветровой эрозии, улучшение фитосанитарной обстановки (участие птиц, полезных энтомофагов в регулировании численности вредителей) и условий опыления посевов, улучшение микроклимата.

В эрозионных ландшафтах задача оптимизации земледелия связывается с противоэрозионной организацией территории, которая предусматривает:

- выделение севооборотных массивов с учетом крутизны склона,
- выделение севооборотных массивов с учетом эродированности почв,
- интенсивности современных процессов эрозии;
- выбор и разработку схем севооборотов;
- определение размеров полей и размещение их на территории;
- рациональное размещение лесных полос и других линейных рубежей,
- определение приемов и технологий обработки почвы,
- мест гидротехнических сооружений и способов улучшения суходольных лугов.

При планировании комплекса противоэрозионных мероприятий необходимо чтобы в ходе процессов рельефообразования, под воздействием природных и антропогенных факторов на водосборных бассейнах разного ранга и их склонах сложились различные почвенноэкологические условия, что обусловлено выделением ландшафтных полос - эрозионных земельных фондов.

В приводораздельной части склонов крутизной до 2-3° почвы несмытые и слабосмытые. Процессы эрозии протекают слабо, интенсивность смыва не превышает скорость естественного почвообразова-

тельного процесса (1-2 т/га). Но эта территория является ареной формирования стока, который, поступая на присетевые участки склонов и в гидрографическую сеть, приводит к смыву почвы и размыву почвогрунтов, выносу биогенных веществ в водные источники. Здесь противоэрозионные мероприятия направлены на задержание воды на месте или безопасный сброс в зависимости от природной зоны.

В присетевой части на склонах более 2-3° образуется полоса средне- и сильносмывтых почв, характеризующихся пониженным содержанием гумуса, ухудшенными водно-физическими и химическими свойствами, сильной податливостью эрозии. Здесь протекают процессы смыва за счет собственного стока и подтока с вышележащей территории, поэтому противоэрозионные мероприятия направлены на защиту почв от смыва, восстановление и повышение плодородия.

В гидрографической сети протекают процессы размыва и смыва, распространены сильно и весьма сильно смывтые почвы, но имеются несмытые, слабо- и среднесмытые, намытые почвы. Мероприятия на этих угодьях направлены на предохранение их от размыва и смыва.

Приводораздельные, присетевые склоны, земли гидрографической сети выделяют в виде ландшафтных поясов (фондов. при составлении ландшафтных карт местности: приводораздельный и присетевой. Для этих фондов определяется характер использования и набор противоэрозионных мероприятий.

Рекомендуется классификация склоновых земель, в соответствии с которой на территории от водораздела до дна гидрографической сети выделяются 3 земельных фонда (ландшафтные полосы):

приводораздельный - это ровные участки и пологие склоны, имеющие крутизну до 2° на каштановых и светло-каштановых почвах и 3° на черноземах и темно-каштановых почвах;

присетевой - земли крутизной свыше 2-3°, примыкающие к гидрографической сети; гидрографический - берега, крутосклоны (обычно круче 7-8°) и днища лощин, суходолов (балок) и речных долин обычно с малой крутизной.

Рекомендуются земли на приводораздельных склонах крутизной меньше 3-4° использовать интенсивно в зернопропашных или зернопаропропашных севооборотах с максимальным насыщением парами и пропашными культурами.

Земли на присетевых склонах круче 3-4°, где наиболее интенсивно протекают эрозионные процессы, отводятся под почвозащитные севообороты с максимальным насыщением малотребовательными к

условиям произрастания и обладающими высокой почвозащитной способностью многолетними травами.

Соотношение культур в севооборотах определяет структуру посевных площадей. На границе между севооборотами и внутри полей размещаются стокорегулирующие лесные полосы поперек склона или по контуру. Защита почв от дефляции осуществляется комплексом мероприятий. Все виды противодефляционных мероприятий делят на 3 группы: организационно-хозяйственные (организация территории), агротехнические и лесомелиоративные.

Организация территории заключается в научно обоснованном размещении полей, сельскохозяйственных культур и сооружений, препятствующих или снижающих развитие дефляции. Включает следующие элементы землеустройства: проектирование сельхозугодий; проведение границ полей; разбивка полей севооборотов, способствующая увеличению устойчивости почв к выдуванию.

При составлении проектов организации территорий анализируют природные условия. Большое внимание уделяется климатическим факторам и факторам, вызывающим дефляцию. Исследуют почвенный покров, степень подверженности дефляции. Для защиты почвы от дефляции необходимо, чтобы длинная сторона полей была перпендикулярна к направлению преобладающих вредоносных ветров и отклонялась от перпендикуляра не более чем на 20-30°.

В зависимости от принадлежности земель к той или иной категории дефляционной предрасположенности планируется вид севооборота, и размещение рабочих участков полей, т. е. проводится внутриполевая организация территории. Суть ее в том, что площадь поля делится на агротехнически однородные участки с учетом особенностей почв, их податливости ветру, удобства для работы сельскохозяйственных агрегатов.

Границы участков должны соответствовать требованиям агротехнически правильного направления противодефляционной обработки (перпендикулярно или близко к этому) по отношению к наиболее вредоносным дефляционным ветрам.

На основе анализа и учета природных условий разрабатывают противодефляционные севообороты и противодефляционную технологию возделывания сельскохозяйственных культур, проектируют противодефляционные лесонасаждения и их системы, дороги, скотопргоны и др. линейные сооружения.

Площади и виды угодий определяются для каждой ландшафтной местности индивидуально. Для степных равнинных ландшафтов доля пашни составляет около 45-50%, площадь полей не должна превышать 100 га.

Степень деградации пашни растет со снижением в структуре площадей доли многолетних трав. Увеличение площадей многолетних трав предполагает сокращение посевов пропашных культур (подсолнечник, кукуруза на корм) и культур сплошного сева (озимые на зерно). Расширение посевов озимых на площадях с большим дефляционным потенциалом обуславливает снижение потерь почвы от дефляции, поскольку это культуры с очень высокой почвозащитной способностью.

Для систем земледелия с большой долей чистых паров и посевов кукурузы на зерно в зонах сильной дефляции требуется особая регламентация, поскольку увеличиваются потери почвы на организуемой территории.

В систему противодефляционной организации территории входят разработка почвозащитных севооборотов, полосное размещение сельскохозяйственных культур, создание кулис и противодефляционное мульчирование почвы.

Почвозащитные севообороты - это организационная основа почвозащитных мероприятий.

Планируется исходя из степени опасности и подверженности дефляции.

На среднедефлированных почвах высокую почвозащитную эффективность имеют севообороты с 40% площади многолетних трав и 20% площади паров.

На слабдефлированных почвах высокий почвозащитный эффект дают четырехпольные зернопаровые севообороты, имеющие 25% площади паров, 50% озимой и яровой пшеницы и 25% зернофуражных культур.

В хозяйствах зернового направления в зоне слабой дефляции наиболее эффективны зернопаровые севообороты, в хозяйствах зерноживотноводческого направления - зернопаровые и зернопропашные севообороты с короткой ротацией. На территории с высоким потенциалом дефляции предлагается 3-5-польный севооборот с полосным размещением чистого пара и озимой пшеницы поперек направления господствующих ветров. Ширина полос 70-100 м.

Полосное размещение предусматривает посев разных культур

по полосам, имеющим определенную ширину. Велика роль такого приема на почвах легкого гранулометрического состава, занятых чистыми парами и пропашными культурами. Ширина полосы чистого пара зависит от ветроэрозионного потенциала территории. Чем он выше, тем меньшей ширины планируются полосы.

Каркасом противодефляционной организации территории являются полезащитно-ветроломные (противодефляционные) лесные полосы. Для определения их параметров требуется оценка следующих факторов: защитная высота, ажурность, число рядов, ориентация относительно вредоносного ветра, ширина межполосного пространства, максимальные скорости (20%-ной вероятности превышения), годовые нормы выдувания почвы, уклоны и ориентация склонов по отношению к вредоносному ветру, параметры шероховатости полей и параметры, характеризующие приемы обработки почвы.

Малопродуктивные аридные территории - земли с гумусированностью почв менее 2,0-2,5%, лежащие в географическом поясе с нормализованным индексом аридности более 0,40. Значительная часть занята пастбищами, подвержена дефляции, засолению, солонцеватости и нуждается в лесомелиоративном обустройстве.

При организации землепользования выделяют 4 лесомелиоративные категории (ЛМК) малопродуктивных аридных сельскохозяйственных угодий по состоянию почвенного и растительного покрова.

Первая - очаги опустынивания, возникшие на пастбищах в результате чрезмерной нагрузки скотом вблизи водопоев, кошар, населенных пунктов и в результате распашки.

Вторая - угодья на заросших и слабозаросших песках разных форм рельефа с различными стадиями почвообразовательного процесса, разобщенными язвами дефляции. Легко подвергаются опустыниванию при повышенной нагрузке скотом и даже частичной распашке.

Третья - площади с супесчаными светло-каштановыми, бурыми полупустынными и другими зональными почвами, предрасположенными к дефляции при сплошной распашке.

Четвертая - сельскохозяйственные угодья на почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава, не подвергающиеся ветровой эрозии при интенсивном выпасе и распашке.

На части малопродуктивных аридных территорий ЛМК возможны (под защитой лесных насаждений) оазисное (богарное и орошаемое) земледелие, садоводство, виноградарство, лесоразведение. Под

пашню отводят площади с плодородными незасоленными почвами. Под сады и виноградники осваивают земли с неглубокими пресными или слабоминерализованными грунтовыми водами. Барханные и бугристые пески отводят под леса защитно-хозяйственного (рекреационно- хозяйственного) назначения.

При проведении лесомелиоративных мероприятий на сельскохозяйственных угодьях, создании защитно-хозяйственных лесонасаждений необходимо иметь информацию о водоснабжении древесных фитоценозов, без которого они не могут существовать в аридном поясе.

Поэтому в пределах лесомелиоративных категорий выделяют лесомелиоративные типы (ЛМТ) территории, различающиеся по обеспеченности создаваемых лесонасаждений, многолетних фитоценозов доступной влагой, что в аридных условиях определяется наличием грунтовых вод и перераспределенных атмосферных осадков.

Первый - территории с пресными (минерализация менее 1 г/л) грунтовыми водами, залегающими на глубине от 3-4 м (песчано-галечниковые отложения, однофазные крупнозернистые пески) до 12-14 м (супеси, суглинки), если в зоне аэрации нет экранных, препятствующих нисходящему росту корней горизонтов (солевого, солонцового).

Рост лесонасаждений определяется биологическими возможностями древесной породы и обеспеченностью ризосферы элементами питания. Существенных изменений солевых и других характеристик почвогрунтов и грунтовых вод не происходит.

Второй - территории с ограниченно доступными грунтовыми водами, если их минерализация превышает 1 г/л.

Третий - территории с ложбинами, потяжинами, пологими склонами, где возможно скапливание воды за счет поверхностного стока, также равнинные пастбища в районах, где снежный покров лежит более 80 дней. Продуктивность и долговечность фитоценозов в этих условиях зависят от количества перераспределенных осадков.

Четвертый - остальные разновидности аридных территорий, не имеющие дополнительного увлажнения. На них при среднегодовой сумме осадков 300-350 мм древесные насаждения лиственных пород гибнут в возрасте 7-12 лет.

Земледелие на малопродуктивных аридных территориях развивается на самых благоприятных по эдафическим условиям местоположениях, имеет оазисное распространение. Земледельческому освое-

нию территорий с легкими почвами, относящихся к ЛМК III, предшествует закладка полезащитных лесных полос.

Система проектируется в сухой степи с размещением 250x1000 м, полупустыне 150x1000 м. Полосы ориентируются поперек направления преобладающих ветров, они 3-4-рядные, ширина междурядий 3-4 м, конструкция ажурная. Ассортимент пород назначается с учетом природно-климатической зоны, водно-солевого режима земель - глубины залегания и минерализации грунтовых вод.

В числе главных пород рекомендуются сосна обыкновенная и крымская, робиния, вяз приземистый, тополя и др. Полосы создают по раннему пару или вспаханной зяби на глубину 0,3-0,4 м. Уход за почвой в полезащитных полосах ведут до смыкания крон.

Фитомелиорация аридных пастбищ проводится с применением пастбищезащитных лесных полос, древесных зонтов, мелиоративно-кормовых, защитно-хозяйственных, затишковых и прифермских насаждений.

Система насаждений, размещенных в определенном порядке, сочетании с природным и сеяным кормовым травостоем позволяет наиболее полно использовать фитоэкологический потенциал территории, превращать хрупкие ландшафты в продуктивные экологически сбалансированные многоярусные лесопастбища.

Контрольные вопросы

1. Понятия природного, сельскохозяйственного ландшафтов и агроландшафта.
2. Противоэрозионная организация территории.
3. Принципы проектирования полезащитных и водорегулирующих лесных полос.
4. Экологические последствия осушительных и оросительных мелиораций.
5. Размещение сельскохозяйственных культур в эрозионных ландшафтах.
6. Принципы проектирования осушительных мелиораций.
7. Вторичный гидроморфизм почв и его проявление в агроландшафтах.
8. Основные направления совершенствования систем обработки почвы в различных природных зонах и агроландшафтах.
9. Системообразующая роль удобрений
10. Функции и природно-ресурсный потенциал ландшафта.

11. Классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

12. Классификация агротехнологий.

Глава 27. СИСТЕМА СЕВООБОРОТОВ

Переход на адаптивно-ландшафтную систему земледелия связан с совершенствованием структуры посевных площадей, которая определяется оптимизацией доли чистого пара, многолетних трав, расширением посевов бобовых культур, введением пожнивных посевов.

Важнейшими принципами формирования структуры посевных площадей являются следующие:

- оптимизация удельного веса чистого пара для обеспечения производства социально и экономически обоснованного количества продукции растениеводства за счет снижения эрозионной нагрузки на пашню и цен на рынке;
- сохранение плодородия почвы на основе биологизации агроценозов путем расширения площади посевов зернобобовых и сидеральных культур, а также многолетних трав;
- оптимизация площади под приоритетными культурами: из зерновых - озимая пшеница, технических - подсолнечник;
- увеличение производства зерна сортов твердой пшеницы;
- улучшение качественного состава предшественников за счет зернобобовых культур, эспарцета и других многолетних трав;
- увеличение биоразнообразия путем введения нетрадиционных культур - рапса, сурепицы, рыжика, сафлора, льна и др.;
- удовлетворение возрастающей потребности в кормах собственного производства за счет зернофуражных, зерновых культур и многолетних трав.

Севооборот является основным звеном современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия, поскольку решает основную задачу - рациональное использование пашни.

В понятие севооборота заложены возможности эффективного использования почвенного плодородия, биологического потенциала сельскохозяйственных культур, агроклиматических и трудовых ресурсов, удобрений, средств защиты растений, машин с целью получения высокого урожая при сохранении и повышении плодородия почвы, охране окружающей среды.

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия Нечерноземной зоны севообороты должны отвечать следующим требованиям:

- универсальность, т.е. пригодность для сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности, размеров, уровня и направленности специализации, интенсивности использования пашни;
- специализация на наиболее рентабельных и рыночно востребованных культурах, учитывающая плодосмен и биологическое разнообразие культур, сортов и гибридов, повышающих устойчивость агроценозов к неблагоприятным условиям;
- различная интенсивность использования пашни в зависимости от экономических и производственных возможностей сельскохозяйственных предприятий;
- биологизация, т.е. использование биологических приемов сохранения почвенного плодородия (травосеяние, сидерацию и азотфиксацию, парование, перелог, внесение измельченной соломы, залужение многолетними травами, консервацию малопродуктивных земель);
- короткоротационность, позволяющая оперативно осваивать севообороты, делающая их приспособленными к условиям небольших крестьянско-фермерских хозяйств;
- насыщенность восстановителями почвенного плодородия, прежде всего чистыми парами, позволяющая малозатратным путем решать фитосанитарные проблемы с минимальным применением средств химизации, снизить потребность в минеральных удобрениях, расширить агротехнически допустимые сроки обработки почвы и тем самым уменьшить зависимость производства от экстремальных погодных и организационно-технологических факторов.

Особое значение севооборот приобретает при решении экологических проблем. Является основой правильно организованной системы почвозащитного и природоохранного землепользования, надежной защитой почвы от эрозии, фундаментальной базовой составляющей адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Роль и значение его возрастает в силу необходимости оптимизации и гармонизации взаимодействия пашни с другими средообразующими угодьями (сенокосами, пастбищами, лесами, водными источниками, заповедниками) в агроландшафтах. Снижает химическое загрязнение почвы и водоемов.

Дифференцированное использование пашни, разных типов севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, позволяет решать задачи по увязке структуры посевных площадей, севообо-

ротом и технологий с требованиями полевых культур, их сортов к плодородию почвы, температурному режиму, обеспеченности питательными веществами и влагой.

Учитывается средообразующая и почвозащитная способность сельскохозяйственной культуры, реакция на степень эродированности почвы, экспозицию и крутизну склонов.

Нарезка полей севооборотов проводится с учетом требований ландшафтного устройства, т.е. в соответствии особенностям рельефа и состоянию почвенного покрова.

При составлении схем севооборотов учитывают конъюнктуру современного рынка, т.е. спрос и цены на сельскохозяйственную продукцию, не нарушая требований правильного чередования культур в севообороте. Увлечение монокультурой приводит к распространению болезней, снижению урожаев, нарушению севооборотов, ухудшению агрономических и экономических показателей.

В современных условиях учение о севооборотах достигает более высокого качественного уровня. Оценка эффективности дается с позиции соответствия структурно-территориальным, экологическим, экономическим требованиям.

Ведущей тенденцией мирового земледелия является перевод его на экологическую основу, базирующуюся на законах природы в рамках конкретного агроландшафта. Решать экологические проблемы в сельскохозяйственном производстве означает совершенствовать системы земледелия с ориентацией на адаптивность и биологизацию на ландшафтной основе.

Разработка противозерозионных агротехнических мер в севообороте заключается в подборе культур с учетом почвозащитной способности. По мере усиления эрозионной опасности ограничивают, или исключают чистые пары, пропашные культуры, возрастает доля многолетних трав.

Наряду с дифференцированным подбором культур и сортов в севооборотах важную роль в формировании адаптивных агроэкосистем играет использование механизмов саморегуляции и самоподдержания на основе познания взаимоотношений, которые складываются между растениями и другими организмами агрофитоценозов (конкурентных, аллелопатических, симбиотических).

Данный подход (агробιοценотический) постепенно ускоряется и дает практические результаты, например, в отношении экологизации

защиты растений посредством безопасного регулирования численности популяций вредных организмов.

Перспективы в этом отношении открывает использование смешанных посевов и метода ловчих культур, суть которого заключается в манипулировании основными и ловчими посевами во времени и пространстве, чтобы второстепенные растения в критический период заселялись вредными организмами в большей степени, чем основные.

Важную роль при формировании структуры посевных площадей играют величина и конфигурация полей севооборотов. Если в крупных хозяйствах ориентируются на среднюю и большую площадь пашни, с широким набором культур и полей, то севообороты для фермерских и крестьянских хозяйств должны быть компактными с короткой ротацией и рассредоточенными сроками возделывания культур и сортов.

На полях от 10 до 100 га, окаймленных лесными полосами, урожайность культур выше, чем на полях свыше 100 га, т.к. в центре крупных полей проявляется недостаток углекислого газа, накопление метаболитов у растений, меньше долетает полезных птиц и насекомых, сильнее проявляется засуха и эрозия. Рациональное сочетание полей севооборотов и естественных природных угодий является фактором оптимизации агроландшафта.

Севообороты, как и системы земледелия не могут быть универсальными. Свидетельством являются неудачи в земледелии, связанные с повсеместным введением то травопольных, то пропашных севооборотов. Иногда в определенных условиях они нужны и необходимы. Севооборот должен быть ориентирован на производство экономически необходимой и экологически обусловленной продукции, соответствовать природным и производственным ресурсам.

Без средств химизации наиболее продуктивны севообороты с высокой долей чистого пара. При насыщении пашни удобрениями появляется возможность и целесообразность заменить чистый пар занятым или ввести в севооборот вместо него полевую культуру, что повышает продуктивность пашни.

При сокращении доли пара усиливается засоренность полей, что требует интенсивных механических обработок почвы или дополнительного применения гербицидов. Увеличивается потребность в технике и трудовых ресурсах, так как в течение сезона они используются менее равномерно.

Меньше требуется азотных удобрений в севооборотах с бобо-

выми культурами, но, как и при высокой доле чистого пара, увеличивается потребность в фосфорных удобрениях и гербицидах. При замене чистого пара высокопродуктивной культурой, например, кукурузой, потребность в удобрениях возрастает.

Для оптимизации севооборотов необходим разнообразный видовой состав полевых культур, ограничение повторных посевов, исключение бессменных посевов. Ориентируясь на плодосмен, товаропроизводитель должен возделывать несколько культур, каждая из которых требует комплекса технических средств для возделывания, хранения, переработки. При введении в севооборот чистого пара и культур с разными сроками посева снижается потребность в трудовых и материальных затратах.

Возделывание одновременно озимых и яровых культур повышает продуктивность и стабильность производства. Погодные условия не постоянны, в отдельные годы продуктивнее озимые культуры, в другие - яровые. При наличии тех и других дает возможность получения урожаев. Но такая структура посевных площадей, рациональная с агротехнической точки зрения, экономически оказывается невыгодной, так как эффективность севооборотов, как и производства, зависит от конъюнктуры рынка.

При положительном значении чистого пара (создание определенной влагообеспеченности посевов, преодоление засоренности, накопление минерального азота в почве, улучшение фитосанитарной ситуации, снижение напряженности полевых работ в периоды максимальных нагрузок, получение высококачественного зерна), наличие его в севообороте приводит к повышению эрозионной опасности, сокращению поступления в почву растительных остатков, чрезмерной минерализации органического вещества, потерям азота вследствие миграции нитратов за пределы корнеобитаемого слоя, увеличению производительных расходов влаги, загрязнению окружающей среды.

Поэтому необходимо решать вопрос о долевом участии пара в севооборотах. Решая эту задачу, необходимо исходить из того, насколько его функции могут быть заменены другими средствами. Если регулирование минерального питания и фитосанитарной обстановки достигается применением удобрений, гербицидов, а производственные пиковые нагрузки снимаются за счет дополнительных производственных ресурсов, то главным критерием введения чистого пара или замены его занятым становится повышение влагообеспеченности культур.

С этих позиций необходимо иметь в степной зоне черноземных почв при оптимальной обеспеченности агрохимическими ресурсами и соответствующей культуре земледелия чистый пар может уступать место занятому. Доля чистого пара в структуре посевных площадей в степной зоне может составлять 20-35%, полупустынной выше 33-50%.

Ранее разработанные агротехнические принципы построения севооборотов и размещения культур по предшественникам в условиях рыночной экономики требуют корректировки с учетом не только урожайности и качества получаемой продукции, но и рыночной востребованности и рентабельности, при этом особое значение приобретает стабильность производства как условие выполнения договорных обязательств товаропроизводителей.

Ведущими культурами в Нечерноземной зоне являются озимые по чистым парам, которые стабильный урожай обеспечивают в благоприятных условиях степной зоны черноземных почв, характеризующейся лучшим увлажнением посевного и вегетационного периодов, устойчивым и глубоким снежным покровом. В южной полупустынной зоне светло-каштановых почв возрастает риск гибели посевов озимых культур в неблагоприятные годы.

Поэтому из самых стабильных культур по урожайности они становятся менее стабильными, а их преимущество перед яровыми зерновыми культурами уменьшается по мере продвижения к югу.

В острозасушливых условиях полупустынной зоны при обычном неглубоком и неустойчивом ранневесеннем промачивании почвы, значительном физическом испарении почвенной влаги в период парования чистый пар снижает эффективность, как прием влагонакопления и фактор повышения, стабилизации урожайности озимых культур.

В связи с этим возникает необходимость его использования в качестве предшественника не только озимых, но и яровых культур. При этом урожайность ячменя повышается на 30%, а в острозасушливые годы она не опускалась ниже 0,55 т/га, в то время как по зяби составляла 0,16 т/га и не оправдывала даже затрат на уборку.

Целесообразно факультативное использование чистого пара. По сравнению с озимыми культурами, урожайность яровых культур по пару стабильнее, тогда как озимые в отдельные годы с недостаточными запасами влаги перед посевом и сухой осенью полностью погибают. В то же время в благоприятные годы они значительно урожайнее яровых культур.

Поэтому необходимо гибкое использование парового поля: в неблагоприятных для озимых культур условиях, когда не гарантируется получение нормальных всходов, оно оставляется под посев яровых зерновых культур весной следующего года и наоборот.

В оптимизации посевных площадей и севооборотов велика и разнообразна роль многолетних трав в зависимости от зональных, ландшафтных условий и уровня интенсификации земледелия. В степной и полупустынной зонах многолетние травы необходимо размещать в почвозащитных севооборотах на эрозионно- и дефляционноопасных землях, почвах с близким залеганием грунтовых вод и дополнительным поверхностным увлажнением.

Посев многолетних трав является наиболее подвижным и легко регулируемым стабилизирующим элементом агроэкосистемы, который служит корректирующим фактором землепользования, позволяющим без потерь пахотных земель добиваться экологического равновесия территории, повышать плодородие почвы, перейти на экологическую и менее затратную адаптивно-ландшафтную систему земледелия.

С учетом агроландшафтных условий подбор культур, их соотношение для хозяйств различной формы собственности основывается на соответствии биологической требовательности возделываемых культур природным факторам агроландшафта.

Без химических средств защиты растений в севооборотах с широким набором культур легче контролировать сорняки, вредителей, болезни, что дешевле и экологически безопаснее. Совершенствование технологий производства, переработки продукции и реализация связаны со специализацией. От нее зависит научно-технический прогресс, совершенствование средств механизации и автоматизации, квалификация специалистов. Связана потребность в материально-технических и людских ресурсах.

При производстве большого ассортимента продукции сложнее реагировать на меняющуюся конъюнктуру рынка, труднее выдерживать конкуренцию. Специализация важна для малочисленных коллективов. При ограничении количества возделываемых культур, сведении их до минимума усиливаются эрозионные процессы, снижается плодородие почвы.

При достаточной обеспеченности удобрениями, пестицидами, биопрепаратами и другими средствами защиты растений, при наличии устойчивых к вредителям и болезням сортов, значение культурообо-

рота снижается, возможность повторного возделывания культур увеличивается.

Однако и здесь возникают сложности. Минеральные удобрения и другие химические средства при правильном использовании высоко рентабельны, а из-за недостатка средств, приобрести их производитель не может. При массовом проявлении болезни или вредителя даже при наличии материальных средств пестициды для защиты растений своевременно приобрести невозможно, так как их трудно найти у снабженческих организаций.

При проектировании севооборотов на адаптивно-ландшафтной основе учитывают следующие экологические и социально-экономические критерии: регулирование режима органического вещества почвы и минеральных элементов питания; поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы; регулирование водного баланса агроценозов; предотвращение процессов эрозии и дефляции; уменьшение засоренности посевов; регулирование фитосанитарного состояния почвы; специализация производства; формы организации труда; обеспеченность трудовыми ресурсами; техническая оснащенность; размещение хозяйственных центров; состояние дорожной сети.

Проектирование севооборотов, как и разработка систем земледелия, должно проводиться с позиций адаптивно-ландшафтного подхода, что позволяет найти экологическую нишу полевой культуре, подобрать ей близкие по агроэкологическим требованиям группы длязо-нальных условий. Такое экологически обусловленное размещение культур эффективно для получения продукции, предотвращает деградацию агроландшафтов, поскольку учитывает средообразующее влияние возделываемых культур и технологий выращивания. Если площади земель не позволяют развернуть севооборот в пространстве, чередовать культуры можно во времени, что иногда удобнее для товаропроизводителя, так как проще изменять структуру посевных площадей в соответствии с изменившейся конъюнктурой рынка.

Севообороты проектируются в пределах определенных агроэкологических типов земель. Редко севооборотные массивы бывают однородными, и проблем с нарезкой полей не возникает. Чаще, на фоне преобладающего агроэкологического типа земель (фонового), имеются включения сопутствующих типов земель различной контрастности, может пригодные для возделывания культуры, но при иных уровнях интенсификации и других технологиях.

В этом случае такие включения выделяются в пределах полей

севооборотов и на них проводятся необходимые мероприятия, чтобы создать условия для возделывания культур. Тщательно формируются поля для высоких агротехнологий, где все участки должны быть агроэкологически однородными, сильноконтрастные отводятся под залужение.

Размер производственных участков определяется в соответствии с требованиями экологической однородности и социально-экономическими условиями.

С уменьшением размеров участков увеличиваются производственные затраты. При снижении площади участка с 20 до 5 га расход горючего на 1 га пашни увеличивается на 12-15%. При уменьшении длины гона с 500 до 150-200 м производительность агрегатов снижает на 30-35%.

Использовать технику на больших полях с длинными гонами удобнее, но при высокой экологической пестроте сеять и убирать, из-за неравномерности достижения почвой физической спелости, приходится в несколько приемов, что увеличивает затраты.

В первую очередь подбирают поля для размещения наиболее требовательных для произрастания культур (озимая пшеница и рожь, яровая пшеница, гречиха, бахчевые, кукуруза, соя, сахарная свекла, лен), пригодные для высоких агротехнологий.

В зависимости от наличия таких земель формируются севообороты. При недостатке необходимых площадей включаются плакорные земли второй категории, пригодные для возделывания не требовательных культур с умеренными ограничениями (небольшие контуры солонцовых, переувлажненных, переуплотненных, эрозионноопасных почв, микрокомбинации). Они выделяются в отдельные производственные участки, для каждого проектируется и осуществляется противоэрозионное и мелиоративное мероприятие. Необходимость пространственной дифференциации агротехнологий в пределах севооборотных полей исчезает.

После размещения наиболее требовательных культур, проектируются севообороты для менее требовательных культур (горчица, овес, подсолнечник, суданская трава). Им достаются менее плодородные участки. Сложно проектировать севообороты для эрозионных земель, обладающих неоднородностью. Приходится уменьшать размеры полей, увеличивать количество производственных участков, сокращать набор культур, разнообразить технологии выращивания с учетом агро-

экологических условий, ограничивать интенсификацию за счет использования химических средств и способов обработки почвы.

На эрозионных землях, даже при экстенсивных и нормальных технологиях нельзя возделывать пропашные культуры. Здесь применяются почвозащитные севообороты. Иногда севооборот не удается разместить на сплошном земельном массиве, поля приходится разобщать в пространстве и среди них оказываются поля других севооборотов.

Только на контурах с более спокойным рельефом имеется возможность выделять производственные участки для интенсивных технологий. Проектирование севооборотов на приводораздельных землях выполняется применительно к агроэкологическим группам земель.

При проектировании полевых севооборотов на солонцовых комплексах используют слабосолонцовые земли - комплексы с солонцами 10-30%. Из-за наличия солонцовых пятен, вследствие неравномерного роста и развития растений, снижается урожайность и качество продукции, увеличиваются издержки производства, ограничиваются возможности применения интенсивных агротехнологий.

Поэтому при проектировании севооборотов предусматриваться выборочная мелиорация, а на контурах с повышенной концентрацией солонцовых пятен, особенно при пестром расположении, сплошное гипсование.

На стадии подбора культур, определения порядка чередования и правильного размещения в севообороте необходимо учитывать следующие агроландшафтные требования:

- уровень продуктивности культур и сортов севооборотов должен соответствовать ресурсному потенциалу пахотных земель;
- севообороты должны быть адаптированы к природным условиям территории и обеспечивать средо- и ресурсовосстановление;
- в севооборотах на ландшафтной основе гидрохимический сток, баланс гумуса и элементов питания, суммарный сток и смыл почвы с пашни, наличие вредоносных объектов не должны превышать нормативных показателей; необходимо учитывать ценность предшественников: отличные (чистые пары), хорошие (занятые пары, зернобобовые культуры и паровая озимь, раноубираемые пропашные культуры, многолетние травы), удовлетворительные (однолетние кормовые травы) и плохие (зерновые культуры);
- обеспечивать экологическую безопасность и применение энерго- и ресурсосберегающих технологий при производстве высококачественного зерна.

При оптимальном насыщении севооборотов парами период ротации составляет 3-4 года, происходит сосредоточение культур с небольшой площадью посева в одном поле. В новых экономических условиях идет углубленная специализация, что создает условия для уменьшения количества возделываемых культур и перехода к короткоротационным севооборотам.

Выполнение указанных агроландшафтных требований при введении и освоении севооборотов обеспечивает повышение культуры земледелия и плодородия почвы, максимальный выход продукции с единицы севооборотной площади и стабильный рост урожайности при снижении затрат на производство продукции.

Наибольший выход зерна с единицы севооборотной площади достигается в четырехпольных зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах: пар - озимые - кукуруза (сорго) - ячмень или пар - озимые - кукуруза - кукуруза или пар - озимые - ячмень - ячмень.

В этих севооборотах включены различные группы полевых культур (озимые, ранние и поздние яровые) и в силу разных сроков вегетации они обладают большей устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям.

Здесь соблюдается экологический закон видového и генетического разнообразия, по которому устойчивые к экстремальным условиям и продуктивные агрофитоценозы формируются при разнообразии культур, гибридов и сортов. Это позволяет соблюдать принцип технологического разнообразия, что уменьшает опасность негативного изменения агроэкосистем под влиянием одностороннего антропогенного воздействия.

Рекомендуют различные по интенсивности использования пашни схемы полевых севооборотов, ориентированные на хозяйства разных форм собственности, специализации и производственноэкономического потенциала, дифференцированные по природным и ландшафтно-климатическим зонам.

Степная зона черноземных почв:

1. Зернопаропропашной шестипольный: пар чистый (черный, ранний) - озимые (озимая пшеница, рожь, тритикале, житница). - озимые - кукуруза - яровая пшеница (мягкая, твердая) - подсолнечник, рапс + ячмень, овес.

2. Зернопаропропашной пятипольный: пар чистый - озимые - просо, гречиха, зернобобовые (горох, нут) - озимые или яровая пшеница-подсолнечник, рапс + ячмень, овес.

3. Зернопаропропашной четырехпольный: *пар чистый* - *озимые*

- яровая пшеница - подсолнечник, рапс + ячмень, овес.

4. Зернопаротравяной четырехпольный: *пар чистый* - *озимые*
- яровая пшеница с подсевом многолетних трав (злаково-бобовая смесь)

- выводное поле многолетних трав.

5. Зернопаротравянопропашной пятипольный: *пар чистый* - *озимые* - подсолнечник, рапс + ячмень, овес - ячмень или овес с подсевом многолетних трав - выводное поле многолетних трав.

6. Зернопаровой сидеральный четырехпольный: *пар сидеральный* (донник, рапс, фацелия, озимая рожь, овес, рыжик, вика, тригонелла. - *озимые* - яровая пшеница с подсевом многолетних трав (злаково-бобовая смесь) - выводное поле многолетних трав.

7. Зернопаропропашной биологизированный пятипольный: *пар чистый* - *озимые* - зернобобовые - *озимые* или яровая пшеница - подсолнечник + ячмень.

8. Плодосменный биологизированный четырехпольный: *пар занятый* или *непаровой предшественник* (горохово-овсяная смесь, горох, нут) - *озимые* - кукуруза - яровая пшеница.

Сухостепная зона темно-каштановых почв:

1. Зернопаровой пятипольный: *пар чистый* (черный, ранний) - *озимые* (озимая пшеница, рожь, тритикале, житница. - яровая пшеница (твердая, мягкая) - ячмень, овес - подсолнечник, рапс.

2. Зернопаропропашной пятипольный: *пар чистый* - *озимые* - *озимые* - кукуруза - ячмень, овес.

- Зернопаропропашной четырехпольный: *пар чистый* – *озимые* - яровая пшеница, просо, гречиха - ячмень, овес, горчица, подсолнечник + ячмень.

3. Зернопаропропашной трехпольный: *пар чистый* - *озимые* - подсолнечник, горчица, рапс + ячмень, овес.

4. Зернопаровой биологизированный четырехпольный: *пар чистый* - *озимые* - зернобобовые (горох, нут) - *озимые*, яровая пшеница.

5. Зернопаротравяной сидеральный трехпольный: *пар сидеральный* - *озимые* - яровая пшеница с подсевом эспарцета.

Сухостепная зона каштановых почв:

1. Зернопаровой или зернопаропропашной четырехпольный:

пар чистый (черный, ранний) - озимые (озимая пшеница, рожь, тритикале, житницаА. - озимые, яровая пшеница, сорго, кукуруза, просо, нут - ячмень, горчица, суданская трава.

2. Зернопаропропашной шестипольный: пар чистый (черный, ранний) - озимые (озимая пшеница, рожь, тритикале, житницаА. - сорго - нут - сафлор, рыжик, лен масличный - ячмень.

3. Зернопаротравяной биологизированный *четырёхпольный*: пар чистый - озимые - ячмень с подсевом многолетних бобовых трав - выводное поле многолетних трав.

Полупустынная зона светло-каштановых почв:

1. Зернопаровой или зернопаропропашной трехпольный: пар чистый (черный, ранний) - озимые (озимая пшеница, рожь, тритикале, житницаА. - ячмень, сорго, просо, горчица, суданская трава, нут.

2. Зернопаровой двухпольный: пар чистый - озимые, яровая пшеница.

3. Зернопаротравяной четырехпольный: пар чистый - озимые - ячмень с подсевом многолетних бобовых трав - выводное поле многолетних трав.

Для зоны с проявлением водной эрозии (на склоновых землях крутизной более 2-3°) рекомендуют севооборот: суданская трава с подсевом многолетних трав - многолетние травы первого года пользования - многолетние травы второго года пользования - многолетние травы третьего года пользования - озимая рожь на зеленый корм.

Для зоны ветровой эрозии рекомендуют бахчевой севооборот: многолетние травы третьего года пользования - бахчевые - бахчевые - озимая рожь с подсевом многолетних трав - многолетние травы первого года пользования - многолетние травы второго года пользования или кормовой: многолетние травы первого года пользования - многолетние травы второго года пользования - озимая рожь на зеленый корм - сорго + суданская трава с подсевом многолетних трав.

Схемы полосного размещения культур (ширина полос 50-70 м):

Первая - четные полосы: пар чистый - озимые - озимые - ячмень - ячмень; нечетные полосы: ячмень - пар чистый - озимые - озимые - ячмень.

Вторая - четные полосы: пар чистый - озимые - озимые с подсевом многолетних трав - многолетние травы первого года пользования - многолетние травы второго года пользования; нечетные полосы: многолетние травы второго года пользования - пар чистый - озимые - озимые с подсевом многолетних трав - многолетние травы первого года

пользования.

В условиях современного адаптивно-ландшафтного земледелия проводится комплексная агротехническая, экономическая, энергетическая и экологическая оценка севооборотов.

Показателем агротехнической оценки является выход продукции с единицы пашни, выраженный в сопоставимых величинах - зерновых, кормовых, кормопротеиновых.

При этом обязательно учитываются качественные показатели. При определении валового сбора продукции в севообороте суммируют основную и побочную продукцию культур севооборота в абсолютных показателях: тоннах, кормовых единицах, переваримом протеине, кормопротеиновых единицах. Полученную сумму по культурам делят на площадь и определяют выход приводимых показателей на 1 га севооборотной площади.

Производство некоторых культур нельзя определить в кормовых единицах, поэтому важную роль играет экономическая оценка севооборотов, при которой используются следующие показатели: затраты, себестоимость, прибыль, рентабельность. В условиях рыночных отношений такая оценка представляется значимой, но имеет недостатки, поскольку быстро меняется экономическая ситуация, растут цены на продукцию, ГСМ, удобрения, пестициды. Зачастую экономическая оценка не соответствует быстро меняющейся обстановке.

Энергетическая оценка севооборотов носит более стабильный и объективный характер. Основывается на сравнении произведенной энергии в единицы урожая и затраченной на ее производство. При этом рассчитывается коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ), равный отношению первого и второго показателей. Севооборот считается энергетически эффективным, если КЭЭ превышает 1.

Экологическую оценку севооборотов проводят по фитосанитарному потенциалу, который показывает можно ли сократить, или не применять химические средства защиты растений.

В зависимости от степени использования бобовых культур, навоза, зеленого удобрения, соломы на удобрение, посева многолетних трав и промежуточных культур определяется экологическая безопасная структура посевных площадей нового севооборота.

Альтернативные приемы агротехники позволяют сократить применение минеральных удобрений и пестицидов, защитить окружающую среду и продукцию от загрязнения.

В дополнении к экологической оценке севообороты оценивают

по почвозащитным свойствам. Это делается с учетом степени развития эрозионных процессов и наличия в севообороте культур и технологий, которые могли бы эффективно приостановить эти процессы и надежно защитить почву от дальнейшего разрушения.

Обработка почвы, наряду с севооборотами, является важнейшей составной частью адаптивно-ландшафтной системы земледелия, так как определяет ее интенсивность и затратность, уровень антропогенной нагрузки на агроландшафт, устойчивость почвы к эрозии, особенности применяемых машин и орудий в агротехнологиях и в конечном итоге - характер процессов массоэнергообмена в агроэкосистемах.

Совершенствование системы обработки почвы осуществляется за счет применения энергосберегающих почвозащитных технологий. Выбор оптимальной системы лежит в диапазоне от традиционной вспашки с почвоуглублением до нулевой обработки почвы через множество поверхностных безотвальных, плоскорезных, отвальных обработок и их комбинаций при различных уровнях минимализации.

Выбор определяется экологическим разнообразием условий, требовательностью культур, уровнем интенсификации производства. При ландшафтной организации территории системный подход к выбору механического воздействия на почву связан с особенностями рельефа.

Обработка почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия применяется с учетом почвенно-климатических условий зональной провинции, достижений науки, технической вооруженности производства и должна отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать защиту почв от водной эрозии и дефляции, сбережение ресурсов и энергии, носить почвозащитный характер.
- улучшать водно-физические свойства и общую направленность физико-химических и биологических почвенных процессов;
- способствовать накоплению и рациональному расходованию почвенной влаги, обеспечивать максимальное сохранение ее к посеву полевых культур, т.е. быть влагосберегающей.

В благоприятной по увлажнению зоне черноземных почв, где за год выпадает 400-450 мм осадков, влагообеспеченность озимых культур по наилучшему предшественнику черному пару составляет около 80% по сравнению с оптимальной.

В засушливой полупустынной зоне светло-каштановых почв, где за год выпадает 250-300 мм осадков, яровые зерновые культуры обеспечены влагой на 40%;

- обеспечивать сжатые агротехнические сроки, хорошее качество выполнения технологических операций, т.к. зональные солонцовые почвы обладают коротким (сутки) периодом физической спелости;

- использовать приемы, сокращающие конвекционно-диффузное испарение почвенной влаги, которое может составлять 45- 50% годовой суммы осадков: обработку почвы без оборачивания, выравнивание поверхности поля в теплый период, создание оптимальной плотности сложения почвы, исключение глубоких и частых обработок и сочетание их с прикатыванием;

- оптимизировать фитосанитарные условия;

- обеспечивать улучшение почв солонцового комплекса с помощью мелиоративной вспашки в сочетании с фитомелиорацией;

- регулировать режим органического вещества и биогенных элементов, размещение удобрений и мелиорантов в почве;

- создавать оптимальные условия для посева и получения дружных всходов;

- применять машины и орудия, которые соответствуют неблагоприятным условиям эксплуатации: повышенная связность, твердость и удельное сопротивление зональных почв в сухом состоянии, пластичность и липкость - во влажном; неравномерное поспевание весной в связи с комплексностью и выраженным микрорельефом; быстрое и сильное иссушение, уплотнение и слитизация.

Обработка почвы является энергоемким и дорогостоящим процессом в сельскохозяйственном производстве. На обработку почвы затрачивается 180-320 кВт-час/га или 50-80 кг/га топлива. Обработка почвы наряду с положительным влиянием оказывает отрицательное действие на плодородие.

Применение тяжелых тракторов и орудий уплотняет почву. Рыхление активизирует биологические процессы и минерализацию органического вещества в почве, что приводит к потерям азота и снижению содержания гумуса, развитию эрозии. Поэтому разработка экономичных технологий обработки почвы, обеспечивающих снижение энергетических и трудовых затрат, не ухудшающих плодородие почвы, - неперемное условие современного земледелия.

Совершенствование системы обработки почвы, базирующейся на применении почвозащитных и энергосберегающих технологий позволяет сократить затраты труда и ГСМ на 30-40%.

При высоком уровне земледелия доля участия обработки почвы

в урожайности полевых культур может составлять 8-12%. Это характерно для почв с высоким потенциальным уровнем плодородия и благоприятными агрофизическими свойствами.

В этих условиях воздействие на почву минимизируют, а роль обработки сводят к технологическим функциям заделки удобрений, мелиорантов, гербицидов, семян.

Главная задача заключается в воспроизводстве плодородия, регулировании водного и воздушного режима, защите почв от эрозии.

При низком уровне земледелия, недостаточном применении удобрений, средств защиты растений роль обработки возрастает и заключается в мобилизации потенциального плодородия, повышении доступности питательных веществ, поддержании благоприятного для растений сложения почвы и хорошего фитосанитарного состояния.

Поэтому система основной обработки почвы в севооборотах должна быть комбинированной разноглубинной, включающей приемы отвальной, безотвальной, поверхностной, мелиоративной и «нулевой» обработок в различных соотношениях в зависимости от природно-климатической зоны, окультуренности и эродированности почвы, состава возделываемых культур, наличия паров. Такая комбинация позволяет экономно использовать материально-денежные ресурсы и на 20-25% повысить влагообеспеченность растений.

При проектировании системы обработки почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия необходимо соблюдать следующие агроэкологические принципы:

1. Комбинированности - основан на выявлении преимуществ способа обработки почвы под культуры севооборотов, их отзывчивость и целесообразность сочетания отвальных, безотвальных, минимальных приемов. Эффективность отвальной обработки определяется необходимостью глубокой заделки удобрений, сорняков, вредителей и возбудителей болезней, формированием гомогенного окультуренного плодородного пахотного слоя, полным использованием растениями минеральных элементов, улучшением агрофизических свойств почвы. Безотвальные обработки являются влагонакопительными и эрозионно-устойчивыми, сохраняют органическое вещество почвы и экологическую обоснованность их проведения. Минимальные несут функцию ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

2. Разноглубинности - предусматривает чередование глубокой, обычной, мелкой и поверхностной обработок почвы в соответствии с условиями агроландшафта, биологическими требованиями

культур, их отзывчивостью на мощность пахотного слоя. Система обработки почвы в севообороте строится на основе чередования глубины отвальных и безотвальных обработок орудиями и машинами.

3. Минимализации - применим на окультуренных почвах с высоким плодородием и оптимальными агрофизическими свойствами. Борьбу с сорняками ведут с помощью гербицидов. Эффективны в плане минимализации комбинированные агрегаты с различными рабочими органами (дисковыми, роторными, чизельными, плоскорезными) в сочетании с мульчированием почвы соломой и растительными остатками. Минимальная обработка почвы направлена на снижение уплотнения почвы, потерь гумуса и питательных веществ, энергетических и трудовых затрат.

Минимализация обеспечивает сокращение количества и глубины основных обработок почвы, совмещение технологических операций, уменьшение проходов агрегатов по полю, что позволяет сократить сроки выполнения работ, повысить производительность труда в 1,5-2 раза, снизить энергетические затраты на 30-40%. Недостатком минимализации является ухудшение фитосанитарного состояния почвы: повышение засоренности посевов, поражаемости культур болезнями и вредителями. Снижение темпов минерализации гумуса ухудшает обеспеченность культур азотом, особенно после стерневых предшественников.

4) Почвозащитной целесообразности, экологической адаптивности приемов и технологий обработок почвы - направлен на предупреждение и защиту почвы от эрозии, уменьшение до нормативных пределов ее отрицательного влияния.

Под системой обработки почвы понимают совокупность научно обоснованных приемов основной, предпосевной и послепосевной обработок почвы, последовательно выполняемых при возделывании культуры или в паровом поле севооборота. Для создания оптимальных почвенных условий жизни культурных растений.

Проектирование системы обработки почвы осуществляют:

1. Проводят агроэкологическую оценку земель, геоморфологических условий (крутизна, форма склонов, микрорельеф), почвенного покрова, физических и физико-химических свойств почв.

2. Определяют место глубоких обработок почвы под культуры севооборотов и их периодичность с учетом биологических особенностей. Планируют приемы минимализации основной и предпосевной

обработок под культуры севооборота с учетом равновесной и оптимальной для роста и развития растений плотности почвы.

3. Определяют последовательность и сроки выполнения приемов основной, предпосевной обработок почвы с учетом предшественников, способов и сроков внесения органических и минеральных удобрений, мелиорантов, гербицидов. Подбирают состав почвообрабатывающих агрегатов, не вызывающих уплотнения почвы и обеспечивающих оптимальное качество обработки. Рассчитывают потребность хозяйства в почвообрабатывающих и посевных агрегатах с учетом продолжительности выполнения технологических операций и интенсивности использования сельскохозяйственной техники.

На систему обработки почвы влияют факторы природного и антропогенного происхождения - рельеф, тип почвы, условия климата, биологические особенности культуры, предшественник, физическое состояние почвы, вид сорных растений и степень засоренности, внесение органических удобрений, время уборки предшественника.

Различают следующие системы обработки почвы:

1. Под озимые культуры

1.1 Обработка чистых паров

1.1.1 Основная обработка

1.1.2 Весенне-летний уход

1.2 Обработка занятых паров и непаровых предшественников

1.3 Послепосевная обработка и уход за посевами

2. Под яровые культуры

2.1 Основная обработка

2.1.1 После культур сплошного сева

2.1.2 После пропашных культур

2.1.3 После многолетних трав

2.2 Предпосевная обработка

2.2.1 Под ранние яровые культуры

2.2.2 Под поздние яровые культуры

2.3 Послепосевная обработка и уход за посевами

Отвальная система основной обработки почвы в севообороте осуществляется при помощи отвальных орудий с полным или частичным оборачиванием ее слоев. Отвальная разноглубинная система обработки почвы включает: *глубокую отвальную обработку* - согласно ГОСТ 16265-89 на глубину более 0,24 м, *обычную* на 0,16-0,24 м, *мелкую* на 0,08-0,16 м и *поверхностную* до 0,08 м.

Набор приемов при отвальной системе обработки почвы включает: вспашку обычную культурную, гребнистую, плантажную, ярусную, мелиоративную - формирует пахотный слой, заделывает удобрения; мелиоранты, растительные остатки, сорняки, болезни и вредители; лущение - обеспечивает рыхление, частичное оборачивание и перемешивание почвы, а также подрезание сорняков; дискование - обеспечивает крошение, частичное перемешивание почвы и уничтожение сорняков; боронование - обеспечивает крошение, рыхление и выравнивание поверхности почвы, а также частичное уничтожение проростков и всходов сорняков; фрезерование - обеспечивает рыхление, крошение и тщательное перемешивание почвы); прикатывание - выравнивает поверхность поля.

Приемы отвальной обработки активизируют деятельность почвенной биоты, что способствует повышению минерализации органического вещества и улучшению питательного режима почвы.

Однако отвальная обработка ведет к увеличению испарения влаги и развитию эрозии почвы, способствует активизации биологических процессов и ускорению разложения гумуса. Ей сопутствует невыровненность микрорельефа, наличие отвальных гребней и развальных борозд, которые в дальнейшем обуславливают недружность появления всходов, роста и созревания растений, что влечет за собой потери урожая при уборке и снижает производительность комбайнов.

Оголенная от пожнивных остатков почва подвергается перегреву и иссушению под воздействием прямых солнечных лучей. За время, потраченное на вспашку, можно обработать противоэрозионным культиватором или тяжелой дисковой бороной в 3 раза большую площадь, чизельными и плоскорезными рыхлителями в 1,5-2 раза.

Отвальную разноглубинную основную обработку почвы применяют под ценные и чувствительные к засоренности культуры - просо, яровую пшеницу, подсолнечник, кукурузу, сорго на зерно.

Безотвальная система основной обработки почвы в севообороте осуществляется с помощью безотвальных орудий, сохраняющих на поверхности почвы пожневные остатки.

Эту систему разделяют на две подсистемы:

- глубокая - предполагает применение систематической глубокой безотвальной обработки почвы глубже 0,24 м. Ее применяют на солонцах, солонцеватых и других уплотняющих почвах, в сложных эрозионных ландшафтах для уменьшения поверхностного стока и предотвращения эрозии;

- разноглубинная - предусматривает чередование мелкой и глубокой плоскорезных и других безотвальных обработок на различную глубину в зависимости от культуры в севообороте и состояния почвы.

Безотвальная разноглубинная система обработки почвы эффективна на хорошо окультуренных почвах, слабо засоренных многолетними сорняками, и на склоновых землях.

Включает периодическое глубокое безотвальное рыхление от 0,22 до 0,30 м под пропашные, зернобобовые культуры в сочетании с поверхностными и мелкими обработками под культуры сплошного посева. На тяжелых почвах безотвальное рыхление под озимые культуры проводят на меньшую глубину - 0,18-0,20 м.

При поверхностной мелкой обработке применяют плоскорезные, дисковые и фрезерные орудия или комбинированные агрегаты, сочетающие обработку почвы и посев. Заделку органических удобрений осуществляют тяжелыми дисковыми боронами. Может быть проведена плугами без отвалов, плоскорезами, глубокорыхлителями, чизелями и др.

При безотвальной обработке меньше, чем при отвальной, разлагается гумус и испаряется влага, повышается противоэрозионная устойчивость почвы, но ухудшаются условия для борьбы с сорняками. При применении безотвальной обработки почвы надо запастись гербицидами, чтобы быть готовым к вспышке засоренности полей.

В парах и на полях, предназначенных для посева зерновых, технических, масличных и бахчевых культур, при сильной засоренности многолетними сорняками необходимо применить гербициды сплошного действия на основе 360 г/л глифосата кислоты в дозе 2-4 л/га против однолетних злаковых и двудольных сорняков, 4-6 л/га - против многолетних злаковых и двудольных сорняков, а против вьюнка и бодяка полевого в дозе 6-8 л/га.

В мировой практике большее внимание уделяется чизелеванию. Этот прием рассматривают как эффективный при рыхлении уплотненных слоев почвы и разрушении плужной подошвы. Он предусматривает сочетание в севообороте глубокого чизелевания почвы на 0,35-0,40 м под пропашные, на 0,25-0,27 м под озимые с поверхностной и мелкой обработкой под культуры сплошного посева.

Высокие почвозащитные показатели при чизелевании обеспечиваются в результате сохранения на поверхности поля основной массы послеуборочных остатков и резкого ослабления поверхностного стока.

Создание ступенчатого профиля в подпахотных слоях с вертикальным чередованием разрыхленных и неразрыхленных зон способствует предохранению почв от последующего уплотнения ходовыми системами тракторов и смыва ее на склоновых землях.

Проникновение корневых систем растений, особенно многолетних трав в разрыхленные зоны усиливает эффект последствия чизелевания и его положительное влияние на агрофизические свойства подпахотных слоев.

Периодическое чизелевание повышает урожайность сельскохозяйственных культур, увеличивает продуктивность культур севооборота. После чизельной обработке с осени не происходит сплошного замерзания почвы, что обеспечивает благоприятные условия для впитывания талых вод и уменьшения их стока, особенно если она проводится в возможно более поздние сроки поперек склона.

Урожайность зерновых культур в зависимости от способов безотвальной глубокой на 0,25-0,27 м обработки почвы в системе короткороотационных зернопаровых севооборотов пар черный - озимая пшеница - яровая пшеница - ячмень.

Комбинированная система основной обработки почвы включает множество вариантов, в основе которых лежит сочетание в севообороте периодической вспашки, безотвального рыхления пахотного слоя на глубину до 0,25-0,30 м под пропашные, зерновые и зернобобовые культуры с поверхностной или мелкой (дисками, культиватором, чизелем, фрезой) обработкой на 0,10-0,14 м под культуры сплошного сева (озимые, однолетние травы, овес).

Составным элементом комбинированной системы обработки являются периодическое глубокое (0,30-0,40 м) безотвальное рыхление или чизельная обработка один раз в 3-4 года.

Под ранние зерновые культуры на равнинных полях достаточно ограничиться обработкой на 0,12-0,15 м, для чего используют тяжелые дисковые бороны, плоскорезы, противоэрозионные и чизельные культиваторы или широкозахватные комбинированные агрегаты.

Под горох, вику, бобово-злаковые смеси достаточна обработка на 0,14-0,16 м, для чего применяют противоэрозионные культиваторы, плоскорезы, комбинированные агрегаты.

На склонах, с целью удержания стока талых и ливневых вод, применяют щелевание или полосное глубокое рыхление чизельными плугами, плоскорезами, стойками, под кукурузу, подсолнечник - глубокую обработку с использованием обычных, оборотных, ярусных и

чизельных плугов, стоек, плоскорезов-глубококорыхлителей.

Главным направлением совершенствования комбинированных систем обработки почвы является сокращение глубины и частоты обработки, совмещение технологических операций по соображениям энергосбережения и экономичности. По мере повышения культуры земледелия, роста квалификации специалистов, внедрения интегрированной системы защиты растений, увеличения парка современных тракторов и сельхозмашин нового поколения большее распространение получают энергосберегающие системы земледелия, в которые входят минимальная, мульчирующая, нулевая обработки почвы.

Минимальная основная обработка почвы - это научно обоснованная система обработки, обеспечивающая снижение энергетических затрат путем уменьшения числа и глубины обработок, совмещения операций и приемов в одном рабочем процессе или уменьшения площади обрабатываемой поверхности поля при использовании гербицидов для борьбы с сорняками.

Основные направления минимализации обработки почвы имеют зональный характер и сводятся к следующему:

- сокращение числа и глубины обработок в сочетании с применением гербицидов для борьбы с сорняками;
- замена глубоких обработок поверхностными, плоскорезными и использование широкозахватных орудий;
- совмещение нескольких технологических операций и приемов путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов. Использование комбинированных машин и орудий уменьшает число проходов по полю тракторного агрегата, что ведет к уменьшению затрат, сокращению сроков проведения полевых работ и менее уплотняет почву;
- применение полосной предпосевной обработки при выращивании широкорядных культур в сочетании с внесением гербицидов. Для выполнения минимальной основной обработки почвы необходимо применять комбинированные машины для совмещения основной и дополнительной обработки почвы, например, полунавесной оборотный плуг в агрегате с катками; комбинированные агрегаты по совмещению операций предпосевной подготовке почвы, например, культиватор комбинированный, агрегат комбинированный почвообрабатывающий.

Важным условием эффективной минимализации обработки почвы является высокий уровень агротехники, строгое соблюдение

технологии, проведение механизированных работ в оптимальные агротехнические сроки и с хорошим качеством, использование эффективных средств защиты растений, внесение удобрений с учетом планируемого урожая.

Мульчирующая система основной обработки почвы в *севообороте* - это сочетание механической обработки почвы без ее оборачивания и оставления на ее поверхности измельченных растительных остатков.

Она осуществляется с помощью безотвальных орудий, но в отличие от безотвальной обработки почвы, помимо сохранения на поверхности почвы пожнивных остатков, здесь мульчирующий эффект усиливается разбрасыванием измельченной соломы по полю в процессе уборки урожая. Эту систему разделяют на три подсистемы: глубокую, разноглубинную и минимальную.

Первые две аналогичны безотвальной системе обработки почвы, только с большим оставлением на поверхности поля всей нетоварной части урожая. Мульчирующая минимальная система обработки почвы базируется на мелкой плоскорезной обработке. Она нашла широкое распространение на легких по гранулометрическому составу почвах. Ранневесеннее боронование в этой системе проводят игольчатыми боронами, посев - специальными противоэрозионными (стерневыми) сеялками.

Нулевая обработка почвы, прямой посев, технология No-Till. Касаясь нулевой обработки почвы, следует отметить, что она предусматривает полный или частичный отказ от осенней или весенней основной обработки почвы.

Нулевая допосевная обработка почвы в системе полупара проводится при отсутствии специальной сеялки для прямого посева в стерню. При уплотненной поверхности почвы и ее сильной засоренности борьба с сорной растительностью осуществляется с помощью гербицидов, а перед посевом проводится поверхностная обработка на глубину 0,05-0,07 м дисковой бороной с катком в два следа и посев обычной рядовой сеялкой.

Нулевая зяблевая обработка почвы предполагает обработку гербицидами только в весенне-осенний период после уборки предшественника, весной проводят культивацию тяжелым культиватором типа на глубину 0,10-0,12 м и обработку паровым культиватором на глубину 0,05-0,07 м с последующим посевом обычной сеялкой.

Прямой посев - это посев семян в необработанную почву с одновременным внесением в рядки минеральных гранулированных удобрений. Предполагает полный отказ от механической обработки почвы, применение пестицидов для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями и посев в стерню специальными сеялками под отдельные культуры. Мелкую предпосевную обработку почвы с одновременным высевом семян и внесением удобрений осуществляют сеялками-культиваторами и современными широкозахватными почвообрабатывающими посевными комплексами отечественного производства, а также зарубежными.

Если такая схема будет принята для всех культур севооборота, тогда она получит название система No-Till. По ней сегодня в мире возделывают около 60 млн. га зерновых и 200 млн. га масличных культур. Обоснованием ее применения является то, что почвы с высоким содержанием гумуса (более 3,5%) не нуждаются в интенсивной обработке для регулирования агрофизических процессов. Они способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность почвы под влиянием естественных факторов.

Гребне-рядовая система обработки почвы включает нарезку гребней или гряд, имеет важное значение в условиях холодного и влажного климата. Наибольшее распространение получила в районах Дальнего Востока с муссонным климатом.

Доля безотвальной обработки и ее значение повышается в направлении от черноземных степей к полупустыне, что связано с возрастанием засушливости климата. По этой же причине ухудшаются условия для развития сорняков, особенно многолетников, и снижаются отрицательные последствия отсутствия оборота пласта. При продвижении к полупустыне уменьшаются лесистость территории и плотность растительного покрова, что усиливает опасность дефляции и роль безотвальной обработки как почвозащитного мероприятия.

Безотвальная обработка эффективна при возделывании зерновых культур, и поэтому ее площадь увеличивается в севооборотах зерновой специализации.

При возделывании пропашных, горчицы, зернобобовых культур применяется вспашка или глубокое рыхление. Чем больше площадь чистых паров, тем больше объем безотвальной обработки, так как чистые пары в значительной мере сглаживают ее отрицательные последствия. Поэтому в сухостепной и полупустынной зонах, где приняты се-

вообороты с более короткой ротацией и большей насыщенностью чистыми парами, площадь безотвальной обработки увеличивается по сравнению с черноземами. Удельный вес безотвальной почвозащитной обработки возрастает по мере увеличения площади дефляционно-опасной пашни.

Системы обработки почвы нового поколения должны разрабатываться с учетом ряда принципиальных обстоятельств.

Различия между приемами обработки почвы по урожайности находятся обычно в пределах 0,15-0,30 т/га. При существовавших ценах на энергоносители и сельскохозяйственную технику применение более интенсивных систем и приемов, обеспечивающих такую прибавку урожая, было экономически оправданным.

В условиях существующего ценового диспаритета они стали экономически убыточными, а при низкой технической оснащенности современного сельскохозяйственного производства - практически не реализуемыми. Поэтому происходит переход от интенсивных технологий, ориентированных на получение максимальных урожаев, к менее интенсивным и продуктивным, но более доступным и рентабельным малозатратным технологиям обработки почвы, основанным на ограничении отвальной и расширении площади бесплужной обработки - безотвальной, мелкой, поверхностной и нулевой.

Однако неблагоприятные агрофизические свойства зональных почв - высокая равновесная плотность, плохая оструктуренность и малогумусность, склонность к быстрому самоуплотнению и слитизации снижают эффективность минимализации обработки.

Как правило, первые 3-4 года урожайность озимых и яровых зерновых культур при постоянной основной обработке зяби и пара на 0,12-0,14 м не уступает глубокой на 0,25-0,27 м, но в дальнейшем происходит снижение урожайности и почвенного плодородия, причем в наименьшей степени в посевах озимых по чистому пару.

В связи с биологизацией земледелия, связанной с травосеянием, сидерацией, оставлением на поверхности или заделкой в почву соломы, система обработки должна обеспечивать оптимальную степень измельчения, глубину и сроки заделки растительных остатков, что влияет на скорость и соотношение гумификации и минерализации.

При переходе на мелкую, поверхностную и нулевую обработки зональных почв, склонных к быстрому и сильному уплотнению, возникает необходимость использования приемов, способствующих

разуплотнению нижних слоев почвы для повышения ее водопроницаемости и предотвращения водной эрозии, особенно на чистых парах под яровые культуры.

Неблагоприятные технологические свойства зональных почв, их высокое удельное сопротивление в значительной степени затрудняют использование серийной сельскохозяйственной техники и обуславливают повышенные требования к ее эксплуатационной надежности.

В принятых ранее технологиях возделывания сельскохозяйственных культур предусматривалась только летне-осенняя основная обработка почвы, которая сейчас на значительной площади заменена весенней. Поэтому требуется уточнение нормативов ее глубины в сторону уменьшения и применения влагосберегающих безотвальных многооперационных машин и агрегатов, выполняющих в одном рабочем проходе все операции предпосевной обработки почвы и посева.

Как показали исследования, замена глубокой зяблевой вспашки мелкими весенними обработками почвы при правильном выборе орудия, сроков и глубины обработки способствует значительному (в 2-3 раза) уменьшению расхода горючего и повышению производительности труда без снижения урожайности.

С учетом этих обстоятельств рекомендуются различные модули основной обработки почвы под яровые культуры.

Предпосевная обработка почвы под яровые культуры имеет многофазный характер и включает несколько приемов.

Это объясняется невыровненностью, глыбистостью и уплотненностью почвы, быстрой потерей влаги из посевного слоя, поэтому требует тщательное выравнивание поверхности в ранние и сжатые сроки с помощью высокопроизводительных орудий, способных качественно работать на почве, достигшей физической спелости, т. е. когда она рассыпается, не мажется.

Весной, в условиях нарастающей температуры, для сохранения влаги в почве необходимо выровнять поверхность поля, создать рыхлый мульчирующий слой почвы боронованием или боронованием со шлейфованием под углом 30-45° к основной обработке почвы.

Бороновать озимые культуры необходимо при подсыхании почвы, когда она легко разрыхляется зубьями борон. Засоренные посевы, где озимые подвергались выпиранию, не боронуют, а прикатывают. Не рекомендуется бороновать озимые очень рано, когда почва не имеет физической спелости, но и не следует запаздывать, иначе она пересыхает и не рыхлится.

При возделывании зерновых и зернобобовых культур весной, при достижении почвой физической спелости, проводят боронование зяби для рыхления почвы, которое разрушает капилляры и уменьшает потери почвенной влаги, а также выравнивания поверхности, которая необходима для того, чтобы обеспечить посев семян на одинаковую глубину и получить дружные всходы, что важно для всех полевых культур. Поэтому допосевные обработки должны обеспечить выровненность поверхности почвы (отсутствие гребней, борозд, глыб, наволоков, пучков соломы) с помощью различных приемов (выравнивание, шлейфование, боронование).

Для дружного прорастания семян им необходимо обеспечить приток влаги, воздуха и тепла в оптимальных количествах путем своевременного посева в хорошо подготовленную влажную, воздухопроницаемую и прогретую почву. Народная мудрость учит, что «семена надо положить на твердое ложе и прикрыть их пуховым одеялом». Другими словами, семена при посеве должны лечь на твердую неразрыхленную почву (так называемое «посевное ложе»).

Твердое посевное ложе, имея повышенную капиллярность, обеспечивает приток к семенам капиллярной влаги из нижних слоев почвы, а рыхлый слой почвы над семенами не препятствует доступу воздуха к ним.

Предпосевное рыхление почвы путем культивации должно быть не глубже оптимальной глубины посева семян. Однако это требование бывает трудно выполнить, особенно при посеве мелкосемянных культур (рапс, горчица, люцерна), поскольку их оптимальная глубина посева (от 0,005 до 0,02 м) мельче, чем глубина хода зубьев бороны и лап культиватора (до 0,05-0,06 м), которые проводят при ранневесеннем бороновании и культивации гребнистой зяби. В этом случае приходится проводить допосевное прикатывание почвы, чтобы ограничить глубину хода сошников сеялки.

При этом иногда бывает целесообразным допосевную обработку почвы (выравнивание и подрезание сорняков. провести осенью (полупар), а ранний посев мелкосемянных культур - весной при физическом созревании почвы без предварительного боронования почвы.

Культивацию почвы на глубину от 0,03 до 0,05 м (до посева ранних яровых и других культур) можно высококачественно выполнить культиваторами, комбинированными агрегатами, а нередко лаповыми боронами.

Под поздние яровые культуры (кукурузу, просо, сорго, суданскую траву, бахчи, подсолнечник), которые высеваются на 1,5-3 недели и позже ранних, обычно производится более интенсивная предпосевная обработка, позволяющая эффективнее бороться с сорняками. До их посева проводят ранневесеннее боронование и две-три культивации для механического уничтожения появляющихся всходов сорняков.

Первую культивацию проводят для заделки в почву внесенных удобрений на глубину 0,08-0,10 м (до 0,12 м) при появлении ранних сорняков, вторую или третью (предпосевную) - на глубину посева культуры после массового появления поздних сорняков.

При сухой погоде целесообразно прикатать почву (при подсыхании подрезанных сорняков) после первой культивации для уменьшения высыхания верхнего слоя почвы, улучшения контакта семян сорняков с почвой и более дружного появления их всходов, чтобы полнее уничтожить их предпосевной культивацией.

В сухостепных районах поля, обработанные осенью по типу полупара (выровненные, очищенные от падалицы и сорняков), для посева кукурузы, сорго и проса, можно рано весной не бороновать. При этом верхний слой почвы дольше поддерживается в увлажненном состоянии, что обуславливает более полное прорастание семян сорняков, находящихся в посевном слое почвы, и лучшее очищение от них последующими одной или двумя культивациями.

Обработка почвы под озимые культуры решает те же задачи, что и под яровые, но с учетом того, что их посев проводится в сухое время года (в конце лета - начале осени), когда в почве содержатся небольшие запасы влаги. Поэтому, предъявляются повышенные требования к качеству подготовки почвы, особенно в посевном слое, так как он в это время года сильно иссушен и уплотнен.

С учетом этих обстоятельств в зависимости от предшественника применяются различные модули обработки почвы. В засушливых условиях наилучшим и наиболее распространенным предшественником озимых является чистый черный пар, подготовка которого начинается в летне-осенний период по типу зяби. Особо важное значение имеет последующий весенне-летний уход, который должен решить две главные задачи: качественную разделку почвы и сохранение влаги в посевном слое, максимальную провокацию прорастания сорняков и последующее их уничтожение.

В засушливых условиях механическая обработка чистого пара в весенне-летний период должна быть разноглубинной, чтобы как

можно меньше иссушать почву и в то же время препятствовать образованию уплотненной подошвы на глубине хода рабочих органов культиваторов. Применяется она с учетом характера почвенного покрова, засоренности, погодных условий, эродированности почвы.

Вторым по агротехническому значению предшественником озимых является ранний пар, обработка которого начинается весной и проводится так же, как весенняя основная под яровые культуры. При внесении навоза проводится мелкая вспашка на 0,18- 0,22 м в агрегате с боронами или кольчато-шпоровым катком. Система весенне-летнего ухода такая же, как за черным паром, но исключаются весенние глубокие культивации, так как их задачи решаются при основной обработке почвы.

Обработка почвы на занятых парах (кукуруза на ранний силос, раноубираемые смешанные посевы ячменя или овса с горохом, озимые на корм) и после непаровых предшественников (кукуруза на силос, зернобобовые, озимые на зерно) проводится в сжатые сроки с учетом ограниченности периода от уборки предшественника до оптимальных сроков озимого сева на небольшую, до 0,12-0,14 м, глубину безотвальными и дисковыми орудиями.

При вынужденном размещении после чистого пара яровых культур с учетом более продолжительного периода парования и, следовательно, уплотнения почвы, снижения ее водопроницаемости и опасности водной эрозии, рекомендуется осеннее глубокое безотвальное рыхление, чизелевание или щелевание почвы.

При организации системы обработки почвы в севообороте на базе модулей следует придерживаться следующих основных условий:

- соответствия обработки почвы конкретной полевой и погодной обстановке, в частности влажности, плотности, фитосанитарному состоянию, эродированности почвы, срокам ее обработки, осадкам, ветру, атмосферной и почвенной засухе;
- адекватности предшественнику и высеваемой культуре;
- технологического разнообразия, т.е. чередования приемов орудий, способов и глубины обработки в системе комбинированной разноглубинной обработки почвы для уменьшения техногенной нагрузки на почву.
- научно-обоснованной минимализации.
- совместимости обработки почвы с другими агротехническими приемами, например, глубокой вспашки с внесением навоза и т.п.

Большинство приемов основной и допосевной обработки почвы энергозатратны и связаны с вредным воздействием тяжеловесной сельскохозяйственной техники. Поэтому необходимо соблюдать принципы минимализации обработок, исключив ненужные и малозначимые агроприемы, использовать комбинированные многофункциональные и широкозахватные агрегаты, значительно уменьшающие число проходов техники по полю, особенно в весенний период. Это важно, как в экономическом, так и в экологическом отношении.

Метод биоэнергетической оценки позволяет на стадии исследований и сравнительной оценки технологий решать ряд важных задач:

- проводить сравнение разнообразных технологий, культур и систем земледелия при различных уровнях антропогенных вложений по совокупным энергозатратам на 1 гектар и на единицу, в том числе на единицу выхода обменной энергии, сырого и переваримого протеина с целью выбора наименее затратных способов интенсификации сельскохозяйственного производства;

- оценить потоки антропогенной энергии и структуры затрат по звеньям севооборотов, технологическим циклам, отдельным приемам и статьям расхода ресурсов для выявления наиболее энергоемких, составляющих и обоснованного выбора направления дальнейшего совершенствования технологий и систем. Главное направление экономии энергии в преломлении к технологиям возделывания - это сокращение затрат на получение 1 МДж валовой и обменной энергии и 1 т переваримого протеина при запланированной продуктивности 1 га;

- определить эффективность действия совокупных затрат на различные культуры, технологии и системы сельскохозяйственного производства по сбору валовой и обменной энергии, позволяющей прогнозировать возможный выход разнообразной продукции;

- проводить комплексную оценку систем производства не только по сбору основной продукции, но и с учетом динамики плодородия почвы по показателю изменений ее энергонасыщенности благодаря улучшению основных агрохимических показателей;

- разработать экспериментально обоснованные нормы допустимой антропогенной нагрузки, гарантирующие сохранение агроэкосистем в целом и всех составляющих ее элементов от экологического, загрязнения или разрушения.

Основным источником информации для расчета затрат совокупной энергии на возделывание полевых культур являются технологические карты. В производственных условиях для расчетов пользуются

технологическими картами, разработанными региональными научными и научно-производственными центрами.

В экспериментальной работе научных учреждений аналогичные расчеты проводятся на основании фактических энергетических затрат на изучаемые приемы и технологии возделывания, в которых в строгой последовательности описываются технологические операции и их параметры, определяющие уровень энергетических затрат (глубины обработки, кратность операций, объемы внесения удобрений и т.д.), состав агрегатов, производительность. В одной форме возможно описание изучаемых вариантов, если они относятся к отдельным приемам, например, обработки почвы, применения удобрений, ухода за посевами.

Производительностью работы агрегатов определяется количество времени и затраты овеществленной энергии, переносимой движителями, включая авиацию, сельскохозяйственными машинами, сцепками, а также затраты живого труда на 1 га посева.

Нормативы энергетических затрат (энергетические эквиваленты) на 1 час эксплуатационного времени движителей сельскохозяйственных машин, сцепок берутся из справочных данных; затраты энергии на механизмы и орудия рассчитываются на основе продолжительности рабочего времени при выполнении технологической операции и их энергетических эквивалентов на 1 час работы.

При расчете суммарных энергозатрат, значения затрат горючего, затрат труда, времени работы тракторов и сельскохозяйственных машин (орудий), массы (объема материальных средств, используемых на производство, в текущем году извлекаются из технологических карт.

Контрольные вопросы

1. Понятие севооборота. Значение и сущность системы севооборотов, типы и виды севооборотов.
2. Академик Д.Н. Прянишников о четырёх причинах чередования сельскохозяйственных культур в севообороте.
3. Когда и при каких обстоятельствах произошла «революция в земледелии»?
4. В чём заключается уникальность «норфолькского севооборота» в сравнении с двух- и трёхпольными севооборотами конца XIX столетия?
5. Приведите примеры полевого и кормового севооборотов.

6. Чем отличаются полевой и кормовой севообороты от специального севооборота?
7. Что представляют собой адаптивный и биологизированный севообороты? Приведите примеры.
8. Назовите звенья севооборота, наиболее обеспечивающие поддержание плодородия почвы.

Глава 28. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ

Система удобрения - обязательное и экономически наиболее эффективное звено адаптивно-ландшафтной системы земледелия в каждом почвенно-климатическом регионе.

Цель системы удобрения - удовлетворение потребностей растений в элементах минерального питания на планируемый урожай при ежегодном обеспечении максимально возможной агрономической и экономической эффективности, экологической безопасности использования имеющихся природно-экономических ресурсов (почв, удобрений, мелиорантов, культур, сортов, техники) каждого хозяйства.

Система удобрения в хозяйстве - это комплекс агрономических и организационно-экономических мероприятий по рациональному, экологически рациональному использованию минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов (известки, гипсА. в целях оптимизации плодородия почвы, повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, улучшения качества растениеводческой продукции, а в конечном счете повышения производительности труда в сельском хозяйстве.

Управление продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах выполняют при проектировании агротехнологий, регулирование круговорота веществ в агроландшафтах и оптимизацию элементов земледелия, системно зависимых от применения удобрений - при формировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия в рамках проекта внутрихозяйственного землеустройства. Разрабатывают алгоритмы, устанавливающие характер изменения структуры пашни, севооборотов, доли чистого пара, многолетних трав, системы обработки почвы, сроков посева и норм высева в зависимости от обеспеченности агрохимическими ресурсами.

В проектах АЛСЗ осуществляют ландшафтный подход к распределению и использованию удобрений с учетом рельефа (склонов различной крутизны, формы, длины, экспозиции), структуры и смыто- сти

почвенного покрова. Актуальна задача разработки нормативов (видов, доз, форм, сроков, способов применения удобрений с учетом различных характеристик ландшафтов и условий геохимического стока, аккумуляции биогенных элементов.

При формировании систем удобрения в первую очередь решают задачи, связанные с осуществлением почвозащитных мероприятий. В числе таковых применение различных способов противоэрозионной обработки почвы, включая оставление на поверхности пожнивных остатков, введение промежуточных посевов, в том числе сидератов.

При оставлении соломы в целях усиления защиты почвы от эрозии дефицит азота под возделываемыми культурами еще более возрастает, из-за чего требуется повышение доз азотных удобрений. Сокращение чистых паров в эрозионных ландшафтах затруднительно без дополнительных затрат удобрений и пестицидов. Определенный уровень химизации необходим для поддержания противодефляционной системы земледелия, особенно при минимализации обработки почвы.

Следует определить экономически и экологически целесообразные уровни интенсификации использования эрозионных ландшафтов различной сложности, отдавая приоритет интенсивному использованию лучших земель.

Применяя интенсивные технологии возделывания зерновых и технических культур на плакорных землях, можно вывести из активного оборота эродирующие неблагоприятные земли. Этот путь целесообразен в экономическом и экологическом отношении. Нарращивание продуктивности эрозионных земель затратно, потому что требуются мелиоративные меры. При этом полностью не устраняется риск проявления эрозии и усиливается опасность загрязнения аккумулятивных ландшафтов антропогенными компонентами.

Особое место в системе удобрений принадлежит органическим удобрениям, поскольку с их применением связано не только регулирование круговорота биогенных элементов и питания растений, но и оптимизация режима органического вещества почв.

При этом важно ориентироваться не на схоластические расчеты баланса гумуса, а на поддержание в почве такого количества лабильного органического вещества, при котором будут обеспечиваться благоприятное структурное состояние почвы и оптимальная биологическая активность.

Для этого следует руководствоваться региональными моделями

режима органического вещества в севооборотах под различными культурами с учетом поступления его с растительными остатками, использования соломы, пожнивных посевов, сидеральных культур, навоза.

Важно пополнение органического вещества в зернопаропропашных севооборотах при высокой доле пропашных культур.

Под интенсивные технологии возделывания полевых культур на плакорных землях в таких севооборотах обязательно применение навоза или других органических удобрений. При применении минеральных удобрений необходимо следить за реакцией среды и поддерживать ее на оптимальном уровне с помощью химических мелиорантов.

Принципиальные подходы к системе удобрения севооборота обусловлены рядом общих обязательных требований:

- определение возможных уровней продуктивности сельскохозяйственных культур с учетом погодных, почвенно-агрохимических, организационно-экономических условий хозяйствования;

- наличие результатов почвенно-агрохимического обследования всех полей и участков (карты, картограммы, паспорта полей) для обоснования необходимости и очередности устранения лимитирующих факторов в целях достижения оптимальных уровней продуктивности возделываемых культур;

- определение возможностей накопления органических удобрений (навоз, компост, сидераты, промежуточные посевы, солома и т.д.), распределение их по имеющимся севооборотам и внесевооборотным участкам с учетом расположения, материально-технического обеспечения и структуры посевных площадей;

- обоснование оптимальных доз и мест внесения уточненных объемов и видов органических удобрений в принятом чередовании культур;

- определение нуждаемости и обоснование оптимальных доз, видов и мест внесения химических мелиорантов в севооборотах.

Важным критерием обоснованности системы удобрения севооборота наряду с агрономической и экономической эффективностью является баланс питательных веществ, позволяющий дать прогноз возможных изменений обеспеченности почв питательными (и сопутствующими) элементами, а, следовательно, и экологической ситуации в зависимости от уровня продуктивности культур, почвенноклиматических условий.

Баланс азота в каждом агроландшафте теоретически должен

быть нулевым (уравновешенным), хотя практически достичь этого чрезвычайно трудно, так как процессы азотфиксации, аммонификации, нитрификации, денитрификации и подвижность нитратов в почвах протекают неоднозначно в зависимости от множества факторов природного и антропогенного характера.

Баланс фосфора должен быть нулевым, если обеспеченность почвы его подвижными формами оптимально соответствует биологической требовательности возделываемых культур. На более бедных почвах он может быть в разной степени положительным, на более богатых - в разной степени отрицательным.

Баланс калия должен быть таким же, как и фосфора, но с учетом факторов резкой мобилизации почвенных запасов калия при внесении удобрений и мелиорантов. Нулевым он может быть уже тогда, когда обеспеченность почвы обменными формами калия на один класс ниже требовательности культур к обеспеченности этим элементом.

Баланс кальция и магния поддерживается в оптимальном состоянии за счет химических мелиорантов, а баланс микроэлементов - с учетом потребностей в них возделываемых культур, обеспеченности ими почв и планируемого уровня продуктивности культур.

Систему удобрения ежегодно корректируют в годовых планах применения удобрений и мелиорантов с указанием доз, форм, сроков и способов внесения под каждую культуру с учетом различий в плодородии отдельных полей и участков, фактического размещения культур по полям, погодных условий прошедшего года (через фактические урожаи предшественников), организационно-хозяйственных условий и конъюнктуры рынка.

Методологическими принципами построения системы удобрения являются: рациональное сочетание в каждом агроландшафте культур (с учетом их пригодности) удобрений, мелиорантов и показателей плодородия почв, биологизация, экологическая адаптивность, прогнозирование, моделирование и нормативность.

Важнейшим принципом при составлении системы применения удобрений являются производственная специализация хозяйства, определяющая типы севооборотов и набор выращиваемых культур. Максимальный урожай полевых культур обеспечивается при наличии научно обоснованного севооборота, поскольку при применении удобрений в севооборотах наряду с прямым действием органических и минеральных удобрений проявляется и их последствие. При система-

тическом внесении удобрений в севооборотах обеспечивается закономерный рост урожайности при сохранении и расширением воспроизводства плодородия почв.

Почвы Нечерноземной зоны характеризуются невысоким уровнем естественного плодородия: низкое содержание гумуса, малая мощность гумусового слоя, щелочная реакция среды, высокая карбонатность, солонцеватость, пониженная обеспеченность подвижными формами питательных веществ. В связи с этим основными приемами повышения их плодородия являются химическая мелиорация солонцов, максимальное использование органических удобрений, применение рациональных доз минеральных удобрений.

Системы удобрения разрабатываются с учетом постепенного роста урожайности сельскохозяйственных культур от одной ротации севооборота к другой и улучшения качества товарной продукции.

Разработку системы удобрения в севообороте в степной и сухостепной зонах начинают с определения места гипсования солонцеватых и солонцовых почв и дозы химического мелиоранта. Это связано с тем, что органические и минеральные удобрения оказывают максимальное положительное влияние на урожайность полевых культур только в условиях слабокислой и нейтральной реакции почвенной среды.

Важнейшим принципом эффективной и экологически безопасной системы удобрения в севообороте является сочетание органических и минеральных удобрений. Органические удобрения при их минерализации являются для растений источником большого набора макро- и микроэлементов, диоксида углерода, то есть улучшают одновременно корневое и воздушное питание растений.

В Нечерноземной зоне основным фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений, является низкая естественная влагообеспеченность территории, поэтому все мероприятия, направленные на накопление, сохранение в почве и рациональное расходование ресурсов влаги (содержание почвы под чистым паром, влагосберегающая обработка почвы, орошение) способствуют увеличению прибавок урожая от удобрений.

Правильная система удобрений в севообороте способствует более экономному расходованию ограниченных ресурсов влаги на формирование урожайности сельскохозяйственных культур. Расход воды на создание единицы сухого вещества полевых культур на рационально удобренном агрофоне в степной зоне уменьшается на 20-30%,

а в сухостепной и полупустынной - на 15-20%.

В зональных почвах Нечерноземной зоны среди основных элементов в минимуме чаще всего оказывается фосфор. Карбонатность почв делает фосфаты менее подвижными, поэтому здесь наиболее эффективны фосфорные удобрения.

Калием почвы степной и сухостепной зон достаточно обеспечены, однако под картофель, подсолнечник, сахарную свеклу, овощные культуры при низкой и средней обеспеченности почв этим элементом внесение калийных удобрений дает существенную прибавку урожая. Максимальная урожайность полевых культур формируется при внесении всех трех элементов (NPK) при преобладании фосфора.

Удобрения вносят так, чтобы они были доступны для растений в течение вегетационного периода, находились в зоне развития корневой системы, способствовали ее росту и минимально фиксировались почвой. Важно приблизить сроки внесения удобрений к периоду интенсивного потребления элементов питания растениями с учетом их биологии и сортовых особенностей, а также вносить общую дозу удобрения в несколько приемов. Различают основное (допосевное), припосевное (рядковое, гнездовое) и послепосевное (подкормка). внесение удобрений.

Основное (допосевное) удобрение предназначено обеспечивать растения элементами питания после всходов на весь период его развития, поэтому его доза при естественной влагообеспеченности составляет 80-100%, а в условиях орошения 60-90% общей годовой дозы. Его вносят вразброс или локально.

Разбросной способ должен обеспечивать равномерное распределение удобрений по поверхности поля. Из-за неравномерности внесения удобрений урожайность зерновых культур снижается на 10-15%.

При заделке удобрений под вспашку основное их количество размещается в почве на глубине 0,10-0,25 м, в результате чего они позиционно малодоступны растениям в первые фазы роста.

При заделке дисковыми боронами и культиватором 50-70% удобрений сосредотачиваются в слое почвы 0-0,10 м, который быстро иссушается и питательные вещества удобрений слабо используются растениями. Все это снижает эффективность разбросного внесения удобрений, особенно фосфорных и калийных.

Локальный способ внесения удобрений (лентами или сплошным экраном) более прогрессивный и экономичный, при котором они раз-

мещаются очагами в зоне развития корневой системы с целью повышения коэффициента использования питательных веществ.

Под зерновые культуры удобрения вносят зернотуковыми и переоборудованными зерновыми сеялками. Удобрения заделывают в почву на глубину от 0,08-0,10 до 0,12-0,15 м в виде лент шириной 0,02-0,04 м с расстоянием между ними 0,12-0,17 м. Такое внесение удобрений можно совмещать с паровой или допосевной обработкой почвы, используя плоскорезы-глубококорыхлители, переоборудованные культиваторы.

При локальном внесении удобрения слабо перемешиваются с почвой и элементы питания дольше сохраняются в усвояемой для растений форме. Замена разбросного способа на локальный при одинаковой дозе внесения способствует повышению урожайности зерновых культур на 0,2-0,5 т/га, кукурузы на зерно на 0,5-0,8 т/га.

Для получения одинаковой прибавки урожая дозу локального удобрения можно уменьшить в 1,5- 2,0 раза по сравнению с разбросным. При дефиците удобрений такое уменьшение дозы внесения (на 30-50%) позволяет адекватно увеличить удобряемую площадь практически без увеличения затрат и дополнительно произвести в хозяйстве большее количество продукции.

Эффективность основного ленточного внесения удобрений зависит от глубины заделки в почву, ширины лент и расположения относительно рядов растений. Доказано преимущество поперечного размещения полевых культур относительно лент вносимых удобрений по сравнению с параллельным. Оно позволяет обеспечить более равномерную заделку семян в почву и лучшее использование элементов питания корневыми системами растений, так как семенное ложе при этом находится выше лент локализованного удобрения.

На суглинистых и глинистых почвах все удобрения, включая азотные, можно вносить осенью. На супесчаных, песчаных и пойменных почвах во избежание вымывания элементов питания все удобрения следует вносить весной под предпосевную культивацию.

Под озимые культуры в основное удобрение вносят не более 50% общей дозы азота. Избыточное азотное питание с осени приводит к уменьшению сахаров в растениях и снижению их зимостойкости.

В качестве основного удобрения используют все имеющиеся в хозяйстве ресурсы органических удобрений (навоз, компосты, солому, сидераты и др.), которые лучше вносить в паровое поле совместно с расчетными дозами фосфорных и калийных удобрений. Остальные

культуры севооборота будут более полно использовать последствие внесенных под основную обработку пара органических и минеральных удобрений.

Припосевное (рядковое) удобрение вносят одновременно с посевом или посадкой полевых культур непосредственно в рядки или заделывают лентами на некотором удалении от них небольшими дозами. Оно обеспечивает растения питательными веществами в первые фазы роста (в период от прорастания до формирования полных всходов).

Позволяет растениям за короткий срок сформировать хорошо развитую корневую систему, которая в последствии способствует лучшему использованию в последующие фазы питательных веществ почвы и основного удобрения.

Хорошо развитые растения легче переносят воздействие стресс-факторов (недостаточное увлажнение, засуха, суховеи, патогены, конкуренция сорной растительности) и формируют более высокие урожаи. Значение припосевного ленточного удобрения возрастает с появлением отечественных и зарубежных комбинированных сеялок, которые позволяют размещать туки ниже на 0,03-0,05 м и сбоку от рядков семян на 0,02-0,04 м. Удобрения с семенами не контактируют, они разделены прослойкой почвы.

Всходы растений больше нуждаются в фосфоре, чем в азоте и калии, поэтому в составе рядкового удобрения преобладает фосфор. Удобрения, используемые при посеве, должны хорошо растворяться и легко усваиваться молодыми растениями. Дозы припосевного фосфорного удобрения составляют (кг д.в./га): под зерновые и зернобобовые - 10-15, кукурузу и подсолнечник - 7-10, картофель - 20-25. Под зерновые культуры вносят гранулированный суперфосфат или аммофос, картофель - полное минеральное удобрение (нитрофоска, аммофоска, нитроаммофоска, великан, диаммофоска, калийфос, весна).

Послепосевное удобрение (подкормки) применяют для направленного формирования элементов продуктивности и повышения качества продукции в наиболее важные периоды онтогенеза. Оно дополняет и улучшает действие основного и припосевного удобрения.

Послепосевное удобрение предназначено для удовлетворения потребностей растений в азоте, реже - в калии (овощные культуры при орошении). Его доза составляет 20-30% общей годовой дозы. Эффективность подкормки полевых культур возрастает с повышением влагообеспеченности почв и насыщенности севооборота удобрениями, достигая максимума при орошении.

Послепосевное внесение удобрений разбросным и прикорневым способами оправдывается экономически в посевах озимых зерновых культур, которые ежегодно выходят из зимовки сильно ослабленными. Микробиологическая деятельность в почве в это время замедлена из-за низких температур и растениям не достает азота во время самых ответственных этапов органогенеза (III-V).

При своевременной подкормке озимой пшеницы дозами каждый килограмм азота способен дать прибавку урожая зерна до 15-20 кг/га. Подкормку посевов начинают поверхностным способом после схода снежного покрова по таломерзлой почве, используя разбрасыватели минеральных удобрений, переоборудованные зерновые сеялки, сельскохозяйственную авиацию.

По достижении почвой физической спелости подкормку продолжают прикорневым способом рядовыми сеялками с сошниками поперек рядков растений.

В годы с засушливой весной прикорневая азотная подкормка имеет преимущество перед разбросным поверхностным внесением азотных удобрений. Ранневесеннюю подкормку озимых культур поверхностным способом по таломерзлой почве проводят нитратными формами азотных удобрений, которые быстро растворяются, легко передвигаются с влагой почвы и достигают наиболее активной поглощающей части корневой системы растений.

При этом сроке подкормки внесение мочевины разбросным способом исключается из-за невозможности быстрой заделки в почву, а, следовательно, больших потерь азота в газообразной форме при аммонификации.

В благоприятные по увлажнению годы возникает необходимость в поздних некорневых подкормках озимой и яровой пшеницы азотом для повышения качества зерна.

Урожайность пшеницы от некорневых подкормок 20-30%-ным раствором мочевины или КАС в период колошение - начало молочной спелости практически не увеличивается, но содержание в зерне белка и сырой клейковины возрастает на 1,5-3,0 и 3-7% соответственно.

Поздняя азотная подкормка озимой пшеницы является дополнительным приемом в системе удобрения, не исключаящим основное внесение, рядковое удобрение и ранневесенние подкормки. Из экономических соображений количество подкормок должно быть минимальным. При опрыскивании посевов с помощью сельскохозяйственной авиации и наземных опрыскивателей применяют раствор мочевины

30%-ной концентрации с расходом 200 л/га.

Подкормку проводят при скорости ветра менее 5 м/с и температуре воздуха не выше 20°C. При ветренной погоде и высокой температуре воздуха раствор мочевины и КАС слишком быстро испаряется и эффективность подкормок снижается.

Удобрение в запас - внесение повышенных доз фосфора и калия за один прием в расчете на 2-4 года. Впрок вносят удобрения под многолетние травы, сенокосы и пастбища. Целесообразность запасного внесения фосфора и калия под многолетние травы увеличивается в связи с тем, что поверхностное внесение фосфорных и калийных удобрений в сухие годы неэффективно.

В адаптивно-ландшафтном земледелии экологически обоснованное применение минеральных удобрений является необходимым средством повышения урожайности и качества продукции, а также регулирования плодородия почв в агроландшафтах.

Для получения максимальной прибыли от внесения удобрений, нужно правильно распределить их ограниченные ресурсы по культурам и севооборотам. Прибыль и уровни рентабельности применения минеральных удобрений рассчитывают исходя из потребности в них сельскохозяйственных культур для получения планируемой урожайности и прибыли.

Первым этапом распределения ресурсов минеральных удобрений по культурам и полям севооборотов является расчет их годовых доз, необходимых для получения планируемой урожайности. К наиболее апробированным в агрохимической службе следует отнести методы расчета доз по нормативам затрат удобрений (N, P₂O₅, K₂O) на единицу планируемого урожая; по нормативам выноса питательных элементов на единицу хозяйственного урожая; по балансу элементов питания (N, P₂O₅, K₂O) в почве.

Для расчета годовых доз по указанным методикам разработаны алгоритмы, усредненные по природным зонам нормативные показатели и поправочные коэффициенты для корректировки расчетных годовых доз удобрений (N, P₂O₅, K₂O), которые необходимо дифференцировать к конкретным почвенно-климатическим условиям хозяйства и технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

В хозяйстве важно правильно установить уровень планируемой урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур, величина которого в сухостепном земледелии не должна превышать климатиче-

ски обеспеченную продуктивность по фактору жизни растений, находящемуся в первом минимуме, - ресурсам продуктивной влаги.

Планируемый урожай - это реальный урожай, который можно получить в конкретных почвенно-климатических условиях при применении научно обоснованной технологии возделывания районированных (самых урожайных) сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и наличии определенных ресурсов удобрений.

Эффективное плодородие зональных почв может существенно изменяться даже в пределах одного севооборота (фермерского хозяйства). Так, бывает, когда одно поле может иметь низкое содержание подвижного фосфора и калия, второе - среднее, а третье - повышенное фосфора, но среднее калия. В связи с этим среднюю дозу каждого вида удобрений, рассчитанную на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур приходится корректировать с учетом особенностей плодородия каждого конкретного поля севооборота.

Дозы удобрений, пропорциональны урожайности, поэтому важно в экономическом и экологическом отношении правильно определить величину планируемого и реального достижимого урожая, учитывая плодородие почвы, ресурсы влаги, тепла, уровень агротехники и другие факторы земледелия.

Поправочный коэффициент (К) в приведенной формуле равен единице при повышенной обеспеченности почвы этими элементами, для почв со средним содержанием подвижного фосфора и калия $K = 1,2$, с высоким - $0,6$, с очень высоким - $0,2-0,3$. На полях, в почве которых содержание подвижных форм фосфора и калия превышает нижнюю границу очень высокой обеспеченности на 25%, фосфорное и калийное удобрение вносить нецелесообразно.

Дозу азотного удобрения рассчитывают по нормативам, применяя коэффициент, равный единице, при условии внесения органических удобрений менее 30 т/га, при более высоких дозах органического удобрения дозу азота уменьшают.

В связи с тем, что завышение доз азота приводит к излишнему накоплению в продукции нитратов и нитритов, для обеспечения эколого-токсикологической безопасности применения азотных удобрений следует уточнять регламент их внесения в период вегетации по результатам почвенной и растительной диагностики.

Приведенные нормативы разработаны на средние уровни урожайности: 4-5 т/га озимой пшеницы, 3-4 кг/га озимой ржи. 5-8 т/га

зерна кукурузы, 2-3 т/га семян подсолнечника, 2-4 т/га яровой пшеницы, ячменя, овса, 1,5-2,0 т/га гречихи, 20-40 т/га картофеля, 30- 45 т/га сахарной свеклы, 35-55 т/га зеленой массы кукурузы.

При определении доз удобрений балансово-расчетным методом по выносу элементов питания растениями на основе коэффициентов использования их из почвы и удобрений учитываются все статьи прихода и расхода питательных веществ на полях севооборота.

В полупустынной зоне светло-каштановых почв вносится навоза 20-30 т/га; в сухостепной зоне каштановых и темно-каштановых почв соответственно 30-40 и 40-50 т/га и степной зоне черноземных почв 50-60 т/га. В 1 т полуперепревшего навоза содержится N и K_2O - 5 кг; P_2O_5 - 2,5 кг; 55% сухого вещества.

Суммарное использование элементов питания из навоза; N - 50-55%, P_2O_5 - 40-50% и K_2O - 60-75%. В первый год используется: N - 20-25%, P_2O_5 - 25-30% и K_2O - 50- 60%; во второй: N - 20%, P_2O_5 - 10-15% и K_2O - 10-15% и третий: N - 10%, P_2O_5 - 5%.

Суммарное использование элементов питания из минеральных удобрений для полевых культур севооборота составляет: N - 60-70%. P_2O_5 - 30-40% и K_2O - 65-80%. В первый год используется: N - 60-70%. P_2O_5 - 15-20% и K_2O - 50-60%; во второй: P_2O_5 - 10-15% и K_2O - 15-20% и третий: P_2O_5 - 5%.

Определение доз удобрений под планируемый урожай *в сухом* земледелии осуществляется исходя из того, что продуктивность посевов зависит от влагообеспеченности растений в период вегетации. Однако в годы с достаточными запасами продуктивной влаги в почве уровень урожайности может лимитироваться недостатком подвижных форм элементов питания. В связи с этим во влажные годы во всех природных зонах положительное влияние удобрений на урожайность полевых культур усиливается, причем, в первую очередь возрастает потребность в оптимизации азотного питания растений.

Во всех почвах региона в течение теплого периода года одновременно протекают процессы аммонификации и нитрификации, в результате которых в них накапливается минеральный азот, особенно много его образуется в черном пару. Для того, чтобы исключить или свести к минимуму непроизводительные потери минерального азота из почвы, необходимо создавать благоприятные условия для полного использования его сельскохозяйственными культурами.

Поэтому в данной методике дозу азотного удобрения устанавли-

ливают по разности между общим выносом азота с планируемым урожаем и возможным потреблением растениями минерального азота из полуметрового слоя почвы с последующей корректировкой по коэффициенту использования азота и минеральных удобрений.

В расчетах доз азотных удобрений применяют следующие зональные показатели:

1) вынос азота на 1 т основной продукции с соответствующим количеством побочной, кг;

2) нормативное количество азота, потребляемого сельскохозяйственными культурами из полуметрового слоя паровавшей почвы (черный пар), кг/га: черноземы обыкновенные и южные - 100, темно-каштановые почвы - 80, каштановые - 70, светло-каштановые - 50;

3) нормативное количество потребляемого растениями азота из полуметрового слоя почвы по непаровым предшественникам, кг/га: черноземы обыкновенные и южные - 50, темно-каштановые почвы - 40, каштановые и светло-каштановые - 35;

4) коэффициент использования азота из азотных удобрений озимой пшеницей, озимой рожью, кукурузой, гречихой, подсолнечником - 0,7; яровой пшеницей, ячменем, овсом, просом, горчицей - 0,5.

Для разработки рациональных систем удобрения необходимо знать закономерности круговорота и баланса элементов питания в региональном земледелии. Для практических целей определяют хозяйственный баланс, в приходной части которого - поступление элементов питания в почву с удобрениями и дополнительное количество азота от бобовых культур (оставленное в почве сверх выноса с урожаем), а в расходной - вынос урожаем основной и побочной продукции.

Основываясь на балансовых расчетах элементов питания при разработке системы удобрения добиваются получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур и осуществления прогнозирования уровня плодородия почвы и эффективности удобрений.

Систематическое применение навоза, средних и повышенных доз минеральных удобрений приводит к постепенному накоплению элементов питания в почве, особенно подвижных фосфатов. Установлено, что средний фосфатный эквивалент (расход P_2O_5 удобрений для увеличения содержания подвижного фосфора на 1 мг P_2O_5 в 1 кг почвы) для обыкновенных и южных черноземов равен 9,6 кг P_2O_5 /га, для темнокаштановых, каштановых и светло-каштановых почв - 7,6 кг P_2O_5 /га.

Параметры оптимального содержания подвижного фосфора в

пахотном слое зональных почв для сельскохозяйственных культур при регулярном орошении составляют 35-50 мг P_2O_5 /кг почвы. В неорошаемом земледелии - 25-35 мг P_2O_5 /кг. Высокое содержание подвижного фосфора в почве не способствует росту фотосинтетической продуктивности посевов, а низкое - приводит к недобору урожая и снижению его качества.

Все зональные почвы области обеспечены калием лучше, чем фосфором и азотом. Однако имеются значительные площади орошаемых и богарных почв легкого гранулометрического состава, где необходимо систематическое внесение калийных удобрений. Установлено, что средний калийный эквивалент (расход K_2O удобрений для повышения содержания обменного калия на 1 мг K_2O /кг почвы) для черноземов обыкновенных и южных равен 7,0, а для темно-каштановых и каштановых почв - 10,3 кг.

Параметры оптимального содержания калия в пахотном слое зональных почв, при которых создаются нормальные условия калийного питания растений в процессе формирования максимальных урожаев зерновых и кормовых культур высокого качества составляют 300-350 мг/кг. Для овощных культур оптимальной является высокая (401-600 мг/кг) концентрация обменного калия.

В Нечерноземной зоне прослеживается увеличение концентрации нитратного азота к посеву ранних яровых культур под влиянием азотных удобрений, внесенных с осени под основную обработку почвы. В результате средний азотный эквивалент (расход азотных удобрений для увеличения содержания нитратного азота для обыкновенных и южных черноземов, темно-каштановых почв принимают равным 10 кг N/га.

При расчете перспективного баланса элементов питания для получения климатически обеспеченной урожайности полевых культур учитывается поступление азота с органическими и минеральными удобрениями и от биологической азотфиксации бобовыми.

Поступление азота с семенами, за счет свободноживущих азотфиксаторов и ассоциативной микрофлоры компенсирует газообразные потери азота из почвы. В расходную часть баланса включен хозяйственный вынос азота, фосфора и калия с урожаем основной и побочной продукции.

Для получения климатически обеспеченного урожая (3,3-3,6 т з. е.) в степной зоне черноземных почв коэффициент возмещения выноса азота растениями должен быть равен 80-100%, в сухостепной зоне

темно-каштановых почв (2,5-3,0 т з. е.) - 80%, в сухостепной зоне каштановых почв и полупустынной зоне светло-каштановых почв (2,0-2,5 т з. е.) 70-75%.

В соответствии с этим общая потребность области в азотных удобрениях оценивается на уровне 130-140 тыс. т д.ш. Вынос фосфора сельскохозяйственными культурами из черноземных почв целесообразно компенсировать внесением фосфорных удобрений на 120-150%, темно-каштановых почв - 110-135%, каштановых и светло-каштановых - 100-120%.

Общая потребность в фосфорных удобрениях для поддержания требуемого баланса фосфора в земледелии области составляет 75-85 тыс. т д. в.

Необходимость улучшения баланса калия проявляется на орошаемых почвах при выращивании овощных, кормовых культур, и неорошаемых почвах легкого гранулометрического состава. Общая потребность в калийных удобрениях не превышает 30-35 тыс. т д. в.

Содержание гумуса в почве является важнейшим показателем плодородия, определяющим агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы. Оптимизацию гумусового состояния почв оценивают как неперемное условие воспроизводства почвенного плодородия в научно обоснованных адаптивноландшафтных системах земледелия.

Содержание гумуса в почвах зависит от гранулометрического состава, условий и характера почвообразовательных процессов, количества поступающего в почву органического вещества, биологических особенностей сельскохозяйственных культур, применяемых технологий возделывания и других факторов.

Во всех природных зонах за счет минерализации органического вещества почвы удовлетворяется 50-60% потребности растений в азоте, улучшаются условия питания фосфором, серой и микроэлементами. Максимальное содержание гумуса в пределах каждого типа почвы приходится на глинистые и тяжелосуглинистые разновидности, самое низкое - на супесчаные и песчаные. Суглинистые почвы по содержанию гумуса занимают промежуточное положение.

Динамика относительного содержания и абсолютных запасов гумуса в почве определяется степенью минерализации, новообразованием и потерями в результате эрозии. Среднее ежегодное уменьшение содержания гумуса в почвах составляет 0,5-1,0% по отношению к ва-

ловым запасам в пахотном слое, что свидетельствует о снижении потенциального плодородия почвы. В связи с этим важнейшей задачей земледелия должно стать обеспечение по меньшей мере стабилизации содержания гумуса в обрабатываемых почвах.

Оценка гумусового состояния почв области показала, что за последние 25 лет содержание гумуса в пахотном слое черноземов обыкновенных и южных тяжелосуглинистых снизилось на 0,3-0,8%, или 11-25 т/га, и составило 4,7-7,0%; темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых (1,8-3,4%) на 0,1-0,5%, или 4-17 т/га.

Потери гумуса на склоновых почвах в 1,4-2,0 раза больше, чем в плакорных почвах водоразделов. Снижение содержания гумуса в черноземах на каждые 0,1% приводит к уменьшению урожайности зерновых культур на 0,1-0,2 т/га. Поэтому, недобор продукции в хозяйствах из-за потерь гумуса может быть ощутимым. В связи с этим рациональные экологически обоснованные адаптивно-ландшафтные системы земледелия должны базироваться на сохранении и расширенном воспроизводстве почвенного плодородия и его базового элемента - запасов гумуса.

Во всех природных зонах области максимальные потери гумуса в результате эрозии и минерализации происходят в парующей почве, затем под пропашными культурами; меньше под зерновыми колосовыми культурами и минимальные под многолетними травами. Удобрения, повышая урожайность полевых культур, увеличивают массу их корневых и пожнивных остатков.

В результате возрастает поступление органического вещества в почву с нетоварной частью урожаев и органическими удобрениями, которые способны при определенных дозах поддерживать в почвах бездефицитный баланс гумуса. Для этого необходимы следующие годовые дозы подстилочного навоза на 1 га севооборотной площади: черноземы типичные и обыкновенные в севооборотах без трав - 6-8 т, с травами (20%) - 4-5 т, черноземы южные карбонатные - 5-10 т, каштановые почвы - 4-5 т.

Научно обоснованная система удобрения позволяет осуществлять ежегодное регулирование питательного режима в посевах сельскохозяйственных культур. С этой целью наряду с расчетом доз удобрений, определением сроков их внесения, необходимо проводить почвенную и растительную диагностику условий питания растений и на основе их данных корректировать дозы удобрений, проводя дополнительные вегетационные подкормки и др.

При оптимизации режима питания культур севооборота учитывают агроландшафтные особенности землепользования, влагообеспеченность почвы в течение вегетационного периода, биологические особенности сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, фитосанитарное состояние посевов и другие показатели.

В период парования почва пополняется запасами минерального азота (N-NO) + N-NH :), в ней увеличивается содержание доступных форм калия и в меньшей степени подвижного фосфора. Из-за ограниченности финансовых возможностей хозяйства региона не вносят в паровое поле ни органических, ни минеральных удобрений, что снижает эффективность главного звена полевых севооборотов (пар чистый - озимая пшеница).

В сухом земледелии органические и минеральные удобрения - фосфорные или комплексные - дают наибольший эффект при внесении в начале ротации севооборота, т. е. в паровое поле в оптимальной для севооборота дозе (в запас на 2-3 года с заделкой в почву на глубину 0,25-0,27 м. Питательные вещества удобрений в этом случае, находясь в увлажненном слое почвы, лучше усваиваются растениями, что обеспечивает повышение урожайности озимой пшеницы.

Эффективным и экологически безопасным способом применения фосфорных и сложных удобрений является локальное внесение стерневой сеялкой или культиваторами, оборудованными специальными рабочими органами, на глубину 0,12-0,14 м. Данный прием используют на эрозионно опасных склоновых землях. Высокая окупаемость удобрений при возделывании зерновых культур получается на склонах северной экспозиции, наименьшая - водораздельном плато.

Самым рациональным и экологически безопасным способом внесения удобрений является рядковое (припосевное) удобрение фосфором в дозе P ю-20- В степной зоне черноземных почв доза рядкового удобрения при посеве кукурузы, подсолнечника сеялками может быть увеличена. Под яровые зерновые культуры (пшеница, ячмень) рекомендуется внесение в составе комплексных удобрений (аммофос, нитроаммофос и др.).

Рядковое внесение минеральных удобрений является обязательным приемом в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Данный прием обеспечивает растения фосфором на начальном этапе вегетации, критическом периоде в отношении данного элемента питания, повышает коэффициент использования пита-

тельных веществ из удобрений, позволяет растениям ускоренно формировать корневую систему, которая улучшает снабжение их влагой, и они становятся более устойчивыми к засухе и суховеям.

Оптимизация азотного питания сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне также призвана решать важные задачи системы удобрения. При этом применение азотных удобрений рассматривается одновременно как фактор стабилизации и повышения урожайности, улучшения качества растениеводческой продукции (зерна, кормов).

Особенности тактики внесения азотных удобрений обусловлены их высокой подвижностью, способностью к быстрой трансформации в почве и накоплению азота в органической и минеральной формах в основной и побочной продукции.

В связи с этим сроки применения азотных удобрений должны быть максимально приближены к периодам наибольшего потребления этого элемента растениями, а дозы строго регламентированы. Выбор способа внесения азотных удобрений в каждом конкретном случае необходимо согласовывать с особенностями рельефа полей и агроландшафта.

При возделывании озимой пшеницы, озимой ржи, яровой пшеницы и ячменя на склоновых участках крутизной выше 2° внесение азотных удобрений следует осуществлять с обязательной заделкой в почву (под культивацию, в виде прикорневой подкормки рано весной) или путем некорневых подкормок растений. Экологичным является использование машин для внутрипочвенного внесения жидких азотных удобрений. При этом достигается максимальный эффект от удобрений, а загрязнение окружающей среды сводится к минимуму.

По эффективности жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) при внесении на зональных почвах Нечерноземной зоны не уступают твердым минеральным тукам, а затраты на их применение ниже в 1,5-3,0 раза. Специальные орудия для основной обработки почвы позволяют заделывать ЖКУ в почву на глубину до 0,30 м, что агрохимически обосновано, экономически выгодно и экологически безопасно. На основе ЖКУ путем введения в состав КАС (водный раствор аммиачной селитры и мочевины) и раствора КС1 готовить в хозяйстве жидкие комплексные удобрения с заданным соотношением N : P₂O₅ : K₂O.

В связи с продолжающимся расширением площади чистых паров и освоением короткоротационных севооборотов остроту приобретает проблема сохранения запасов органического вещества в зональных почвах. При оценке гумусового состояния почвы используются

понятия «критического» и «оптимального» уровней содержания гумуса.

Под критическим уровнем понимают запасы «инертного» гумуса, которые способны стабильно сохраняться в почве длительный период времени без применения органических удобрений.

Дальнейшее уменьшение содержания гумусовых веществ в почвах ниже критического уровня приводит к ухудшению агрономических свойств и потере продуктивности, т. е. полной деградации почвенного плодородия.

Оптимальный уровень содержания гумуса характеризуется запасами, которые создаются в почвах при длительном использовании в режиме расширенного воспроизводства плодородия с применением органических удобрений и посевом однолетних и многолетних трав.

По мере повышения содержания гумуса от критического до оптимального улучшаются агрономические свойства черноземов и обеспечивается существенный рост урожайности сельскохозяйственных культур (на 0,2-0,3 т/га зерна в расчете на 0,1% гумуса).

В настоящее время отмечается повсеместное преобладание в почвах процессов минерализации над гумусообразованием, что приводит к уменьшению запасов гумуса до критических уровней. Сложившаяся ситуация обусловлена тем, что в хозяйствах прекратилось внесение органических и минеральных удобрений в полевых севооборотах, и формирование урожаев сельскохозяйственных культур происходит за счет естественного плодородия почв, т. е. при отрицательном балансе элементов питания и гумуса.

Решением данной проблемы в земледелии Нечерноземной зоны является выращивание сидеральных культур и внесение в почву измельченных растительных остатков незерновой (нетоварной) части урожаев сельскохозяйственных культур.

Использование в качестве органического удобрения пожнивнокорневых остатков и соломы в четырехпольном зернопаровом севообороте позволяет за ротацию уменьшить вынос азота на 65-70%, фосфора - 60% и калия - 75-80%. Включение этих приемов в систему удобрения являются малозатратным, но важным противозерозионным мероприятием.

Использование вегетативной части урожая (солома зерновых культур, листостебельная масса кукурузы, подсолнечника и др.) обогащает почву органическим веществом и элементами питания. Солома злаковых культур при влажности 14-16% содержит в среднем 0,5% N,

0,25% P_2O_5 , 1,0-1,5% K_2O и 35-40% углерода, небольшое количество кальция, магния, серы и микроэлементов.

В связи с тем, что в соломе широкое отношение углерода к азоту ($C : N = 60-100$), разлагающие ее органическое вещество микроорганизмы нуждаются в дополнительном питании азотом, который они поглощают из почвы и удобрений, конкурируя с культурными растениями. Для предотвращения этого при заправке измельченной соломы нужно дополнительно вносить по 5-15 кг д. в. азота в расчете на 1 т соломы.

Применение соломы в качестве органического удобрения улучшает физико-химические свойства почвы, предотвращает вымывание нитратного азота и водорастворимых форм других элементов, повышает биологическую активность почвы и доступность растениям питательных элементов почвы и удобрений. Прибавка урожая культур севооборота от внесения соломы с добавлением азота составляет 0,1- 0,2 т з. е. от каждой тонны соломы.

В связи с освоением севооборотов с короткой ротацией (3-4 года) для снижения негативных последствий частого парования полей в систему удобрения включают посев и заправку сидеральных культур, что позволяет уменьшить дефицит баланса гумуса и восполнить недостаточное количество применяемых минеральных удобрений и навоза. Обладая мощной корневой системой, сидеральные растения извлекают растворимые формы элементов питания из глубоких слоев почвы и перемещают их в зону сосредоточения основной массы корней (0,3-0,4 м). Хорошие результаты дает использование на зеленое удобрение посевов озимой ржи, донника, горчицы, рапса, викоовсяной смеси и др.

Причиной невысокой эффективности земледелия является низкое плодородие обрабатываемых почв. Поэтому наряду с совершенствованием технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимо осуществлять построение научно обоснованных систем применения органических и минеральных удобрений в севооборотах. В современных условиях внесение органических и минеральных удобрений должно способствовать если не повышению плодородия почв, то хотя бы поддержанию его на существующем уровне.

Правильное применение удобрений улучшает эффективное плодородие почвы, способствует увеличению урожайности, повышает качество продукции при экономном расходе влаги на единицу урожая. При формировании урожая зерна озимой пшеницы на 1 т посева рас-

ходят 70-110 мм влаги, в острозасушливые годы больше. Рациональная система удобрения снижает затраты воды на 1 т зерна на 15-25 мм.

Эффективность удобрений по природным зонам различается и зависит от влагообеспеченности территории: в увлажненной степной зоне черноземов и сухостепной зоне темно-каштановых почв прибавка урожая от внесения органических и минеральных удобрений наибольшая, в засушливых условиях на каштановых и светло- каштановых почвах прирост урожая снижается.

Для севооборотов со средней и короткой ротацией разработаны модели систем применения удобрений во всех природных зонах Не-черноземной зоны. Принципом их построения является следующий: система удобрения должна обеспечивать сохранение исходного плодородия почвы. Навоз и солому (вегетативную часть растений) целесообразно вносить под основную обработку пара с целью восполнения повышенной минерализации гумуса и в связи с повышенным потреблением элементов питания озимой пшеницей и озимой рожью. Озимые культуры по паровому предшественнику отличаются высокой отзывчивостью на удобрения. Нормативная прибавка урожая зерна в первый год составляет 13-15, каштановых почвах- 10-12 кг.

В степной зоне черноземных почв самая высокая эффективность органических и минеральных удобрений. Для создания бездефицитного баланса гумуса в почве необходимо в пятипольном севообороте органические удобрения в сочетании с минеральными вносить два раза в ротацию: навоз под основную обработку парового поля (20-30 т/га. и незерновую часть урожая озимой пшеницы с заделкой в почву дискатом (4-7 т/га + N_{36.60}).

Основное удобрение, внесенное в паровом поле, обеспечивает максимальную урожайность ведущей культуры - озимой пшеницы или озимой ржи при высокой окупаемости затрат, связанных с приобретением и применением удобрений. Калийные удобрения вносят на почвах первых трех классов по плодородию (низкая и средняя обеспеченность подвижным калием - (100- 300 мг/кг почвы) в сочетании с азотно-фосфорными удобрениями.

Обязательным приемом является припосевное удобрение культур севооборота фосфором дозой 10-15 кг д. в. на 1 га для зерновых и N_{20P30} для подсолнечника. Для повышения урожайности и получения качественного зерна озимой пшеницы проводят поверхностную или прикорневую ранневесеннюю азотную подкормку N₄₅ и некорневую

подкормку 30% раствором мочевины или КАС в дозе N_{30} в период колошение - молочная спелость.

Необходимость поздней азотной подкормки озимой и яровой пшеницы устанавливается на основе данных химической листовой диагностики. За счет подкормок озимой пшеницы в степной зоне черноземных почв удастся дополнительно получить до 0,8-1,2 т/га зерна и добиться повышения содержания в зерне белка и сырой клейковины соответственно на 1,0-2,0% и 3-6%.

При возделывании подсолнечника припосевное локальное азотно-фосфорное удобрение является обязательным приемом как в целях увеличения урожайности до 2,0-2,5 т/га и более, так и повышения масличности семян, устойчивости к стресс-факторам.

В сухостепной зоне темно-каштановых почв система удобрения направлена на повышение урожайности озимой и яровой твердой пшеницы - главных культур севооборота.

Для реализации этой задачи необходимо внести в паровое поле органические и фосфорно-калийные удобрения, использовать всю незерновую часть урожая озимой пшеницы совместно с азотным удобрением.

Под все культуры применяют припосевное удобрение P_{10-is} , посе́вы озимой пшеницы дважды подкармливают азотом: N_{45} - рано весной поверхностно по таломерзлой почве или прикорневым способом при наступлении физической спелости, вторую азотную подкормку дозой N_{30} проводят некорневым способом по данным растительной диагностики в фазе колошение - молочная спелость.

В сухостепной зоне каштановых почв основное фосфорнокалийное удобрение вносят только в паровое поле, чтобы получить климатически обеспеченную урожайность озимых культур. С этой целью посе́вы озимых подкармливают азотом рано весной и при необходимости проводят некорневую азотную подкормку в период колошение - молочная спелость. Все культуры севооборота высевают с одновременным внесением в рядки фосфорного удобрения

В качестве органического удобрения используется незерновая часть урожая озимых культур, которая заделывается в почву дискатором совместно с азотным удобрением. Этот прием призван компенсировать убыль органического вещества в результате повышенной минерализации гумуса в парующей почве.

Фоновое удобрение солома + N50 в сочетании с припосевным внесением P₁₀ повышает урожайность зернофуражной культуры - ярового ячменя (на 0,5 - 0,8 т/га). В полупустынной зоне светло-каштановых почв хорошие результаты дает применение в севообороте органических и минеральных удобрений.

В связи с недостатком навоза в паровое поле можно ограничиться внесением под глубокую обработку фосфорнокалийного удобрения средними дозами P40K40, полностью компенсирующими вынос фосфора и частично - вынос калия культурами ко-роткоротационного севооборота.

Незерновую часть урожая озимых культур также целесообразно использовать в качестве органического удобрения с заделкой в почву дискатором в сочетании N₄₀. Обязательными приемами системы удобрения является припосевное внесение фосфора P₁₀, а также ранневесенняя азотная подкормка озимых культур поверхностным или прикорневым способами.

В отдельных случаях в благоприятные по увлажнению годы эффективна и поздняя некорневая подкормка озимой пшеницы (N₃₀) в период колошение - конец цветения с целью улучшения качества зерна.

Органические удобрения в системе удобрения севооборота призваны решать две задачи: стабилизировать или способствовать повышению содержания гумуса в почве и улучшать обеспеченность растений макро- и микроэлементами. Минеральный блок моделей ориентирован на оптимизацию минерального питания полевых культур в целях достижения климатически обеспеченной и экономически целесообразной урожайности и улучшения качества товарной продукции.

В технологии возделывания полевых культур обработка семян стимуляторами роста, микроэлементами, протравителями, пленкообразующими или защитно-стимулирующими составами должна найти применение, так как она на первых этапах онтогенеза способствует повышению полевой всхожести семян, ускорению роста корневой и надземной массы. Посев обработанными семенами снижает риск поражения фитопатогенными возбудителями болезней и повышает устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды.

Интерес представляет использование для предпосевной обработки семян раствора природного минерала бишофита, имеющего в составе комплекс макро- и микроэлементов. Рассол бишофита содержит, % массы: хлорид магния 83-98, сульфат калия 0,1-0,7, хлорид натрия 0,1-0,4, хлорид калия и магния 0,1-5,5, сульфат магния 0,1-2,8, бромид

магния 0,45-0,98 и микроэлементы бор, бром, хром, железо, медь, алюминий, кобальт, барий, цинк, кальций, мышьяк, натрий, селен, рубидий, цезий, литий.

Внесение бишофита при предпосевной обработке семян и вегетационной растений восполняет недостаток микроэлементов, подавляет ингибирующие процессы, способствует восстановлению активности энзимов и полноценному протеканию обмена веществ в клетках растений, повышает урожайность на 20-25%, содержание в зерне клейковины, стекловидность и массу 1000 зерен.

Норма расхода бишофита определяется при лабораторном анализе семян: в зависимости от качества колеблется от 1 до 3 л/т и более. Обработка семян ведется на протравочных машинах с расходом рабочего раствора 10 л/т. Бишофит совмещается с инсектицидами и фунгицидами, повышает их активность, что позволяет снижать нормы внесения.

Эффективно комплексное органоминеральное удобрение гумат калия жидкий торфяной, в состав которого входят гуминовые кислоты (80 г/л), фульвокислоты, аминокислоты, органические кислоты, углеводы (0,2-2,5 г/л), а также азот, фосфор, калий и микроэлементы (железо, медь, цинк, марганец, молибден).

Гумат калия используют при обработке семян нормой 0,2 л/т, а при подкормке посевов по вегетации 0,4 л/т. Урожайность зерновых при использовании гумата повышается на 15-17%. Под воздействием препарата увеличивается усвоение элементов питания из внесенных минеральных удобрений, что позволяет уменьшить дозы их применения на 25-30%. Гумат калия используют как заменитель азотных удобрений для послеуборочной обработки соломы. Разложение соломы и корневых остатков при его внесении происходит интенсивно, а почва обогащается гумусом.

Дозы минеральных удобрений для допосевого внесения и подкормок в годовых планах при нормальных, интенсивных и высокоинтенсивных технологиях возделывания культур необходимо ежегодно корректировать с учетом конкретного размещения по полям и различий в показателях плодородия полей и участков в севообороте, а также в зависимости от погодно-агротехнических и материальноэкономических условий прошедшего и текущего года.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте определение, цель и задачи системы удобрения.
2. Перечислите почвенные показатели, влияющие на эффективность удобрений и способы их регулирования.
3. Какова роль гранулометрического состава и окультуренности почв в повышении эффективности удобрений?
4. Перечислите климатические факторы, влияющие на эффективность удобрений и способы их регулирования.
5. Какие агротехнические условия влияют на эффективность удобрений?
6. Значение севооборота и предшественника при использовании удобрений.
7. Как понимать зависимость эффективности удобрений от количества и их качества?
8. Как изменяется эффективность удобрений при разбросном и локальном, ежегодном и периодическом способах внесения и заделки их?
9. Как влияют сроки внесения и глубина заделки разных удобрений и мелиорантов на их эффективность?

Глава 29. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ

По материалам агрохимического обследования почв (картограммы и паспорта полей) определяется класс обеспеченности элементами питания почвы полей и участков, на которых будут размещаться культуры севооборота на следующий год.

Если содержание подвижных форм элементов питания в почве соответствует средневзвешенной обеспеченности всего севооборотного массива (4 класс), доза соответствующего удобрения остается неизменной, поправочный коэффициент к дозе равен 1.

Если почва в этом поле (участок) беднее, чем в среднем по севообороту (2 или 3 класс), доза соответствующего удобрения возрастает на 20 или 40%, т.е. поправочный коэффициент к дозе будет 1,2 или 1,4. Если почва в этом поле (участок) богаче, чем в среднем по севообороту (1 или 2 класс), доза удобрения снижается на 20 или 40%, т.е. поправочный коэффициент к дозе 0,8 или 0,6. Общее количество минеральных удобрений при этом неизменно, но бедные поля и участки получают больше удобрений, чем богатые, что приведет к выравниванию плодородия почвы севооборота.

Учет погодных и агротехнических условий прошедшего года осуществляют по уровням полученных урожаев предшественников, размещаемых в конкретных полях.

Если урожайность предшественника соответствует планировавшейся для конкретной технологии, то скорректированные по плодородию этого поля дозы фосфорных и калийных минеральных удобрений остаются неизменными, т.е. поправочный коэффициент равен 1,0.

Если урожайность предшественника оказалась на 20-30% выше (ниже) планировавшейся, то дозы фосфорных и калийных минеральных удобрений соответственно снижают (повышают) на 20-30%, т.е. поправочные коэффициенты к дозам удобрений будут равны соответственно 1,2-1,3 (0,8-0,7).

Материально-экономические условия зависят от ежегодных изменений в накоплении органических (навоза и приобретении минеральных удобрений). Их учет осуществляют, изменяя дозы, полученные после первых двух коррекций.

Если количество навоза за текущий год возросло (уменьшилось) на 10-20%, его вносят в изменившейся дозе под ту же культуру, но при этом уменьшают (увеличивают) дозы применяющихся минеральных удобрений под эту культуру соответственно на 10-20%, т.е. применяют поправочный коэффициент 0,9-0,8 (или 1,1-1,2) соответственно.

Если изменилось количество минеральных удобрений на 10-20%, то дозы их изменяют на соответствующую величину под всеми культурами, обязательно сохраняя установленные соотношения $N : P_2O_5 : K_2O$, согласно предыдущей коррекции. Одновременно на соответствующую величину изменяют уровни планируемых урожаев.

Если общее количество минеральных удобрений осталось прежним, но изменилось соотношение между их видами ($N : P_2O_5 : K_2O$), то снижают дозы преобладающих видов до уровня минимального, соблюдая те же соотношения под культурами, что были после предыдущей коррекции. Одновременно снижают уровни ожидаемых урожаев.

Избыток преобладающих видов минеральных удобрений может быть использован в других севооборотах и угодьях или останется переходным фондом на следующий год.

Перед внесением откорректированные дозы азотных удобрений под культуры при нормальной, интенсивной и высокоинтенсивной технологиях следует еще раз скорректировать по результатам почвенной и растительной диагностики в следующем порядке:

За 1-2 дня до внесения азотных минеральных удобрений в почву

перед посевом осенью или весной под каждой культурой определяют экспресс методом содержание нитратов в пахотном слое (считая, что каждые 10 мг/кг эквивалентны 30 кг/га N) и вычитают полученную величину из ранее скорректированной дозы.

Если оставшаяся доза окажется менее 20 кг/га N при разбросном внесении, или менее 10 кг/га N при локальном внесении, их нет смысла вносить вообще, т.к. столь малые дозы экономически невыгодны (не окупают затрат по применению). Такие минимальные дозы (20-10 кг д. в./га. фосфорных и калийных удобрений под культурами при допосевном внесении также экономически неэффективны.

Поэтому, если после коррекций в годовых планах будут получены столь малые дозы, их следует добавить к соответствующим дозам предшествующей культуры.

При корневых подкормках дозы азотных удобрений корректируются по результатам экспресс анализа растений (растительной диагностики) с помощью поправочного коэффициента K, к скорректированной дозе годового плана.

Экономически эффективны после подобных коррекций дозы корневых азотных подкормок более 20 кг/га при разбросном и более 10 кг/га при локальных способах внесения.

Во всех севооборотах под всеми культурами в качестве допосевного (основного) удобрения рекомендуются следующие: мочевины (карбамид) - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ с содержанием азота - 46%; двойной суперфосфат - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2$ с содержанием фосфора - 40%; хлористый калий (KCl) с содержанием калия - 60%; калийная соль (KCl + NaCl) с содержанием калия - 40%.

Для припосевного (припосадочного) удобрения под разные культуры рекомендуются: гранулированный простой суперфосфат с содержанием фосфора - 20%; нитроаммофос гранулированный (23:23) с содержанием азота и фосфора по 23%; нитрофоска гранулированная (15:15:15) с содержанием азота, фосфора и калия по 15%.

Для корневых подкормок под разные культуры применяется аммиачная селитра (NH_4NO_3) с содержанием азота около 35%, для некорневых подкормок - мочевины ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), которую следует применять в виде водных растворов указанных доз в концентрациях 20-25% в расчете на удобрение.

Технологические операции по внесению минеральных удобрений составляют существенную часть себестоимости агротехнологии и себестоимости выращиваемой продукции. Внесение минеральных

удобрений влияет на экологическую обстановку и качество сельскохозяйственной продукции. В настоящее время агроном рассчитывает дозу удобрения усреднено, то есть одну на поле или производственный участок. На самом деле потребность в удобрении на разных участках поля может отличаться. В результате создается переизбыток удобрений на одних участках поля и нехватка на других, что влияет на количество и качество урожая, экологическую обстановку.

Современные технические и информационные средства позволяют обеспечить дифференцированное внесение удобрений в соответствии с микроструктурой почвенного покрова.

Точное земледелие предполагает два режима внесения удобрений - *off-line* и *on-line*. Режим *off-line* предусматривает предварительную подготовку на стационарном компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно привязанные с помощью GPS дозы удобрений для каждого элементарного участка поля.

Для этого осуществляется сбор необходимых данных о поле, на основании которых проводится расчет дозы для каждого элементарного участка поля, тем самым формируется (в специальной программе) карта-задание. Затем она переносится на чип-карте (носителе информации) на бортовой компьютер сельскохозяйственной техники, оснащенной GPS-приемником, и выполняется заданная операция.

Трактор, оснащенный бортовым компьютером, двигаясь по полю, с помощью GPS определяет свое местонахождение. Компьютер считывает с чип-карты дозу удобрений, соответствующую месту нахождения и посылает сигнал на контроллер распределителя твердых удобрений или опрыскивателя. Контроллер, получив сигнал, выставляет нужную дозу.

Режим реального времени (*on-line*) предполагает предварительное определение агротребований на выполнение операции по внесению удобрений и мелиорантов, а соответствующая доза определяется во время выполнения операции.

Агротребования в данном случае - это количественная зависимость дозы агрохимикатов от показаний датчика, установленного на сельскохозяйственной технике, выполняющей операцию, и сканирующего посев.

Результаты выполнения операции (дозы и координаты, обработанная площадь, время выполнения и фамилия исполнителя) записываются на чип-карту.

Комплектация технического обеспечения реализации агроприемов в системе точного земледелия зависит от режима их выполнения. В этой связи точные (прецизионные) технологии предполагают использование различной информационной и технической базы.

Далее на примере внесения минеральных удобрений рассмотрим две прецизионные технологии, реализация которых осуществляется в режимах *off-line* и *on-line*.

Первая технология предусматривает внесение минеральных удобрений в режиме *off-line* и имеет в качестве информационнотехнической базы *мобильный автоматизированный комплекс для создания электронных карт полей и агрохимического обследования*. Он состоит из следующих функциональных компонентов:

- движитель;
- автоматический почвенный пробоотборник;
- спутниковая система позиционирования (GPS);
- бортовой компьютер;
- программное обеспечение.

Движитель - автомобиль «Нива», или другой джип, подходящий по критериям мобильности. Движитель оснащен специальной оснасткой для крепления автоматического пробоотборника на задней части автомобиля. Специальная оснастка включает, помимо железной рамной конструкции для непосредственной навески пробоотборника, розетку, соединенную с аккумуляторной батареей автомобиля.

Автоматический почвенный пробоотборник представляет агрегат, смонтированный как навесное оборудование на задней части рамы движителя; работает от электрического двигателя, питающегося от аккумуляторной батареи автомобиля.

Электрический двигатель приводит в действие гидравлическую систему, непосредственно производящую отбор проб посредством двух спаренных агрохимических буров. Пробоотборник оснащен блоком управления, управляющей электроникой, датчиком и регулятором рабочего давления.

Почвенные пробы берутся на глубину 0,25 м. Почва автоматически собирается в специальный контейнер на пробоотборнике и пересыпается в отдельную маркированную тару по окончании отбора объединенной пробы, то есть пробы с одного элементарного участка поля.

В качестве *системы позиционирования* на местности используется американская Global Position System (GPS) или глобальная система позиционирования - космический сегмент, представляющий созвездие

из 24 спутников.

Система GPS работает при любых погодных условиях по всему миру 24 часа в сутки. С ее помощью можно с высокой степенью точности определять координаты и скорость подвижных объектов.

GPS-приемник объединяет приемник GPS сигналов. Приемник поправок от морских MSK и приемник поправок от спутникового дифференциального сервиса, при этом используется одна комбинированная антенна. Такая конфигурация повышает точность (до 0,5 м) и надежность определения места, упрощает реализацию дифференциального режима.

Бортовой компьютер соединен с GPS- приемником кабелем стандарта RS-232 для получения текущей координаты. Он оснащен специальным программным обеспечением.

Программное обеспечение бортового компьютера позволяет сразу на поле создавать электронный контур обследуемого участка, определение точек отбора проб и навигацию по этим точкам. Также предусмотрено подключение внешних датчиков для непрерывного (сплошного) обследования экспериментальных участков.

Основные функции программного обеспечения: создание электронных карт обследуемых полей, возможность ведения базы данных с привязкой атрибутов к идентификаторам топографических объектов, отображение текущих географических координат, возможность навигации в заданную точку, возможность отображения длины, расстояний, площади геообъектов, работа с несколькими слоями отображения информации, наложение сетки на полигон, отображение текстовых атрибутов полигонов, линий, точек, возможность создания и отображение легенды для геообъектов на основании атрибутов объектов.

Разработка картограмм обеспеченности почв элементами питания, засоленности и солонцеватости почв осуществляется с использованием крупномасштабных карт структур почвенного покрова и карт урожайности.

Отбор почвенных проб производится пробоотборником по нормативам, которые разрабатываются научными учреждениями для различных почвенных условий. Каждая взятая проба привязывается к единой системе позиционирования. При отборе проб оператор делает 10-20 уколов автоматическим пробоотборником, останавливаясь при каждом уколе. На панели бортового компьютера записывается пройденный путь и сохраняется в памяти компьютера.

Программное обеспечение должно гарантировать навигацию к

любой отмеченной в бортовом компьютере оператором точке на поле. Это удобно при движении к месту последней взятой пробы для продолжения работ или к проблемному участку, где необходимо провести дополнительные исследования.

После проведения лабораторных исследований отобранных образцов ведомость с результатами заносится в ПО стационарного компьютера соответственно точкам отбора проб, импортированным из бортового компьютера комплекса. После этого одним из методов интерполяции получаем карту распределения по полю каждого агрохимического параметра, определенного в агрохимической лаборатории. База данных хранит всю информацию, введенную в программу ранее, что позволяет проводить мониторинг агрохимических характеристик по каждому полю от обследования к обследованию.

При создании карты-задания программа в диалоговом режиме запрашивает необходимые сведения: ширину захвата техники, тип бортового компьютера, обрабатываемую культуру, тип удобрений и метод расчета дозы внесения. После этого стационарный компьютер генерирует пространственно-ориентированную карту-задание на внесение минеральных удобрений. Программа стационарный компьютер имеет множество функций, предназначенных для анализа геоинформационной и агрономической информации, выдачи различных отчетов и статистического анализа.

Контролер параллельного вождения необходим для точного вождения техники по полю, с точностью, которую позволяет выдерживать GPS-приемник. Точное вождение по полю необходимо во избежание разрывов и перекрытий полос внесения минеральных удобрений, что дает ощутимый экономический и экологический эффект.

Так, при традиционном внесении удобрений механизатор ориентируется по маркеру, но при большой ширине захвата сельскохозяйственной техники это достаточно проблематично, тем более, когда работы ведутся в темное время суток. Контролер параллельного вождения позволяет решить эту проблему.

Встроенный специальный редактор формул позволяет программировать сложные методы расчета удобрений, которые впоследствии применяются для создания карты-задания на внесение минеральных удобрений. Редактор формул позволяет вести базу удобрений: создавать новые схемы удобрения и редактировать старые.

В базе удобрений указывается процентное содержание действующих веществ, стоимость и название. Стоимость позволяет рассчитать

полную стоимость удобрений, внесенных на поле по созданной карте-заданию.

Бортовой компьютер размещается в кабине трактора и подключается к аккумуляторной батарее (12 V). Подсоединение к компьютеру полевого опрыскивателя и распределителя удобрений производится при помощи пульта управления через 48-полюсный штекерный соединитель.

При помощи штекера компьютер получает информацию с датчиков, переключателей распределительных линий и главного выключателя. Кроме того, компьютер распознает тип сельскохозяйственного оборудования. Предназначенная для агрегата программа и введенные однократно характеристики агрегата выбираются автоматически: ширина захвата, количество распылителей, контрольное число расходомера и прочие, вводятся однократно, при первом подключении.

Установка дозы удобрения может вестись тремя способами: установка одной фиксированной дозы на бортовом компьютере с помощью клавиатуры; использование заранее подготовленной на стационарном компьютере карты-задания с пространственной привязкой к местности (режим *off-line*), управление дозой удобрения на основании данных, получаемых в процессе движения трактора по полю и агропробований при работе в режиме *on-line*.

После проведения лабораторных исследований полученную ведомость заносят в ПО, установленное на стационарном компьютере.

Перед этим в него импортируется созданный контур поля (разбитого на элементарные участки), сохраненный в виде набора файлов на переносимой чип-карте.

В программном обеспечении стационарного компьютера создаются электронные карты поля по каждому агрохимическому показателю. Для этого применяется один из методов интерполяции, заложенных в программе. Далее в специальном редакторе выбирается метод расчета дозы удобрения.

Генерация карты-задания на внесение удобрений производится автоматически для каждого элементарного участка поля, который представляет собой квадрат со стороной равной ширине захвата сельскохозяйственной техники, для которой формируется карта-задание. При генерации карты-задания указывается также тип контроллера.

Карта-задание записывается на чип-карту и переносится на бортовой компьютер сельскохозяйственной техники

Бортовой компьютер, используя данные GPS-приемника AgGPS

и карты-задания, автоматически регулирует дозу внесения удобрений по ходу движения техники.

Одновременно контролер параллельного вождения AgGPS PSO указывает механизатору с помощью дисплея-курсоуказателя точную траекторию движения по полю.

Режим реального времени (*on-line*) предполагает предварительно определить агротребования на выполнение операции, а доза удобрений определяется непосредственно во время выполнения операции.

Агротребования, в данном случае, это количественная зависимость дозы удобрения от показаний датчика, установленного на сельскохозяйственной технике, выполняющей операцию. Результаты выполнения операции (дозы и координаты, обработанная площадь, время выполнения и фамилия исполнителя) записываются на чип-карту.

Гидросенсор - оптический прибор, позволяющий оптимизировать внесение минеральных удобрений при азотных подкормках растений. N-сенсор устанавливается на крыше трактора и имеет четыре оптических датчика по углам, обеспечивая обзор с четырех сторон. Эти датчики улавливают отраженный свет от листовой поверхности в красном и инфракрасном диапазоне света.

Данные анализируются каждую секунду, и по ним определяется содержание хлорофилла в листьях и биомасса. Пятый датчик направлен вверх, в небо. Он измеряет интенсивность света, позволяя системе корректировать данные в соответствии с различными условиями освещенности, что дает возможность проводить работу и в пасмурную погоду.

Информация от датчиков передается на бортовой компьютер, который соединен кабелем с бортовым компьютером, который управляет дозирующей системой распределителя минеральных удобрений или опрыскивателя. В зависимости от интенсивности окраски листьев, сенсор повышает или снижает норму внесения азотных удобрений.

После определения дозы азота в действующем веществе на контрольном участке включается N-сенсор и бортовой компьютер Hydro, переходим в режим «калибровка», вводим полученную дозу и проходим контрольный участок.

Таким образом, бортовой компьютер ставит в соответствие дозу, которую необходимо внести на контрольном участке и показатели, полученные с датчиков N-сенсора на этом участке при сегодняшней погоде. Такую калибровку проводят каждый раз, выезжая на поле

или при смене погоды. После проведения калибровки необходимо включить все бортовые системы, нажать кнопку «Старт» и начинать работу.

В ходе движения по полю датчики N-сенсора фиксируют разные показания и посылают соответствующий сигнал на бортовой компьютер Hydro, который передает сигнал компьютеру. Бортовой компьютер Amatron посылает сигнал на контроллер техники, который устанавливает нужную дозу внесения.

Перед работой необходимо ввести в компьютер процентное содержание азота в удобрении, с которым нужно работать. Компьютер пересчитает дозу в действующем веществе на туки и будет посылать корректирующий сигнал на контроллер. Результаты работы (дозы и координаты) сохраняются на чип-карте в бортовом компьютере и впоследствии обрабатываются на стационарном компьютере.

Данная технология позволяет проводить азотные подкормки, экономить удобрения и избегать передозировки, что позволяет уменьшить стоимость операции и повысить экологическую безопасность. Также предотвращается полегание зерновых и понижается содержание вредных веществ в овощных культурах.

Эффективность и экологическая безопасность применения удобрений зависят от соблюдения регламентов по транспортировке, хранению, складской переработке, внесению. Неравномерность внесения минеральных удобрений центробежными разбрасывателями достигает 60-80% и более, что в 2-3 раза превышает агротехнические требования. В результате снижаются прибавки урожайности от азотных удобрений на 40-50%, фосфорных - 15-20%, калийных и комплексных - 36-40%, увеличиваются затраты и потери при уборке урожая полегших посевов, пестрота почвенного плодородия, ухудшаются показатели питательной ценности и качества товарной продукции.

Для обеспечения качества работ по внесению удобрений проводят настройку агрегатов на заданную дозу, оптимальную ширину захвата перед началом работы и периодически контролируют указанные параметры в полевых условиях. Некачественное внесение удобрений, особенно органических и химических мелиорантов, отрицательно сказывается на урожайности полевых культур в течение нескольких лет. В связи с этим контроль за соблюдением регламентов применения удобрений должен носить предупредительный характер, что позволит повысить их эффективность и экологическую безопасность.

При поверхностном внесении минеральных удобрений необходимо соблюдать следующие требования:

- неравномерность внесения по ширине захвата для машин с дисковыми распределяющими устройствами не должна превышать 22%, для машин с роторными и штанговыми распределяющими устройствами - 15%;
- отклонение фактической дозы от заданной не более $\pm 10\%$;
- смежные проходы должны быть равны рабочей ширине захвата, что обеспечивает требуемое перекрытие в стыковых проходах, которые не должны превышать 5% ширины захвата агрегата;
- на поле и на пути следования агрегата не должно быть просыпанных удобрений;
- на повторных полосах вносят ту же дозу удобрений, что и на остальной площади поля;
- не должны допускаться огрехи;
- авиационное внесение твердых минеральных удобрений допускается только в тех случаях, когда из-за переувлажнения почвы и по другим причинам нельзя использовать наземную технику;
- неравномерность внесения удобрений сельскохозяйственной авиацией должно быть не более 25%, отклонение фактической дозы удобрений от заданной не должно превышать $\pm 10\%$.

При внесении твердых минеральных удобрений с заделкой в почву должны выполняться следующие агротехнические требования:

- отклонение фактической дозы от заданной не более $\pm 10\%$;
- неравномерность распределения удобрений между оптимальными сошниками (тукопроводами) не должно превышать $\pm 10\%$;
- допустимое отклонение между основными лентами 0,02 м, между стыковыми (от смежных проходов машины) 0,1 м;
- отклонение фактической глубины заделки удобрений от заданной не должно быть более $\pm 0,15$ м (15-20%);
- не менее 80% удобрений должны находиться в трех сантиметровом слое почвы на заданной глубине внесения, на поверхности почвы в верхнем сантиметровом слое их масса не должна превышать 5% фактической дозы;
- не допускается забивание тукозаделывающих органов машины растительными остатками и почвой;
- степень перекрытия смежных проходов агрегата не более 10%;
- корневую подкормку зерновых культур и многолетних трав

следует проводить сеялками с дисковыми сошниками поперек посевных рядков, при перекрестном способе сева - по диагонали посевных рядков, размещая ленты удобрений на глубине 0,02-0,05 м с интервалом 0,12-0,17 м, при этом количество вырванных с корнями растений не должно превышать 3%;

- при междурядной подкормке пропашных культур удобрений вносят лентами на глубину 0,06-0,08 м.

Агротехнические требования к качеству внесения твердых органических удобрений являются едиными независимо от технологии применения:

- рабочая скорость движения агрегата при внесении удобрений должна быть в пределах 7-12 км/ч;

- отклонение фактической дозы от заданной не более $\pm 10\%$;

- неравномерность распределения удобрений по ширине захвата агрегата не должна быть более $\pm 25\%$;

- варьирование заданной дозы внесения по длине прохода агрегата не более $\pm 10\%$;

- не допускаются огрехи и неудобренные участки на поле;

- в течение двух часов распределенные на поверхности поля удобрения должны быть заделаны в почву на требуемую глубину почвообрабатывающими орудиями общего назначения (плуги, дисковые бороны, луцильники) с соблюдением агротехнических требований, предъявляемых к обработке (вспашка, лущение).

Имеются данные, подтверждающих положительную роль органических и минеральных удобрений, химических мелиорантов в повышении урожайности полевых культур и улучшении качества растениеводческой продукции.

Вместе с тем возможны негативные воздействия удобрений и мелиорантов на растения, почву и другие объекты окружающей среды в случае неправильного использования (низкие и высокие дозы внесения, неравномерность распределения по площади, не соответствующие реальной ситуации сроки, способы и сочетания).

Агроэкологическая оценка вида, дозы, технологии применения удобрений и мелиорантов должна включать влияние на урожайность и качество продукции выращиваемых культур, учитывать, как положительные, так и негативные воздействия на плодородие почв и окружающие объекты сопредельной среды. Что касается минеральных удобрений, то не они сами загрязняют почву, а сопутствующие компоненты.

Качество промышленных макро- и микроудобрений указывается в сертификатах, поэтому негативные экологические последствия имеют место только при нарушениях правил транспортировки, хранения и научно обоснованных технологий применения (доз, соотношений, способов и сроков внесения под культуры севооборота).

Для повышения экологической безопасности и экономической эффективности разработаны общие требования к применению удобрений. Их вносят в минимально достаточных дозах для получения запланированного урожая, сроки и способы применения должны обеспечивать максимально возможные коэффициенты использования растениями элементов питания из удобрений.

В этом случае исключается проявление процессов обеднения или загрязнения почв, вод, продукции и других объектов не только основными элементами (NPK), но и сопутствующими в удобрении элементами и веществами.

В минеральных удобрениях, особенно в фосфорсодержащих, химических мелиорантах наряду с биогенными элементами питания присутствуют примеси в виде солей тяжелых металлов, органических соединений, радиоактивных изотопов.

Это связано с тем, что сырье для производства минеральных удобрений (апатиты, фосфориты, сырые калийные соли) содержит нежелательные примеси до 5%. Из токсичных элементов присутствуют мышьяк, кадмий, свинец, фтор, стронций, которые являются источниками загрязнения окружающей среды и учитываются при внесении минеральных удобрений.

При экологической оценке системы удобрения элементы-загрязнители классифицируются в соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-837 по трем классам опасности:

- 1 класс - мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, титан;
- 2 класс - кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром;
- 3 класс - барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Различают четыре уровня концентрации тяжелых металлов в почве:

- 1 - дефицит элемента, когда растения страдают от недостатка;
- 2 - оптимальное содержание, соответствующее нормальной жизнедеятельности и максимальной продуктивности растений;
- 3 - предельное содержание элемента, когда начинают проявляться первые признаки депрессии растений и снижения продуктивности;

4 - чрезмерное (угнетающее, губительное) содержание элемента, вызывающее сильное угнетение жизненных функций и гибель растений.

Предельно допустимые концентрации химических элементов в почве, которыми руководствуются при экологической оценке степени загрязнения пахотных почв тяжелыми металлами и фтором.

В настоящее время применение фосфорных и калийных удобрений в севооборотах Нечерноземной зоны не вызывает опасности загрязнения окружающей среды, поскольку они вносятся в дозах, меньших по сравнению с оптимальными. Внесенные фосфорные удобрения в результате химического поглощения связываются в почве, оставаясь доступными для растений. Калийные удобрения физикохимическим способом связываются почвенным поглощающим комплексом и также остаются доступными для растений. В большинстве зональных почв фосфор и калий не мигрируют по почвенному профилю и сохраняются в пахотном слое. Поэтому годовую дозу фосфорного и калийного удобрений экологически безопасно вносить в один прием под основную обработку почвы. Более того, исследования показали агрономическую целесообразность периодического внесения повышенных доз фосфорных и калийных удобрений в расчете на ротацию 3-5-польных севооборотов. Данный прием экологически безопасен, экономически выгоден, чем ежегодное основное внесение РК- удобрений в засушливых условиях Нечерноземной зоны.

При ограниченных ресурсах удобрений предпочтение отдается ежегодному припосевному внесению фосфорсодержащих удобрений чем однократному внесению всей дозы фосфора в одно из полей севооборота.

Локальное применение минеральных удобрений экологически безопаснее поверхностного разбросного внесения туков. Заделка азотных удобрений в почву перед посевом культуры предпочтительнее, чем внесение осенью под зяблевую обработку почвы.

Важнейшей экологической проблемой является правильное использование азотных удобрений, которым, с одной стороны, принадлежит ведущая роль в повышении урожайности и улучшении качества продукции растениеводства, с другой - азотные удобрения могут при неправильном использовании загрязнять окружающую среду.

Применение азотных удобрений в повышенных дозах, превышающих потребность полевых культур, приводит к увеличению потерь, связанных с вымыванием нитратов за пределы корнеобитаемого слоя

почвы, вплоть до грунтовых вод, процессом денитрификации, накоплению нитратов в растениеводческой продукции. Для предотвращения использования в пищу продуктов с избыточным содержанием нитратов и тяжелых металлов в РФ введены ограничения на содержание этих веществ в продуктах питания. Эти данные учитываются при экологической оценке систем удобрения в севооборотах.

Наибольшее вымывание нитратного азота в нижние горизонты почвы в Нечерноземной зоне происходит поздней осенью или рано весной после схода снежного покрова, ливневых осадков в летние месяцы и в паровом поле севооборота.

Исследованиями установлено, что коэффициент использования азота из минеральных удобрений в полевых условиях не превышает 40-50%.

Последействие обычных (научно обоснованных) доз азотных удобрений практически отсутствует (< 2-3%). Не усвоенный растениями азот в год внесения иммобилизуется почвенными микроорганизмами, входит в состав гумусовых веществ, но значительная часть нитратов теряется из почвы в газообразной форме (NO, N₂O, N₂) в результате денитрификации (до 20%).

В районах, где есть риск загрязнения за счет вымывания нитратного азота, следует осваивать севообороты с чередованием зерновых и кормовых культур. Такие севообороты способствуют связыванию минерального азота при заделке в почву соломы и растительных остатков в виде легкогидролизуемых соединений в процессах новообразования гумуса, снижая потери удобрений в окружающую среду.

Для предотвращения эвтрофикации водоемов необходимо соблюдать водоохранную зону, где применение азотных удобрений исключается.

Экономической и экологической проблемой является неравномерность внесения химических мелиорантов, органических и минеральных удобрений, поэтому необходим контроль за качеством выполнения технологических приемов. Качество внесения удобрений и мелиорантов определяют по соблюдению фактических доз (соответственно расчетным дозам) равномерности распределения удобрений и мелиорантов по поверхности поля и глубине заделки в почву.

Экологически безопасное применение органических удобрений достигается в результате рационального распределения ресурсов по севооборотам: лучшие виды (подстилочный навоз, компосты, птичий по-

мет и др.) выделяют под овощные культуры; во вторую очередь, с учетом удаленности от мест производства, используют оставшиеся удобрения для кормовых и других специализированных севооборотов; в третью очередь распределяют оставшееся количество удобрений по полевым севооборотам (солома, сидераты, сапрпель и др.).

Минимальные экономически оправданные дозы твердых органических удобрений при разбросном внесении с немедленной заделкой в почву на почвах 1-3 классов по плодородию - 20-30 т/га, на более окультуренных и плодородных - 10-20 т/га, при локальном внесении (в борозды, лунки) - 5-10 т/га не вызывают загрязнения окружающей среды.

Более высокие дозы органических удобрений должны быть экологически безопасны, что устанавливается по результатам баланса питательных веществ конкретного поля, занятого культурой, под которую их вносят. При правильном применении органические удобрения способствуют уменьшению дегумификации почвы, а в севооборотах с посевами многолетних трав - созданию бездефицитного баланса гумуса в зональных почвах Нечерноземной зоны.

Теоретические и практические основы защиты культурных растений от сорняков, болезней и вредителей

Система защиты растений - комплекс методов защиты растений от вредных организмов, адаптированный к агроландшафтным и хозяйственным условиям производства, обеспечивающий оптимальное фитосанитарное состояние агроценоза и продукции сельскохозяйственных культур, экологическую безопасность окружающей среды.

Оптимальное фитосанитарное состояние агроценоза - динамическое равновесие живых организмов в агроэкосистеме, при котором наличие вредных организмов не превышает их экономический порог вредоносности.

Методы защиты растений в системах земледелия реализуют через научно обоснованные технологии применения агротехнических, химических, биологических, физических и комплексных мер. Основой защиты растений являются технологии, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков или их ограничение на экологически допустимом уровне.

Сокращение посевных площадей, упрощение культуры земледелия, несоблюдение агротехнических мероприятий и севооборотов приводит к распространению опасных специализированных вредоносных сорных растений (пырея, бодяка, горчица), вредителей (клопа вредной

черепашки, колорадского жука), возбудителей болезней (мучнистой росы, ржавчины, головни, фитофтороза, корневых гнилей, септориоза, фузариоза), что обуславливает большие потери урожая.

Общий недобор урожая от воздействия вредных организмов (фитопатогенов, фитофагов, сорняков) составляет ежегодно 30-35% в период вегетации и 15-25% - в период транспортировки и хранения готовой продукции.

Теоретической основой построения систем защиты растений в адаптивно-ландшафтном земледелии являются закономерности динамики популяции вредных и полезных организмов, формирования и развития агроэкосистем. От этого зависит выбор методов, приемов, средств оптимизации фитосанитарной обстановки агроценозов.

Технологии выращивания культур определяют сочетание энергетических ресурсов, которыми регулируются фенология, интенсивность размножения, выживаемость и вредоносность фитофагов, патогенов культурных растений и сорняков. Разработка систем управления фитосанитарным состоянием агроценозов базируется на методологических принципах:

Принцип оптимизации действия звеньев системы земледелия на фитосанитарное состояние посевов и насаждений реализуется при разработке систем севооборотов, удобрения, обработки почвы, семеноводства.

Фитосанитарная функция севооборота заключается в том, что научно обоснованное чередование культур и их пространственное размещение прерывают для вредных объектов процесс питания и размножения на растениях. Механизм действия севооборотов на различные группы вредных организмов неоднозначен. Поэтому конструирование фитосанитарных севооборотов обусловлено конкретными вредителями, нематодами, болезнями, сорняками.

Севооборот как элемент системы защиты растений не только средство разрыва трофических связей вредных организмов с растениями, но и мощный фактор биоценотического характера, влияющий на формирование структурных комплексов агробиоценозов, очагов повышенной численности вредных объектов, резерваций выживания, отдельные элементы их биологии и фенологии, вредоносность.

В севооборотах возбудители болезней и вредители лишаются кормового растения, и чем ниже насыщенность севооборота, тем больше пространственная изоляция между растением-хозяином и фитофагом.

Смена и перемещение культуры губительно сказывается на специализированных вредителях, питающихся одним видом растений, или группой родственных видов. Целенаправленной сменой культур в севообороте можно воздействовать на определенные виды вредных организмов. Смена культур повышает микробиологическую активность почв, активизирует антагонистические формы микроорганизмов. Развитие полезных и вредных насекомых, обитающих в агробиоценозах, зависит от системы севооборотов и структуры посевов: чем разнообразнее видовой состав культурных и диких растений, тем многообразнее состав насекомых-опылителей, паразитов и хищников вредителей.

Систему севооборотов и структуру посевов можно построить так, чтобы полезные насекомые имели благоприятные условия для размножения в течение вегетации: предусмотреть посев многолетних бобовых трав со злаковыми, подсолнечника, фацелии и т.д.

Чередование культур в севообороте ухудшает питание вредителей в каждом следующем году, создает неблагоприятные условия для развития болезней и сорняков. Известно, что подсолнечник нельзя сеять несколько лет подряд на одном и том же месте, это способствует развитию специфичных вредителей и болезней (подсолнечниковая огневка, заразиха). Чередование культур необходимо в борьбе с проволочником.

После многолетних трав, способствующих его накоплению в почве, важно сеять культуры сплошного сева (ячмень, горох, просо), которые слабо страдают от этих вредителей и снижают их численность.

При насыщенности севооборотов какой-либо одной культурой или при бессменном выращивании повышается вредоносность возбудителей болезней и вредителей. При бессменном возделывании зерновых колосовых культур, озимой пшеницы, заселенность посевов проволочниками увеличивается в 1,3-2,0 раза по сравнению с условиями чередования культур, хлебной жужелицей в 7,3 раза, тлей - более чем в 2 раза, трипсами - в 2,8 раза, поврежденность растений шведской мухой возрастает в 2,5 раза. Аналогичные закономерности отмечены и для других культур: кукурузы, подсолнечника, кормовых.

Особое значение имеет севооборот для борьбы с почвенными вредными организмами. Это большинство возбудителей болезней растений, значительное число видов фитонематод, почвообитающие вредители, членистоногие фитофаги, зимующие в почве. Так, возбудители бактериального рака картофеля сохраняются в почве в течение - 10-15 лет, цисты пшеничной нематоды - 1-3 года. Сведения о сохранности в

почве фитофагов культуры служат ориентиром при планировании севооборотов. Поля, заселенные пшеничной нематодой, нельзя засеивать пшеницей и другими злаковыми культурами на протяжении 2-5 лет. В борьбе со склеротиниозом подсолнечника эффективно возвращать культуру на прежнее поле не раньше, чем через 8-10 лет.

Конструирование севооборотов и агроландшафтов с задействованием механизмов саморегуляции фитосанитарного состояния агроэкосистем особенно эффективно против почвенных, или корнеклубневых, и наземно-воздушных, или листостеблевых, вредных организмов. В меньшей степени эти механизмы можно подключить с помощью севооборота против семенных и трансмиссивных инфекций вследствие специфичности и узости экологических ниш.

В оптимизации фитосанитарного состояния почв ведущую роль играет повышение их супрессивности путем расширения видового разнообразия растений и усиления биологической (антагонистической) активности почвенной биоты, снижения насыщенности севооборота генетически и биологически однородными восприимчивыми растениями-хозяевами, включения в ротацию севооборота фитосанитарных культур, перерыва в возделывании восприимчивых на срок, обусловленный длительностью выживания вредных организмов в почве, а также обеспечение физиологической устойчивости растений в критические периоды формирования элементов структуры урожая.

Против наземно-воздушных вредителей важно обеспечить:

- видовое и генетическое разнообразие посевов (их смеси);
- физиологическую устойчивость и конкурентную способность растений;
- повышение численности и активности энтомофагов, антагонистов в системе растения - фитофаги-энтомофаги или растения - фито- пагогены-антагонисты;
- снижение насыщенности севооборота генетически однородными восприимчивыми растениями и их пространственной изоляцией с учетом миграционной способности вредных организмов.

Против семенных и трансмиссивных инфекций значима такая функция севооборотов как пространственная изоляция растений-хозяев и снижение насыщения ими структуры посевных площадей.

Дифференцированный подход к оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем по группам вредных организмов - экологических эквивалентов - обеспечивает оздоровление основных сред, где обитают вегетативные и генеративные органы растений - почвенной,

наземно-воздушной, оздоровление семян (посадочного материала и внутренних (сосудисто-проводящей системы) органов растений. Это позволяет целенаправленно и рационально производить оздоровление возделываемых растений, формируя заданные параметры элементов структуры урожая. При этом важно учитывать фундаментальное значение оздоровления почв в оптимизации и стабилизации общего фитосанитарного состояния агроэкосистем.

Конкретные схемы фитосанитарных севооборотов изменяются по зонам и хозяйствам в зависимости от их специализации. Оценка, анализ и оптимизация фитосанитарного состояния агроэкосистем (полей), входящих в состав севооборотов, имеют много общего.

Поэтому, введение фитосанитарных севооборотов является дополнительным агротехническим приемом, причем наиболее простым, надежным, фундаментальным способом оздоровления почв от всех почвенных, или корне-клубневых вредных организмов. Эта задача решается на основе фитосанитарных почвенных картограмм (ФПК), которые должны составляться как минимум один раз за ротацию севооборота. Для проявления механизмов саморегуляции фитосанитарного состояния агроэкосистем против наземно-воздушных или листо-стеблевых вредных организмов важно заложить следующие основы:

- видовое и генетическое разнообразие сельскохозяйственных культур, обеспечение физиологической устойчивости и конкурентной способности против вредных организмов;
- научно-обоснованную пространственную изоляцию первичных популяций вредных организмов (эпифитотических очагов от последующих, которые формируются в естественных или агроэкосистемах в посевах текущего года;
- обогащение и повышение численности энтомофагов до уровня, обеспечивающего долговременное, устойчивое контролирование численности вредных видов насекомых;
- повышение фитосанитарной роли птиц.

Фитосанитарное состояние почв тесно связано с содержанием гумуса и органических веществ в почве. По мере деградации гумуса нарушается равновесие в биоценозах. Возрастает численность фитопатогенов, начинается проявление токсикоза и почвоуплотнения, характеризующихся высоким инфекционным потенциалом и повышенной агрессивностью фитопатогенов. В них выше численность и вредоносность фитофагов - проволочников, ложнопроволочников, цистообразующих нематод, содержится огромный запас семян сорняков.

Главной причиной неблагоприятного фитосанитарного состояния почв является недостаточное поступление в них органических и минеральных удобрений, растительных остатков и утраченная в определенной степени способность гумуса стабилизировать фитосанитарное состояние почв в агроэкосистемах. По основным биогенным макроэлементам (азоту, фосфору и калию) в современных пахотных почвах проявляется следующая закономерность: чем ниже их содержание в почвах, тем хуже фитосанитарное состояние.

Навоз и другие органические удобрения (перегной, солома, компосты с использованием торфа, сапропель) содержат углерод, макро- и микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности растений и почвенной биоты. Внесение органических удобрений является высокоэффективным способом оптимизации фитосанитарного состояния почв в отношении почвенных, или корне-клубневых вредных организмов.

При внесении органических удобрений структура и активность почвенной антагонистической микрофлоры приближается к естественным экосистемам, что косвенно свидетельствует о сопряженности этих процессов с гумусированностью почв.

Органические удобрения, будучи доступными, сравнительно дешевыми и долговременно (5-6 лет) действующими, поддерживают высокий уровень видового разнообразия и обилия антагонистов - супрессоров.

Поэтому они незаменимы как биологический способ борьбы не только с фитопатогенами, но и фитофагами. Органика стимулирует развитие врагов фитофагов-хищных членистоногих (энтомофагов). Недостатком применения традиционных органических удобрений является возможность роста засоренности полей, так как семена сорняков, пройдя через желудочно-кишечный тракт животных, сохраняют жизнеспособность, из-за нарушения технологии хранения и использования.

Поэтому зеленые удобрения и промежуточные культуры применяются как эффективные средства пополнения и воспроизводства гумуса в почве, улучшения физических, агрохимических, фитосанитарных свойств почвы, как биологический способ борьбы с сорняками. При этом засоренность посевов культур снижается на 50%, пораженность корневыми инфекциями в 2 раза. Они применяются самостоятельно и в сочетании с различными агрохимикатами, когда поля севооборота занимают этими культурами в течение вегетационного периода и в последствии запахиваются под посевы последующих культур,

а также как промежуточное зеленое удобрение, если сидеральную культуру высевают в промежуток времени между уборкой урожая одной культуры и посевом другой без нарушения ротации в севооборотах основных культур.

Промежуточные культуры своим густым травостоем подавляют сорняки, а после заделки органических остатков в почву развивается микрофлора, угнетающая семена сорняков, возбудителей болезней и фитофагов.

В качестве поукосных и зеленых удобрений используются и многолетние бобовые и злаковые травы, которые оставляют после себя самое большое количество органических остатков. Органические удобрения попадают в почву в виде зрелых (с широким отношением C:N) и зеленых (с узким отношением C:N) растительных тканей.

Оптимальное минеральное питание растений, оказывает неблагоприятное воздействие на вредителей и возбудителей болезней благодаря повышению выносливости растений к повреждающим влияниям. Минеральные удобрения повышают осмотическое давление клеточного сока, и сосущие насекомые теряют способность к питанию такими растениями. Фосфорные и калийные удобрения укрепляют механическую ткань листьев и стеблей и способствуют быстрой регенерации. Фосфор угнетающе действует на насекомых.

Фосфорно-калийные удобрения затрудняют питание личинок гессенской мухи и повышают устойчивость растений к наиболее опасным вредителям (черепашке, зеленоглазке, шведской мухе, злаковым тлям) и болезням (ржавчине, септориозу, корневым гнилям).

Избыточное внесение азотных удобрений вызывает возрастание численности тлей, хлебных клопов, болезней (ржавчины, мучнистой росы). Внесением удобрений можно не только улучшать питание растений, но и регулировать численность вредных организмов.

Влияние удобрений на вредные виды фитофагов, независимо от культуры, имеет общие закономерности. Различные виды удобрений могут оказывать на фитофагов непосредственное воздействие.

Косвенное влияние удобрений на вредителей и болезни многообразно и не до конца выяснено. Самое существенное влияние связано с усилением роста и развития растений и сопряженным с ним свойством компенсировать наносимые фитофагами повреждения.

Важную роль играют изменения напряженности синтетических процессов в условиях оптимального питания, снижение степени повреждаемости растений фитофагами, изменение анатомического строения

некоторых органов.

Микроэлементы составляют обширную группу катионов и анионов, которые оказывают воздействие на интенсивность и характер спороношения возбудителей болезней, устойчивость к ним растений - хозяев. Важнейшей особенностью действия микроэлементов является их малые дозы, необходимые для ослабления вредоносности заболеваний.

Микроэлементы применяются при обработке посевного и посадочного материала. Они вносятся в почву с минеральными удобрениями, либо при опрыскивании растений или поливе с помощью установки для электрохимического обогащения воды микроэлементами. Эффективность микроудобрений в защите растений от почвенных вредных организмов, особенно фитопатогенов, возрастает при внесении их на фоне полного минерального удобрения.

Под влиянием бора повышается устойчивость картофеля к фитофторозу, вирусным болезням (веретеновидности), микоплазмам в 1,3-1,5 раза. Обработка посадочных клубней картофеля растворами микроэлементов в 0,5% концентрации способствует оздоровлению от комплекса болезней при прибавке урожайности клубней в пределах 1,0-3,0 т/га. Применение микроэлементов ограничивает вредоносность фитофагов.

Обработка семян гороха магнием, цинком, кальцием способствует снижению на 30-40% численности личинок клубеньковых долгоносиков, питающихся на корнях гороха. Установлена высокая эффективность кремния для повышения устойчивости зерновых к гессенской мухе. Микроэлементы способствуют снижению плодовитости и численности сосущих фитофагов на 30-40%.

Микроэлементы входят в состав ферментов, активизируют их работу в клетках надземных вегетативных органов растений и тем самым повышают физиологическую устойчивость к наземновоздушным вредным организмам, поражающим и повреждающим стебли и листья. Применение микроэлементов против листостеблевых инфекций дифференцируется по зонам и культурам. Рекомендуется для оздоровления растений от различных листостеблевых инфекций применять различные микроудобрения:

- бурая ржавчина зерновых культур - бор, натрий, хлор, цинк, медь;
- корончатая ржавчина овса - бор;

- стеблевая ржавчина зерновых культур - железо, никель, литий, марганец;
- мучнистая роса зерновых - литий, бор, кремний, марганец, кобальт,
- ржавчина подсолнечника - бор, молибден, медь;
- фитофтороз картофеля - медь, марганец, бор;

Большое внимание уделяется применению природного минерала - бишофита, как естественного источника обеспечения растений микроэлементами. Массированное применение комплекса микроэлементов, содержащихся в нем, позволяет снизить вредоносность болезней и вредителей, повысить продуктивность возделываемых культур.

Техническая эффективность бишофита в снижении численности вредителей и поражаемости болезнями на культурах в семипольном орошаемом севообороте на светло-каштановой почве колебалась от 31,4 до 52,3%, повышение урожая составило 11,3-13,4% от величины его на необработанном контроле, в восьмипольном орошаемом севообороте на южном черноземе эти значения были равны 39,5-65,1% и 11,9-15,4% соответственно.

Наиболее отработанными являются следующие направления применения бишофита в растениеводстве:

- предпосевная обработка (инкрустация) семян зерновых, кормовых и масличных культур;
- вегетационная (некорневая) подкормка полевых культур;
- десикация поздних и не одновременно созревающих культур.

Поэтому на этапе проектирования системы удобрения необходимо учитывать регулирующее действие удобрений на фитосанитарную ситуацию агроценозов.

Причем только сбалансированные дозы и правильно подобранные формы удобрений оптимизируют фитосанитарное состояние посевов, повышая устойчивость растений к вредным организмам.

Фитосанитарная роль системы обработки почвы состоит в нарушении оптимальных условий существования вредных организмов, находящихся в почве. Однако фитосанитарный эффект от различных приемов обработки неоднозначен. Его необходимо рассматривать дифференцированно в зависимости от климатических зон и многообразия вредных организмов.

В различных почвенно-климатических условиях сочетают отвальную, плоскорезную (безотвальную) и минимальную (нулевую) обработки почвы в севооборотах различных типов на основе усиления их почвозащитной роли.

Поэтому 1-2 раза за ротацию севооборота проводят глубокую отвальную обработку для расширения зоны развития корневой системы, внесения органических и минеральных удобрений, запахивания вредных организмов (семян сорняков, фитофагов в нижний слой, оперативного улучшения физических свойств почвы (аэрации, температурного режима, нитрификационной способности), особенно на тяжелых суглинках.

Зяблевая обработка почвы снижает численность различных фитопатогенных микроорганизмов из числа бактерий, грибов и вирусов, таких вредителей как растительноядные клопы, виды тлей, трипсы-фитофаги, гессенская, шведская, яровая и другие виды мух, пилильщики, личинки пластинчатоусых жуков, щелкунов, чернотелок, гусеницы и куколки совок, виды молей и других фитофагов.

Многое зависит от способов обработки почвы. Вспашка почвы через 8-15 дней после лущения на глубину не менее 0,20-0,22 м способствует гибели яиц и личинок злаковых мух, стеблевой моли, тлей, пшеничного трипса и хлебных пилильщиков. Снижается количество возбудителей болезней. Однако вспашка через 1-5 дней после лущения приводит к появлению всходов сорняков, падалицы, которые служат очагами размножения вредителей и болезней.

Для эффективного оздоровления почв при различных способах обработки важно составлять фитосанитарные почвенные карты, на основе которых проводят дополнительные защитные мероприятия. Вспашка при заделке инфицированных растительных остатков обеспечивает эффективную борьбу с ранним проявлением мучнистой росы и септориоза у пшеницы.

В то же время возбудитель бурой листовой ржавчины не связан с агроэкосистемами (инфицированные растительные остатки, семена) и поэтому, ни способы обработки почвы, ни предшественники не оказывают влияния на сезонную динамику болезни. Во взаимоотношениях в системе патоген - растение биохимический состав растений-хозяев более важен для возбудителя бурой ржавчины, чем септориоза, поскольку первый питается метаболитами живых тканей растений-хозяев.

Яйца и личинки вредителей погибают и при культивации, проводимой через 10-20 дней после вспашки. На поверхности и в рыхлой почве их поедают птицы и различные хищные насекомые: журчалки, жужелицы, божьи коровки, муравьи и пауки. Им необходимо создавать благоприятные условия для жизнедеятельности и охранять от

отравления пестицидами.

Ранняя июльско-августовская вспашка яровой и озимой пшеницы может исправить недостаток монокультуры пшеницы, так как лишает вредителей возможности питаться на стерне проса, кукурузы, пшеницы, ячменя и других культур.

Насекомые уходят на зимовку, не закончив развития и не накопив достаточного количества жира, что приводит к гибели в зимний период. Имеются сведения и о влиянии зяблевой вспашки на снижение количества растений, пораженных корневыми гнилями, мучнистой росой, бурой ржавчиной.

При вспашке почвы человек нарушает динамическое равновесие, которое устанавливается между растениями, возбудителями болезней, микро-, мезо- и макрофауной в естественных экосистемах. Переход к почвозащитным обработкам почвы, особенно к нулевой, моделирует ситуацию, которая складывается в естественных экосистемах и стабилизирует фитосанитарное состояние в отношении почвенных или корневых инфекций.

Сложнее обстоит вопрос в отношении листостеблевых и других инфекций. В зонах, где эти болезни вредоносны, их возбудители сохраняются в растительных остатках. Следует периодически удалять (обезвреживать) инфицированные растительные остатки, если на них в массе сохраняются возбудители, измельчая и перемешивая их с биогенным верхним слоем почвы, чередуя плоскорезную обработку и вспашку, особенно если инфекционные структуры возбудителей устойчивы и медленно разлагаются.

Для тех возбудителей, которые в растительных остатках не сохраняются, почвозащитные обработки являются оптимальным фоном для подавления их развития, снижения скорости распространения инфекций при наступлении благоприятных гидротермических условий.

Обработка почвы губительна для фитофагов, жизненный цикл которых связан с почвой (наземно-почвенные, наземно-почвенно-мигрирующие). При обработке почвы изменяются или разрушаются места обитания не только фитофагов, но и энтомофагов, контролирующих их численность.

При вспашке, предпосевных культивациях, междурядных обработках почвы фитофаги выворачиваются на поверхность почвы, где яйца, личинки и куколки высыхают или уничтожаются хищниками из разных таксономических групп (жуки, пауки, личинки мух-ктырей),

птицами. Насчитывается 200 видов птиц, которые питаются насекомыми: грачи, скворцы, трясогузки, перепела и др.

Другая часть фитофагов, попав в глубокие слои почвы, откуда не выбраться, ослабляется и уничтожается энтомофагами, поражается болезнями. Это воздействует на чешуекрылых, куколки которых для облегчения вылета бабочек продвигаются к поверхности почвы на незначительное расстояние. При вспашке на 0,2 м численность популяции опасного вредителя луговой мотылек сокращается до 95%.

Зяблевая вспашка сокращает численность серой зерновой совки и личинок пшеничного трипса до 80%. Замедляется появления свекловичного долгоносика, конопляных, свекловичных и крестоцветных блошек. Весной, вследствие медленного прогревания глубоких слоев почвы, они выходят из мест зимовок позже и причиняют меньший вред, особенно если посеги физиологически устойчивы и обладают стартовым ритмом ростовых процессов, проходя за короткий срок уязвимую фазу развития.

Лушение стерни в сочетании с зяблевой вспашкой из-под зернобобовых снижает до минимума запас зимующих популяций гороховой плодоярки, пятиточечного тихиуса, горохового комарика.

На вспаханной зяби появляются всходы падалицы, которые служат питанием для фитофагов, уходящих на зимовку, а при длительной теплой осени на падалице развиваются генерации фитофагов: гессенской, шведской мух, тлей, цикадки. Падалицу уничтожают поверхностными обработками почвы и выпасом скота.

Система основной обработки почвы (отвальная зябь, плоскорезные обработки, лушение) имеет большое значение в борьбе с сорняками. Она изменяется в зависимости от предшественника, зоны и типа засорения посевов. Против малолетних сорняков применяют зяблевую обработку почвы с предварительным лушением. Лушение стерни одновременно с уборкой урожая или сразу после нее уничтожает сорняки, оставшиеся на поле и создает условия для прорастания семян сорняков, осыпавшихся на почву до и во время уборки культуры.

Вспашка, проведенная после лушения во время отрастания основной массы сорняков, уменьшает их численность в 4 раза по сравнению со вспашкой без лушения.

Кроме метода провокации сорняков, их уничтожения, используют метод глубокой заделки семян сорняков в почву. В этом случае семена не прорастают или их проростки гибнут, не достигая поверхности почвы из-за истощения запаса питательных веществ.

Значительная часть семян сорняков при глубокой заделке в почву теряет жизнеспособность через 4-5 лет, некоторые (плевелы, ко-стрец полевой, куколь обыкновенный) - через 1-2 года.

Чередование глубокой (на 0,30-0,35 м) вспашки один раз в 4-5 лет с обычной или мелкой обработкой в остальные годы позволяет лишать семена сорняков жизнеспособности, перемещая их вниз на дно пахотного слоя.

На почвозащитных фонах по сравнению со вспашкой численность популяций наземно-воздушных фитофагов (шведской, гессенской мух, стеблевой блохи, яровой мухи) не меняется. Это объясняется тем, что при плоскорезных обработках гибель фитофагов происходит (при обработке в критические для них сроки развития) в несколько меньшей степени, чем при вспашке.

В Казахстане при поверхностных обработках погибает в разные годы от 40 до 75% личинок трипса, при отвальной - 50-80, на полях без осенней обработки - 25-40%. Плоскорезная зябь в сочетании с предпосевной обработкой почвы снижает численность пшеничного трипса на 72-75%. Одновременно на почвозащитном фоне возрастает численность и активность энтомофагов - жужелиц и стафилинид.

Длительный отказ от вспашки может вызвать увеличение численности трипсов, хлебных пилильчиков, пьявиц, хлебных клещей, которые зимуют в растительных остатках и почве. В этом случае рекомендуется периодическое чередование вспашки и почвозащитных работ.

Предпосевные обработки почвы в зонах с длительной весной или под культуры поздних сроков посева эффективны для снижения исходной численности многих видов наземных фитофагов - хлебных жуков, злаковых мух, совок, трипсов, зимовавших в верхних слоях почвы. Однократная культивация почвы под зерновые культуры в Воронежской области сокращает численность личинок хлебных жуков на 15-20%, а двукратная - на 25-32%. Предпосевная культивация почвы на 0,06-0,07 м в степных районах Казахстана в период массового окукливания гусениц серой зерновой совки снижает ее численность на 70-90%. Прикатывание почвы под зерновые культуры способно прервать жизненный цикл злаковых мух, находящихся в стадии ложного кокона, и снизить их численность в два раза. Чизельная (безотвальная) обработка почвы уничтожает на 50-70% популяции свекловичного долгоносика, не затрагивая его паразитов.

При культивации зяби весной возрастает активность хищных

насекомых, легко передвигающихся в рыхлой почве. При этом истребляется значительное количество личинок фитофагов, которые весной поднимаются в верхний слой почвы.

В результате 2-3-х культиваций заселенность почвы личинками жука-кузьки уменьшается в три раза. Большую гибель личинок насекомых вызывают орудия с вращающимися органами типа фрезы.

Перезимовавшие и взошедшие рано весной сорняки уничтожают путем предпосевного довсходового и послевсходового боронования, предпосевной культивацией на глубину посева семян.

Послевсходовое боронование как прием борьбы с малолетними сорняками применяется в посевах озимых, зернобобовых, пропашных культур. В посевах кукурузы боронование проводится два раза: довсходовое (за 3-4 дня до всхода) и послевсходовое, когда кукуруза находится в фазе 2-3-х листьев. Всходы боронуют в солнечные дни, когда листья растений подвяннут.

Проводимые в вегетацию междурядные обработки почвы вызывают снижение численности фитофагов, если в период обработок происходит откладка яиц в почву, отрождение личинок, окукливание.

При междурядных обработках сахарной свеклы, картофеля, кукурузы в период, когда происходит яйцекладка или отрождение гусениц озимой совки и совки-гаммы, численность популяций сокращается на 80- 90%.

При культивации пропашных в период окукливания лугового мотылька его численность сокращается на 43-53%, при дополнительном внесении аммиачной воды - на 78%. Для повышения эффективности культивации необходимо проводить ее в двух направлениях.

Окукливание картофеля в период массовой яйцекладки и отрождения личинок колорадского жука снижает популяцию по яйцекладке на 68-81%, личинкам - на 20%. Рыхление почвы вокруг семенников капустных культур в период окукливания рапсового цветоеда снижает его численность.

Вспашка почвы против этого вредителя не эффективна, так как он мигрирует на зимовку в прилегающие к полям лесополосы, колки, лесные опушки. Междурядные обработки эффективны в борьбе с сорняками. Периодичность и сроки их проведения зависят от возделываемой культуры, степени и характера засоренности.

Важный фактор оптимизации численности вредных организмов - использование устойчивых к вредителям и болезням сортов, которые становятся фактором управления структурой агроценоза.

Благодаря проявлению иммунности, биологическим барьерам, ухудшению качества пищи и другим ответным реакциям достигаются ослабление биопотенциала насекомых, изменение характера обмена веществ и других физиологических процессов, уменьшение плодовитости и выживаемости и другие последствия, негативно влияющие на динамику численности, формирование массовых размножений, ареал вредителей.

Биоценотическая роль иммунного сорта проявляется в ослаблении биопотенциала фитофага, его физиологического состояния, в изменении численности природных популяций энтомофагов. На устойчивых сортах полностью отсутствуют шведская муха на ячмене, хлопковая совка на кукурузе, паутинный клещ на хлопчатнике, полосатый клубеньковый долгоносик на горохе, гессенская муха и стеблевой хлебный пилильщик на пшенице и т.д.

Возделывание устойчивых сортов решает природоохранную проблему защиты растений. На устойчивых сортах отпадает необходимость применения многих пестицидов. Создание и выращивание иммунных сортов растений позволяет в 5-15 раз уменьшить использование химических средств защиты.

С учетом высокого фитосанитарного и природоохранного потенциала устойчивых к вредителям и болезням сортов изменяется стратегия системы защиты растений. Своевременная сортосмена и сортообновление, фитосанитарный контроль за производством посевного материала позволяют уменьшить затраты на защиту растений.

От сроков посева зависит повреждаемость культур вредителями и болезнями. Научными учреждениями определены оптимальные сроки посева сельскохозяйственных культур с точки зрения защиты их от вредителей и болезней.

Поздние посевы страдают от них в наибольшей степени, ранние сроки посева яровой пшеницы и ячменя, гороха позволяют снизить поврежденность вредителями в 2-3 раза. Уменьшается поражение растений возбудителями фузариоза, ржавчины, мучнистой росы и другими инфекционными болезнями. Это объясняется тем, что многие виды вредителей (шведская муха, зеленоглазка, хлебная полосатая и стеблевая блошки, растительноядные клопы, клубеньковые долгоносики и другие фитофаги) проявляют активность и заселяют растения в период, когда устанавливается среднесуточная температура выше 12°C.

Яровые злаки и горох растут при более низких температурах (4-6°C), что дает возможность растениям пройти первые этапы развития,

окрепнуть и в дальнейшем противостоять повреждающему действию фитофагов. В результате ранние посевы яровых злаков более устойчивы к повреждениям злаковой тлей, стеблевыми хлебными пилильщиками, цикадками.

Фитосанитарное состояние посевов подсолнечника также зависит от сроков посева. Ранние сроки приводят к изреженности посевов в связи с гибелью семян в результате повреждения проволочниками, ложнопроволочниками, поражения плесневыми грибами.

В зависимости от нормы высева семян изменяется густота стеблестоя и экологические условия, в которых развиваются растения, а также вредные и полезные насекомые.

Нормы высева и густота посева растений формируют микроклимат агроценоза, что влияет на его компоненты, в том числе вредные виды фитофагов. При густом стоянии растений хлебных злаков создается затененность, увеличивается рост влагалищных листьев, что ухудшает условия откладки яиц шведской и яровой мухами, стеблевыми блошками, хлебными пилильщиками.

Изреженные посевы зерновых повреждаются основными группами фитофагов. Эта закономерность отмечена для злаковых мух, тлей, вредной черепашки, хлебных пилильщиков, вирусных болезней. Противоположная зависимость характерна для грибных болезней.

В условиях загущенных посевов зерновых создаются благоприятные условия для проявления некоторых видов корневых гнилей, мучнистой росы, бурой ржавчины.

Для пропашных культур характерны общие закономерности по влиянию норм высева на активность фитофагов. Одна из них заключается в том, что снижение нормы высева семян отражается на уровне вредоносности проволочников и других почвообитающих вредителей. Вторая закономерность выражается в проявлении устойчивости загущенных посевов к стеблевым и листовым вредителям - злаковым мухам, тлям, хлебным пилильщикам, растительноядным клопам. И третья закономерность относится к болезням, которые в большей степени проявляются при увеличении норм высева.

В зависимости от глубины заделки семян меняется степень поврежденности вредителями и устойчивость к возбудителям болезней. Увеличение глубины заделки пшеницы и других злаков снижает зараженность шведской и гессенской мухами, но повышает вредоносность проволочников. Глубокая заделка семян способствует развитию забо-

леваний полевых культур - корневых гнилей, хлебных злаков, головневых заболеваний пшеницы, ржи, сорго, кукурузы, могара.

Оптимальные сроки и способы уборки позволяют сохранить урожай и дают возможность воздействовать на вредные организмы в направлении снижения их численности. На зерновых культурах убирают участки с повышенной численностью клопа-черепашки, гессенской мухи, хлебных пилильщиков, трипсов, зерновых совок. Это снижает размер потерь и неблагоприятно сказывается на вредителях из-за изменения ситуации с обеспеченностью их кормом.

При уборке зерна в полной спелости прямым комбайнированием погибает большое количество личинок клопа-черепашки. Уменьшают количество вредных видов обкашивание краевых полос и отдельный обмолот урожая с них.

Сроки и способы уборки влияют на развитие болезней и сохранение инфекционного начала в поле. Имеются данные, показывающие роль пожнивных остатков в интенсивном развитии фузариозных корневых гнилей и септориоза на зерновых колосовых культурах, пузырчатой головни на кукурузе и др.

Принцип фитосанитарной профилактики хозяйственных объектов и вещественных факторов земледелия. Имеет большое значение в системе предупреждения заноса и распространения семян сорных растений, вредителей и возбудителей болезней. Этот принцип предусматривает проведение организационно-хозяйственных мероприятий по уничтожению вредных организмов на хозяйственных объектах (зернотоки, склады, животноводческие фермы), необрабатываемых землях (обочины дорог, откосы каналов, межи, пустыри, полевые защитные полосы линии газопроводов, электропередач), при приготовлении навоза, скармливании животным отходов зернотоков и хранилищ, использовании поливных вод, транспортных средств и почвообрабатывающих машин.

Принцип прогнозирования фитосанитарного состояния. Информационной базой оптимизации фитосанитарных условий выращивания растений служат прогнозы распространения, размножения и вредоносности вредных объектов. Они обеспечивают возможность своевременного и оперативного принятия решений по определению метода и средств защиты растений, объемов, сроков и места проведения. На этом основании фитосанитарное прогнозирование является фактором повышения эффективности системы защиты растений.

В условиях производства разрабатывают четыре вида прогнозов: многолетний, долгосрочный, сезонный и краткосрочный, оперативный (сигнализация). Каждый вид прогноза имеет специфическое назначение и порядок использования многолетний - на 5 лет и более; долгосрочный - до 2 лет; краткосрочный - до 3 месяцев; оперативный (сигнализация) - на срок появления вредных организмов и целесообразности борьбы с ними.

Многолетний прогноз. По результатам систематических и оперативных обследований полей устанавливают динамику популяций сорняков, вредителей и болезней, отмечают увеличение и уменьшение их численности. Происходящие скачкообразные изменения зависят от погодных условий, агротехнических приемов, организационно - хозяйственных мероприятий и других факторов.

К важным звеньям адаптивно-ландшафтной системы земледелия, изменяющим состав и количество вредных организмов, относятся: система севооборотов, система мелиоративных мероприятий, система обработки почвы и удобрений, система лесополос, система семеноводства, система машин, организация уборки урожая, хранения и переработки продукции, введение новых приемов системы защиты растений от вредных организмов и др. Определяют, как может отразиться каждое из перечисленных звеньев на распространении и сохранении вредных объектов в течение неблагоприятных периодов, их расселении в благоприятное время, интенсивности размножения, фенологии и выживаемости.

При многолетнем прогнозе проводят экспертные оценки, которые позволяют установить вредоносность конкретных видов в благоприятные и неблагоприятные годы, учесть периодичность повторения различных ситуаций. Определяют, какие звенья системы земледелия снижают или увеличивают потенциальную вредоносность отдельных видов вредителей. При освоении специализированных севооборотов и минимализации обработки почвы фитосанитарная обстановка на поле ухудшается.

Цель многолетних прогнозов - предвидение вероятных изменений в распространении развития вредных видов и определение мер, позволяющих уменьшить или полностью исключить их. Поэтому многолетние прогнозы служат предпосылкой планирования мероприятий по защите растений в системе земледелия.

Долгосрочный прогноз. Прогноз на один-два года характеризует

отклонения численности, интенсивности развития и вредоносности отдельных видов по сравнению со среднемноголетними показателями.

На распространение и развитие каждого вредного вида влияет много факторов, от которых зависят размножение, выживаемость, поведение. При разработке долгосрочного прогноза решающее значение придают факторам среды. К ним относятся условия жизни, кормовые ресурсы, их доступность, физические факторы среды - погодные условия. Под их влиянием формируются морфофизиологические свойства популяции, их реакция на среду, внутривидовые и межвидовые отношения. При благоприятном сочетании погодных условий наблюдаются не только интенсивный рост и развитие сорняков, размножение вредителей и развитие патогенов, но и высокая их выносливость и устойчивость к приемам подавления и уничтожения, так как они становятся малоэффективными.

Достоверность прогнозов распространения сорняков, вредителей, развития болезней для трудно прогнозируемых объектов составляет 75-80%, для вредных объектов с многолетним циклом развития 90-95%. Отклонения фактического распространения вредных видов от ожидаемой по прогнозу не превышают $\pm 5-10\%$.

Важные условия достоверности прогноза - полнота, доброкачественность и своевременность поступления необходимой исходной информации.

Сезонный и краткосрочный прогнозы. Их разрабатывают по наиболее динамичным вредным организмам. В них учитывают состояние тех факторов среды, которые в годичном прогнозе невозможно оценить. Краткосрочные прогнозы позволяют лучше использовать профилактические меры и помогают установить экономические пороги вредоносности и целесообразности использования того или иного метода борьбы, в том числе и химического.

Оперативный (сигнализация). Это оперативное оповещение хозяйств о необходимости проведения защитных мер с учетом экономической и экологической целесообразности. Оперативный прогноз дают преимущественно пункты сигнализации и прогнозов. Он основан на учете фенологии вредного объекта и защищаемой культуры, его выявляют в строгом соответствии с методическими указаниями.

Принцип интеграции методов защиты растений от вредных организмов. Предусматривает использование различных методов и средств, удовлетворяющих экономическим и токсикологическим требованиям и обеспечивающих максимальное сохранение естественных

механизмов регуляции их численности в агробиоценозах. Это идеальная комбинация биологических, агротехнических, химических, физических и других методов защиты растений против комплекса вредителей, болезней, сорных растений.

Интеграцию методов защиты растений осуществляют на основе эколого-биоценотического подхода, который учитывает действие выбранных средств на весь биологический комплекс агробиоценоза, урожайность культур, распространение и развитие вредных организмов в конкретных условиях производства. Не все биоценотические связи изучены хорошо.

Однако дальнейшее развитие научных исследований позволит использовать сочетание различных методов регулирования численности вредных организмов в системах земледелия.

Принцип нормативности построения системы защиты растений. Указывает на соблюдение доз, сроков, критических фаз и способов применения средств и технологических приемов защиты растений, экономических порогов вредоносности.

Принцип экологической и экономической эффективности системы защиты растений. Подразумевает сохранение экологической безопасности агроландшафта, получение качественной растениеводческой продукции при минимальных затратах на проведение защитных мероприятий.

Для оценки экономической эффективности системы защиты растений необходимо сопоставлять возможное снижение потерь от вредных организмов с затратами на борьбу с ними. Хозяйственные потери складываются из снижения урожайности и его качества, дополнительных затрат на уборку, сортировку, сушку и другие косвенные виды убытков.

Затраты, связанные с проведением мер по защите растений, складываются из затрат на приобретение средств защиты (химические, биологические и др.), затрат на внесение, использование техники, затрат на особые дополнительные меры.

Контрольные вопросы

1. Роль удобрений в повышении урожайности
2. сельскохозяйственных культур и плодородии почв.
3. Определение понятия «система удобрения».
4. Задачи системы удобрения при интенсификации сельского
5. хозяйства и ее роль в охране окружающей среды.

6. Перечислить типы системы удобрения и дать им характеристику.
7. Каковы физиологические основы определения потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях?
8. Что понимается под критическим и максимальными периодами поступления питательных веществ в растение?
9. Каков критический период у растений в отношении фосфорного и азотного питания?
10. Что такое биологический, хозяйственный, остаточный выносы питательных веществ растениями, от чего они зависят и как их определить?
11. Для чего необходимо знать величину хозяйственного выноса элементов питания?

Глава 30. ОСНОВНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Фитосанитарное состояние агроландшафтов определяется как совокупность показателей отдельных функциональных земельных участков об уровне распространения вредных и полезных организмов.

В качестве экономического критерия целесообразности проведения защитных мероприятий используют уровень распространения вредных организмов, превышающий экономический порог вредоносности (ЭПВ. - количество или плотность популяций вредных организмов или сорняков, превышение которых имеет отрицательное экономическое последствие, в случае если мероприятия по защите растений не проводят или недостаточно проведены, т.е. когда монетарные потери выше, чем монетарные затраты.

По экономическим порогам вредоносности оценивают уровни распространения вредителей, возбудителей болезней и сорняков на полях и участках в связи с определением целесообразности проведения защитных мероприятий. Участки с численностью вредных организмов, превышающей ЭПВ, подлежат воздействию защитных мероприятий. Разработка и использование ЭПВ, подобно системе учета и оценки численности вредных организмов, - обязательный элемент системы управления фитосанитарным состоянием агроландшафтов.

Коэффициент потерь урожая на 1 вредный организм (балл распространения) выражают в абсолютных цифрах (кг урожая/га на особь/м²) или в относительных (% потерь на 1 сорняк/м² от планируе-

мого - на этапе планирования защитных мероприятий или фактического урожая конкретного поля - в период проведения защитного мероприятия и оценки его эффективности.

Расчетные показатели коэффициентов потерь разрабатываются научно-исследовательскими учреждениями и носят зональный характер.

Для расчетов разработаны общие показатели ЭПВ, публикуемые в справочной литературе по культурам и вредным организмам. При смешанном типе засоренности несколькими видами сорняков ЭПВ определяют, как средневзвешенный показатель с учетом коэффициентов потерь урожая от конкретных видов сорняков и доли фактического количества каждого вида сорняков в агроценозе, то есть как процент потерь 1 средневзвешенный сорняк/м².

Экономический порог целесообразности защитных мероприятий (ЭПЦ) для хозяйственных условий, учитывающий окупаемость и прибыльность защитного мероприятия (на уровне средней прибыли растениеводства или другой заданной величины показателя прибыли) рассчитывают с учетом четырех коэффициентов.

Пороговые уровни целесообразности применения химических средств защиты растений соответствуют высокому и среднему уровням распространения вредных организмов в агроландшафтах.

Целью системы защиты растений является регулирование численности вредных организмов путем управления популяционными отношениями в агроэкосистемах. В основе регулирования численности вредных организмов лежат технологии, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков или их ограничение на экологически допустимом уровне, обеспечивающие безопасность агроландшафта и производимой продукции.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение интегрированной системе защиты растений.
2. Какие мероприятия относятся к организационно-хозяйственным?
3. Назовите важнейшие агротехнические мероприятия по защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов.
4. Какие энтомофаги применяются на посевах пшеницы? От каких вредителей?
5. Перечислите наиболее распространенные биологические препараты.
6. Назовите карантинных вредителей, возбудителей болезней и сорных растений.

Глава 31. ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Карантин. Различают внешний и внутренний карантин.

Внешний карантин растений - система государственных мероприятий, направленных на охрану растительных ресурсов страны от завоза из зарубежных государств карантинных сорных растений, вредителей и болезней.

Внутренний карантин - обследование территории внутри страны с целью установления очагов карантинных объектов, их локализация и ликвидация.

Организационно-хозяйственные мероприятия. Имеют профилактическую направленность, не требуют больших материальных затрат.

Оптимизация посевных площадей и насаждений. Увеличение в структуре посевных площадей доли близкородственных по биологии и технологии возделывания культур приводит к устойчивому возрастанию сорных растений, вредителей болезнетворных начал.

Пространственная изоляция. Этот прием обязателен при производстве здорового посадочного материала. Специальные участки полевых культур располагают на расстоянии друг от друга не менее 400-500 м, а иногда 1,5-2 км.

Использование устойчивых сортов и гибридов. Устойчивость растений к болезням и вредителям - один из важнейших признаков при оценке новых сортов и гибридов. Это качество растений является определяющим в системе интегрированной защиты. Устойчивость сорта к отдельным видам вредителей, болезней позволяет исключить или сократить применение химических и других средств защиты.

Мелиорация земель. Долгосрочное и коренное улучшение земель с целью эффективного использования может вызвать изменения в структуре агробиоценозов, что необходимо учитывать. Изменения условий окружающей среды будут способствовать увеличению или уменьшению тех или иных видов вредных организмов в зависимости от их биоэкологических особенностей.

Истребительные мероприятия направлены на очистку посевов и почвы от сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. В борьбе с вредными организмами наиболее часто в системе применяют следующие методы.

Биологическое уничтожение. Использование живых организмов (растений, насекомых, грибов, бактерии, рыб, птиц) или продуктов

биосинтеза микроорганизмов для подавления вредных организмов.

Провокация вредных организмов к жизнедеятельности. Создание благоприятных условий для жизнедеятельности вредоносных объектов с целью последующего уничтожения. Используют специальные химические вещества, электромагнитные поля и т.д.

Физическое уничтожение. Мероприятия по сбору и уничтожению вредных организмов, лишение их жизнеспособности из-за изменения среды обитания.

Механическое уничтожение. Основа агротехнических мероприятий по борьбе с вредными организмами, применяемых на полях в системе основной и предпосевной обработок почвы, в системе по уходу за растениями. К этим методам относят сжигание, истощение, удушение, высушивание, вымораживание и др.

Химическое уничтожение. Обработка вредных организмов специальными химическими препаратами (пестицидами).

Комплексные методы уничтожения. Рациональное сочетание методов борьбы с вредными организмами в системе земледелия.

Интегрированная борьба результативнее какого-либо одного способа, так как позволяет использовать все регулирующие факторы элементов системы земледелия и создает условия для восстановления оптимального фитосанитарного состояния посевов и почв.

Эффективность подавляющего действия мероприятий определяют путем вычитания из единицы коэффициента действия приема, выраженного в десятых долях. Например, в результате боронования гибель сорняков составила 50% от числа взошедших семян, эффект подавления равен $1 - 0,5 = 0,5$; от применения гербицидов гибель сорняков составила 80%, эффект подавления равен $1 - 0,8 = 0,2$ и т.д.

Когда приемы способствуют увеличению засоренности, коэффициент подавления может быть больше единицы. При внесении органических удобрений засоренность возрастает на 60%, значит, эффективность подавляющего действия будет равна 1,6; минимализация обработки почвы увеличивает засоренность на 150-300%, эффект подавления равен 1,5-3,0 и т.д. По результатам научных исследований и передового опыта сельскохозяйственного производства разрабатывают модели фитосанитарного состояния посевов и почвы.

Улучшить параметры модели фитосанитарного состояния посевов и почвы можно путем применения агроприемов.

Согласно модели, все методы и способы подавления вредных

организмов рассматриваются и применяются в совокупности, как дополняющие друг друга и связанные между собой. Это позволяет полностью использовать все регулирующие факторы элементов системы земледелия, создавая благоприятные условия для восстановления оптимального фитосанитарного состояния посевов и почв.

Различные методы борьбы с сорняками и вредными организмами должны применяться комплексно. В основу комплексных методов борьбы с сорняками положены принципы рационального сочетания в системе земледелия предупредительных, механических, биологических, химических и других мер, которое в зависимости от конкретных условий может быть разнообразным.

Сочетание механических обработок с гербицидами позволяет эффективно бороться со злостными корнеотпрысковыми сорняками. Периодическое подрезание на различную глубину таких сорняков, как осот розовый, вьюнок полевой, осот полевой, чистец и других, угнетает сорняки, а последующая обработка гербицидами вызывает гибель 90-100% сорных растений.

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в качестве обязательного компонента включают комплексное применение средств химизации, обеспечивающих оптимальные условия для роста и развития культур и формирования высокого урожая хорошего качества.

Необходимы разработка и внедрение интегрированной системы борьбы с сорняками, болезнями, вредителями, которая обеспечивает в технологиях совместное и последовательное применение звеньев системы земледелия и средств химизации. Это позволит создать в агрофитоценозе оптимальные фитосанитарные условия, способствующие полному использованию культурными растениями плодородия почвы.

Эффективность удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений при совместном использовании возрастает. Это наблюдается в условиях освоения систем земледелия, когда ее элементы обеспечивают полное подавление и уничтожение сорных растений, поскольку их действие на последние осуществляется в течение всего периода роста и развития растений. При освоении и соблюдении системы земледелия эффективность комплексной химизации повышается.

Комплексная химизация обеспечивает прирост урожайности. На основе применения удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений добиваются увеличения урожайности зерновых до 6,0 т/га и более.

При этом отмечается стабильность и устойчивость земледелия независимо от складывающихся погодных условий.

Использование средств защиты растений не только способствует сохранению урожая и повышению его качества, но и усиливает потребление элементов питания из почвы и удобрений.

Первым условием интегрированной защиты посевов в системе адаптивного земледелия является оценка комплексного фитосанитарного состояния поля, прогноз его развития, обоснованность регламентирования химических приемов борьбы с вредоносными объектами.

Пестициды в борьбе с вредителями применяют с учетом порога вредоносности. В годы массовых размножений фитофагов порог вредоносности является показателем уровня, до которого необходимо снизить численность вредного организма.

Получение высокой урожайности полевых культур с помощью химических средств защиты растений в условиях интенсивного развития вредных организмов невозможно без комплексной защиты посевов от вредителей, болезней и сорняков.

Применяемая стратегия борьбы с вредными организмами, ориентированная на уничтожение нежелательных видов с помощью химических средств, приводила к повышению устойчивости вредных видов и вызывала непредвиденные изменения как внутри агроценоза, так и в экосистеме в целом.

Поэтому интегрированная защита растений, как составная часть адаптивно-ландшафтных систем земледелия, должна основываться на принципе регулирования численности вредных организмов, то есть поддержание их популяций на таком уровне, при котором они не наносят экономического ущерба.

Комплексное применение химизации - удобрений, химических средств защиты, регуляторов роста растений является эффективным мероприятием.

Севооборот - эффективное средство улучшения фитосанитарного состояния посевов. Важная роль в регулировании засоренности полей принадлежит многолетним травам как биологическому средству подавления сорняков. Количество малолетних сорняков в многолетних травах уменьшается в 1,5-2 раза в результате их высокой конкурентной способности и уплотнения почвы. Вместе с малолетними сорняками ослабляются многолетние -осот желтый и розовый.

Наряду с севооборотом важное место в регулировании засорен-

ности занимает повышение конкурентоспособности культур за счет создания высокого фона питания.

Профилактическим мероприятием по предупреждению усиления засоренности является соблюдение оптимальных норм высева, сроков и способов посева. Посевной материал должен отвечать требованиям первого класса стандарта на семена.

В системе мероприятий по повышению культуры земледелия большое значение имеет посев семян лучших районированных высокоурожайных сортов.

Из механических методов борьбы с сорняками ведущей является система обработки почвы, которая дифференцируется в зависимости от культуры и предшественника, преобладающего типа засоренности поля, основных засорителей, эродированности почвы.

В результате обработки уничтожаются вегетирующие сорняки и сокращается потенциальный запас семян и вегетативных органов размножения в почве. Для этого после уборки культур применяют метод провокации, который состоит из послеуборочного лушения с последующей вспашкой, проводимой после массового прорастания семян и вегетативных зачатков сорняков.

В борьбе с сорняками велика роль вспашки, эффективность которой зависит от ее сроков. Запоздывание с глубокой обработкой почвы приводит к тому, что сорняки, особенно многолетние, развивают мощную корневую систему с большим запасом пластических веществ, что затрудняет борьбу с ними.

Учитывая неодновременность поспевания пахотного слоя почвы, весной применяют послонную обработку под пропашные культуры, что является эффективным средством борьбы с сорняками в ранневесенний период. По мере проведения качественной обработки поочередно боронуют, дискуюют, проводят безотвальное рыхление дизелем в агрегате с трактором на глубину 0,35-0,40 м. Это уменьшает засоренность малолетними и многолетними сорняками.

Использование гербицидов предполагает соблюдение норм, сроков, способов внесения, выполнение правил техники безопасности, условий, определяющих максимальный биологический и экономический эффект, обеспечивающих охрану окружающей среды от загрязнения. Гербициды применяются системно.

Разработанные системы гербицидов предусматривают комплекс приемов эффективного использования препаратов: место применения,

ассортимент, ротацию, технологию, кратность и периодичность обработок за ротацию севооборота с учетом последствий гербицидов и их смесей, связи с элементами агротехники и биологии культуры.

В Нечерноземной зоне наиболее эффективно комплексное применение средств химизации земледелия в сочетании с почвозащитными ресурсосберегающими технологиями обработки почвы.

На основании учета урожая полевых культур, дополнительных затрат, связанных с применением комплексных мер борьбы с сорняками, установлена их высокая экономическая эффективность.

При целенаправленной борьбе с вредными организмами получен значительный экономический эффект, который достигнут за счет окупаемости применяемой интегрированной системы защиты растения дополнительным урожаем.

Существует три области использования, в которых целесообразно дифференцированное внесение гербицидов:

- в случае наличия поверхностных вод, ценных биотопов; микрозаповедников, микрозаказников, охраняемых участков и т.п.;
- для обработки куртин с проблемными сорняками (пырей ползучий, бодяк);
- при дифференцированном появлении сорняков.

Использование гербицидов - частое мероприятие по защите растений, по сравнению с использованием фунгицидов и инсектицидов. Путем дифференцированного применения достигается существенная экономия затрат при снижении экологических рисков.

Дифференцированное внесение гербицидов в названных трех областях реализуют следующим образом:

- ручное включение и выключение опрыскивателей или отдельных наконечников путем магнитных, шариковых и плунжерных вентилях;
- использование сенсорных электронно регулируемых опрыскивателей.

Включение и выключение на традиционных опрыскивателях может быть удобным при дискретной обработке. Однако электронно управляемые опрыскиватели необходимы, если ручное регулирование невозможно для водителя в условиях изменяющейся пестроты и степени засоренности посевов сорняками.

Чтобы достичь при этом экономического эффекта, борьба с сорняками целесообразна на тех участках делянки, где обусловленный

сорняком экономический вред превышает затраты на обработку гербицидами. В полях с засорением ниже экономического порога вредоносности внесение соответствующего гербицида не окупается.

Для дифференцированного внесения средств защиты растений используют *off-line* и *on-line* способы. Первый способ предполагает несколько этапов работы до внесения. Сначала сорняки должны быть идентифицированы, и, в итоге, информация должна с помощью географической информационной системы (GIS) передаваться на карту распределения.

Карта распределения составляет основу для дифференцированных решений об опрыскивании. Участки с различным расходом должны в итоге координатно сохраняться на чип-карте, которая в бортовом компьютере служит для управления опрыскиванием.

При опрыскивании в режиме реального времени все эти рабочие процессы выпадают. Здесь после сенсорного определения сорняков происходит изменение сигнала сенсора и приспособление расхода на каждом отдельном шаге.

После определения сорняков с помощью сенсора, для чего достаточно 5 м пути, компьютер на борту перерабатывает измеренные значения и производит техническую корректировку заданных значений. Опрыскивание с новым расходом происходит затем на предварительно детектированной площади.

Off-line способ приемлем для первых двух из трех названных областей применения. Так как положение охраняемых участков в течение ряда лет остается постоянным, они могут быть сохранены в географической информационной системе. Это делает возможным в любое время обращаться к этой информации, чтобы получать заданные значения для защиты растений.

В практическом использовании выявляется другое преимущество: нельзя забыть выключить машину внесения, что при ручном использовании вполне возможно.

Гнездовые обработки используются тогда, когда на делянке имеются такие проблемные сорняки, как пырей ползучий, лисохвост, виды костра, бодяк полевой. При небольших обзорных полях они распознаются из кабины трактора, и с ними можно целенаправленно бороться через включение или выключение опрыскивателя.

Если протяженность гнезд сложно распознать, использование маркировок на бортовом компьютере при поздних агротехнических мероприятиях (удобрение, уборка урожая) предлагает возможность

для позиционной документации гнезд.

После уборки урожая возможен, учет сорняков с использованием системы GPS. Полученная информация затем переводится в карты заданных значений.

Если расход должен корректироваться, как в третьей из упомянутых областей применения, в соответствии сложно изменяющейся интенсивностью засоренности посевов и идентификация ее с помощью сенсоров неизбежна. Для распознавания сорняков во время движения разработаны сенсоры, которые используют для определения различий в отражении света в красной (600-700 нм) и в инфракрасной (750-1000 нм) областях от зеленых растений и от почвы.

В случае уже предложенной на рынке Spot-Spraying-техники (точечного опрыскивания) перед каждым наконечником находится оптоэлектронный сенсор. При появлении «зеленого» открывается магнитный клапан и вносится рабочий раствор. Этот принцип пригоден для использования гербицидов сплошного действия на площадях под паром для борьбы с нежелательной растительностью, обработанных без плуга, до всходов и для использования между рядами для широко-рядных культур, таких как кукуруза и подсолнечник.

Системы, которые используют несколько длин волн, чтобы отличать сорняки от культурных растений и почвы, а также виды сорняков друг от друга, разрабатываются.

Если сорняки находятся на стадии семядолей, то показатель сенсора коррелирует с их числом. Взрослые двудольные и однодольные сорняки, которые ветвятся или кустятся (из-за запоздавшей весенней обработки у озимых зерновых), вызывают несколько следующих друг за другом сигналов сенсора.

При одновременном появлении различных стадий развития сорняков рядом друг с другом калибровка сенсора должна происходить на поле, чтобы установить пороговый показатель. Во время калибровочной поездки сначала вносится максимальный расход.

Экономия расхода гербицидов достигает 30% и более при внесении с использованием сенсора. Количество сэкономленных средств получается из сенсорно установленного засорения на делянке и ранее определенного экономического порога вредоносности. При равномерно сильном засорении, в пару или из-за недостаточной недействительной борьбы с сорняками, порог вредоносности превышает. Если, напротив, лишь небольшая часть поля имеет засоренность выше по-

рога вредоносности, экономия средств выше, чем на более сильно засоренных делянках.

В настоящее время нет пригодных способов, позволяющих с помощью сенсоров эффективно определять болезни растений. Поэтому параметр «появление болезней» в качестве критерия для соответствующего потребности внесения фунгицидов не используется.

Альтернативный способ решения - дифференциация расхода в гетерогенных посевах в соответствии с поверхностью растений или растительной массой.

Зерновые посева характеризуются дифференцированным образованием надземной растительной массы. Поэтому поверхность растений, которую нужно смочить раствором, существенно различается.

Индекс листовой поверхности, то есть отношение поверхности растений к площади почвы, определяется с помощью оптических ручных измерительных приборов. Цель внесения фунгицидов состоит в равном распределении концентрации фунгицида на единицу поверхности растений.

Поэтому в менее развитых посевах применяют меньше рабочего раствора, чем в развитых. При такой предпосылке, несмотря на экономию средств, можно не ждать негативных действий - поражение болезнями или потеря урожайности.

Другая возможность варьировать расход при внесении фунгицидов состоит в ограничении участков, которые характеризуются различной растительной массой или поверхностью.

В настоящее время используют оптические и механические сенсоры для того, чтобы характеризовать гетерогенные посева культурных растений во время периодов роста и определять дифференцированные агротехнические мероприятия. Оптические сенсоры на самолетах, спутниках и транспорте используют различное отражение света определенных длин волн от почвы и растений.

По показателям рассчитывают индексы вегетации или биомассы. Есть предпосылки дифференцировать количество фунгицида по этим индексам. Транспортируемые оптические сенсоры, применимы и при пасмурном небе, в то время как аэрофотоснимки и снимки со спутника предполагают безоблачное небо.

По фотоснимкам с самолетов и спутников необходимо проводить коррекцию, а также ориентирование (точки снимка ставят в соответствие географическим координатам). И то, и другое обуславливает

дополнительные затраты, которые возникают при дистанционном обследовании. Для практического использования годятся те методы установления гетерогенности, которые гарантируют высокую производительность по площади и низкие затраты.

Получение информации об индексе листовой поверхности обеспечивает маятниковый сенсор. На основе связи, которая существует между углом маятника и показателем индекса листовой поверхности, возможна квантификация целевых площадей (поверхности растений поверхности почвы). В областях с низким индексом листовой поверхности расход уменьшается без ущерба для действия.

Оптические бесконтактные сенсоры применимы до появления флагового листа. Они определяют только поверхность посева и не характеризуют отношения внутри него. Однако зерновые со времени появления флагового листа образуют несколько ярусов листьев. Рассчитанные по спектральным данным индексы достигают в этот момент насыщения и не могут больше достоверно отображать растительную поверхность.

С начала фазы формирования урожая, когда содержание хлорофилла снижается, индексы находятся в сильной связи с индексом листовой поверхности и другими параметрами посева, такими как биомасса, высота и густота стояния растений.

Маятниковый сенсор направляется во время движения растительным посевом. Высота и густота растений оказывают влияние на высоту угла направления, и получается точное отображение параметров посева с конца выхода в трубку до созревания зерновых. Поэтому маятниковый сенсор годится для определения поверхности растений как критерия дифференциации расхода фунгицидов в момент, важный для обработки.

Внесение фунгицидов *off-line* способом предполагает использование карты заданных значений, которая требует установления рабочих и временных затрат. Так как на поражение грибами нужно быстро реагировать, это создает временные проблемы. С помощью сенсорного внесения фунгицидов этого этапа работы можно избежать. При внесении фунгицидов в режиме *on-line* маятниковый сенсор работает во фронтальной навеске тягача.

Контрольные вопросы

1. Биологические основы карантина растений.
2. Организационные основы карантина растений

3. Экономические основы карантина растений.
4. Экономический ущерб от карантинных объектов
5. Порядок наложения и снятия карантина

Глава 32. СЕЛЕКЦИЯ И СИСТЕМА СЕМЕНОВОДСТВА

Селекция - экономичный способ повышения урожайности и качества продукции по сравнению с другими путями: химизацией, механизацией и т.п. Создание и внедрение в производство новых сортов и гибридов требует меньших затрат по сравнению с интенсификацией технологии возделывания, в то же время эффект нового сорта (гибрида) проявляется в повышении урожайности на 30-35% в первый год внедрения в производство на всей возделываемой под ним площади.

Экологическая роль селекции связана с созданием устойчивых к болезням и вредителям сортов и гибридов, требующих меньших затрат на средства защиты растений.

Основные направления селекции полевой культуры определяются потребностью производства и биологией самой культуры. Для большинства культур они примерно одинаковы. Это - селекция на высокий выход основной продукции, устойчивость к неблагоприятным погодным-климатическим условиям выращивания, устойчивость к болезням и вредителям, технологичность, качество продукции.

Требования к сортам и гибридам сельскохозяйственной культуры будут меняться в зависимости от зоны возделывания и характера использования.

Создаваемые селекционные сорта и гибриды должны отвечать набору требований. Наглядно это можно представить на проработанной в селекционном плане культуре - озимой пшенице.

Селекция пшеницы на повышение урожайности связывается с созданием интенсивных сортов, способных отвечать большими прибавками урожая на дополнительные вложения в агротехнику, и пластичных сортов, способных обеспечивать получение высоких урожаев зерна в различные по метеорологическим условиям годы.

Сорта для интенсивных технологий должны обладать:

- устойчивостью к применению пестицидов;
- различной продолжительностью вегетационного периода;
- засухоустойчивостью, зимостойкостью (для озимой пшеницы), устойчивостью к низким температурам вегетационного периода, переувлажнению, повышенной солонцеватости почвы. Различают

сорта, устойчивые к весенней и летней засухам. Первые позднеспелые с длительным периодом кущения, «пережидающие» в этой фазе засуху, вторые - скороспелые, успевающие завершить, налив зерна до наступления критической ситуации.

- Выделяют устойчивость к воздушной и атмосферной засухе, суховею и жаростойкость. В соответствии с преобладающими неблагоприятными факторами зимостойкость связывают с устойчивостью к низким температурам, выпреванию, вымоканию, ледяной корке, выпиранию;

— технологичностью возделывания и уборки, которая предусматривает создание неполегающих, устойчивых к осыпанию сортов с толстой, прочной соломиной и мощной корневой системой. Устойчивость к полеганию связывают с короткостебельностью. Однако уменьшение высоты растений ведет к снижению урожайности. Для каждой климатической зоны существует оптимум высоты. Боковые побеги не должны отставать в росте и развитии от главных, а зерно не должно прорасти на корню.

- устойчивостью к болезням и вредителям: видам ржавчины (стеблевой, бурой, желтой), головни (твердой, карликовой, пыльной), мучнистой росе, корневым гнилям, септориозу, бактериальным и вирусным болезням.

- В эпоху глобального потепления климата усилилось распространение и вредоносность фузариоза колоса, ставшего основным препятствием на пути создания крупноколосых сортов пшеницы. Большое значение придается устойчивости к шведской и гессенской мухам, хлебным пилильщикам, пьявице.

- В зависимости от зоны внимание уделяется устойчивости к патогенам и вредителям, сортам с высоким качеством зерна, хорошими мукомольными и хлебопекарными свойствами. По хлебопекарным качествам у пшеницы мягкой выделяют сорта сильной пшеницы (твердозерной), средней силы (филеры) и слабой. Первые характеризуются высоким содержанием белка (не менее 14%) и клейковины (не менее 23%).

Селекцию сильной пшеницы ведут в районах, где климатические условия обеспечивают возможность получать зерно высокого качества. Это в основном южные и юго-восточные районы европейской части, Западная Сибирь.

Если суммировать все требования к сортам пшеницы, то важнейшими являются относительная стабильность урожаев по годам,

устойчивость к болезням и вредителям, качество зерна.

В адаптивно-ландшафтном земледелии необходим тщательный подбор культур и сортов.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, включено 360 сортов мягкой озимой, мягкой яровой, твердой озимой, твердой яровой и тургидной пшеницы. Можно сказать, что проблемы интенсивности, технологичности и качества продукции озимой пшеницы селекцией решена.

Рекомендуемые сорта и гибриды зерновых, зернобобовых, в РФ слишком малую долю площадей занимают зернобобовые растения, что отрицательно сказывается на системе адаптивноландшафтного земледелия, обеспечении белком животноводства, балансе азота в почве, урожайности культур в севообороте.

Созданы крупноплодные сорта гречихи. Сорта проса являются первыми отечественными сортами, которые, наряду с высокой урожайностью и качеством зерна, обладают нарастающей комплексной устойчивостью к природным популяциям головни различного расового состава и не требуют предпосевной обработки семян фунгицидами.

Созданы сорта гороха нового поколения, сочетающие высокую урожайность зерна и зеленой массы, отличающиеся устойчивостью к полеганию, усатым типом листа и неосыпающимися семенами.

В России на 63% сократились посевы кукурузы, однако ее урожайность выше, чем других зерновых хлебов и составляет 2,6-2,8 т/га. Селекционеры добились успехов в селекции кукурузы на раннеспелость. Скороспелые гибриды отличаются от ранее созданных гибридов. Их возделывание экономически оправдано даже в южных регионах, где предпочтения отдавались средне- и позднеспелым гибридам.

Проведение конкурсного, экологического, государственного и производственного сортоиспытания позволяет с большой достоверностью выделить реакцию сортов и гибридов на выращивание их в различных почвенно-климатических условиях, вплоть до условий определенного хозяйства. Именно в результате проведения такого сортоиспытания определяется адаптивность сорта, т.е. его приспособленность к определенным условиям выращивания и экологическая пластичность, т.е. способность обеспечивать высокий выход основной продукции в различных почвенно-климатических условиях.

Имеется два подхода к использованию селекционных достижений. Один из них предполагает использование пластичных сортов и гибридов. Другой - использование адаптивных к конкретным почвенно-

климатическим условиям сортов и гибридов.

В условиях адаптивно-ландшафтного земледелия особое значение приобретает разработка паспортизации селекционного достижения. Именно она и разработка сортовой агротехники позволяет использовать селекционное достижение с максимальной эффективностью и направленностью. При разработке сортовой агротехники учитывается реакция на предшествующую культуру, качество обработки почвы, сроки посева, уровень минерального питания, необходимость в средствах защиты растений.

В результате возможности выбора из большого набора сортов и их паспортизации наметился переход от 2-3 ко множеству сортов. Эта «мозаика» видна на уровне района-области-края. Однако в каждом хозяйстве не следует иметь более 2-3 сортов, различающихся по продолжительности вегетационного периода, степени устойчивости к вредоносным патогенам. Такой подход снизит риск механического засорения сорта и обеспечит стабильный сбор зерна в различные годы, лучше впишется в адаптивно-ландшафтную систему земледелия.

Успешное продвижение сорта или гибрида в производство (внедрение сорта), занятие им больших площадей невозможно без наличия семян, эффективного размножения сорта или гибрида. Эту задачу решает семеноводство. Частью деятельности агрономов-семеноводов является проведение семенного и сортового контроля.

Селекция и семеноводство тесно взаимосвязаны, хотя задачи, стоящие перед селекцией и семеноводством различны. В процессе селекции создаются новые сорта и гибриды. Задачей семеноводства является поддержание существующих сортов и гибридов в чистоте и их размножение до необходимого производству количества без потери сортовых и посевных качеств семян.

Семеноводство как отрасль сельскохозяйственного производства решает две важнейшие взаимосвязанные задачи:

- размножение сорта до полного обеспечения потребности в его семенах;
- сохранение в процессе размножения сортовой чистоты и всех хозяйственно-ценных признаков и свойств данного сорта.

Помимо реализации достижений селекции, в процессе семеноводства, торгового оборота семян, решают еще одну задачу - обеспечить возврат средств, потраченных на создание нового сорта или гибрида. В процессе семеноводства сорт становится объектом рынка.

Для нормального функционирования селекции и семеноводства

в условиях рыночных отношений необходима правовая основа. С целью регламентации деятельности селекционеров и семеноводов разработан ряд отраслевых законов: закон РФ «О селекционных достижениях» (1993 г.), Федеральный закон «О семеноводстве» (1997 г.). В 2008 г. они вошли составной частью в Гражданский кодекс РФ.

Федеральный закон «О семеноводстве» установил правовую основу деятельности по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян сельскохозяйственных культур, а также организации и проведению сортового и семенного контроля.

Реализация этого закона определяет обеспечение гарантии качества семян на всех этапах их движения к потребителю. При этом семеноводство охраняемых сортов ведется при наличии договоров с патентообладателями. Договор может быть исключительным и неисключительным. Различия, между договорами заключаются в объеме прав, переданных патентообладателем производителю семян.

По исключительному лицензионному договору производитель семян охраняемого сорта контролирует его семеноводство в регионе и может предъявлять судебные иски к нарушителям прав патентообладателя, а по неисключительному лицензионному договору - не может, это - прерогатива патентообладателя.

Гарантией защиты прав потребителя-производителя товарной продукции служит введенная с 1 июля 2001 г. на территории России система обязательной сертификации семян сельскохозяйственных и лесных растений, включенных в торговый оборот. *Сертификация семян* - система мероприятий, предназначенных для подтверждения соответствия сортовых и посевных качеств семян требованиям государственных и отраслевых стандартов. На каждую партию семян, поступающую в товарооборот, необходимо иметь соответствующий документ - сертификат. Центральным органом по сертификации семян является Государственная семенная инспекция РФ.

Существование нормативной правовой базы позволяет России присоединиться к Схемам сертификации семян для международной торговли Организации Экономического Сотрудничества и Развития (Organization for Economic Cooperation and Development - OECD). Законодательно установлен порядок ввоза в РФ и вывоза из нее партий семян.

При этом запрещен ввоз семян сортов, не включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, за исключением импорта для научных целей, государственных испытаний, производства семян для последующего экспорта. Запрещено движение партий семян охраняемых сортов без согласования с патентообладателем.

Ввозимые из-за рубежа семена сопровождаются для стран-членов OECD и ISTA (International Seed Testing Association - Международная организация по анализу семян) сертификатом OECD (документ удостоверяющий сортовую принадлежность) и сертификатом ISTA (удостоверяющий посевные качества). В пункте назначения семян, указанные документы переоформляются органом по сертификации семян на отечественные - сертификат сортовой идентификации и сертификат на посевные качества.

Семена и посадочный материал ввозятся в Россию на основании импортного карантинного разрешения, выдаваемого Росгоскарантином, при обязательном сопровождении фитосанитарным сертификатом, выданным службой карантина растений страны-экспортера, а по месту поступления подлежат фитосанитарному контролю (досмотр и экспертиза на скрытую зараженность карантинными объектами).

Понимание системы семеноводства невозможно без знания понятий, используемых в селекции и семеноводстве.

Семеноводство - специальная отрасль сельскохозяйственного производства, задачей которой является массовое размножение высококачественных семян лучших районированных сортов и гибридов при сохранении свойственных им морфологических, биологических и урожайных признаков и свойств.

Система семеноводства - совокупность функционально взаимосвязанных физических и юридических лиц, занимающихся производством, заготовкой, обработкой, хранением, реализацией, транспортировкой семян, проводящих сортовой и семенной контроль, т.е. она охватывает весь комплекс мероприятий, начиная от производства семян до их реализации при постоянном контроле за качеством семян.

В России в связи с федеративной системой политического устройства и многообразия почвенно-климатических условий наиболее оптимальна региональная система семеноводства с общефедеральным фондом семян и государственной системой сертификации семян. Региональные системы семеноводства создаются по следующим основным направлениям и принципам:

- территориальное (зональное) на базе крупных селекционно-семеноводческих учреждений или административно-территориальных субъектов РФ. Пример такой системы семеноводства - Донской селекционный центр (г. Зерноград, Ростовской области), Нижне-Волжский НИИСХ (п. Областной опытной сельскохозяйственной станции, Волгоградской области), Волгоградский ГАУ (учхоз Горная Поляна), Краснодарский НИИСХ, ВНИИМК (г. Краснодар), «Саратовские семена» (НИИСХ Юго-Востока, г. Саратов), «Русское поле» (Ставропольский НИИСХ, г. Ставрополь), «Сибирские семена» (СибНИИСХ), ВНИИ зернобобовых и крупяных культур (г. Орел), Краснокутская селекционно-опытная станция (Саратовская область) и др. По такому принципу выстраивают семеноводство зерновых, зернобобовых, масличных культур и картофеля, в связи с большими объемами использования их посевного и посадочного материала;

- отраслевое (специализированное) по культурам или отдельным группам культур, имеющих выраженную зональность семеноводства или доминирующие зоны производства сельскохозяйственной продукции.

Прогноз мирового рынка семян показывает, что торговля и производство семян указанных групп сельскохозяйственных культур будет и дальше концентрироваться в крупных транснациональных компаниях, принимая глобальный, мировой характер.

Перспективным направлением в организации семеноводства является коммерциализация селекционно-семеноводческих учреждений, в которых сконцентрирована селекционная работа и последующее размножение созданных сортов, т.е. семеноводство. Этот путь позволяет сохранять контроль над распространением и использованием семенного материала и получать в процессе семеноводства средства для покрытия затрат и дальнейшего развития селекционnoseменоводческой работы.

Все категории хозяйств, в которых производят семена, являются *первичными структурами* организации системы семеноводства. Различного типа ассоциации, союзы, селекционно-семеноводческие фирмы и другие предприятия, не производящие семена, являются *вторичными структурами* организации системы семеноводства.

По степени завершенности цикла производства семян первичные структуры организации семеноводства делят на две группы:

— с законченным циклом, при котором семена не только про-

изводятся в хозяйстве, но и проходят полную послеуборочную доработку и реализуются;

— с незаконченным циклом, когда семена в хозяйстве только производятся, а их послеуборочная доработка проводится на специализированных (межхозяйственных) предприятиях, где осуществляется предварительная очистка, сушка, вторичная доработка, сортирование, протравливание, хранятся страховые и переходящие фонды семян.

Вторая группа организации семеноводства распространена для кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника, овощных культур и трав. Использование подобной специализации при проведении семеноводства способствует тому, что в ней принимают участие производители семян, для которых экономически невыгодно создавать материально-техническую базу по послеуборочной обработке семян и их хранению.

Для крупных предприятий с организованным внутрихозяйственным семеноводством целесообразно размножать семена элиты и I репродукции для полного обеспечения собственной потребности в сортовых семенах. Эта модель организации внутрихозяйственного семеноводства предпочтительна для зерносеющих регионов РФ.

При слабой специализации и концентрации семеноводства производители семян большей частью занимаются семеноводством на собственной базе по законченному циклу.

Организация внутрихозяйственного семеноводства предусматривает создание специализированного подразделения по производству высококачественного семеноводческого материала, выбор сортов, планирование производства семян, выделение семеноводческого севооборота, учет особенностей технологии возделывания культур на семена, сортовой и семенной контроль, хранение, реализацию, подготовку семян к посеву, организационно-экономическое обеспечение этой деятельности.

Схема семеноводства отдельной культуры или группы культур - это последовательность питомников, в которых происходит размножение семян. Другими словами, это - комплекс мероприятий по воспроизводству сортов сельскохозяйственных культур с использованием научно обоснованных методов.

В зависимости от биологии размножения культуры в процессе семеноводства возможно использование массового, индивидуального или клонового отборов.

Массовый отбор применяется при размножении перекрестноопыляющихся культур, сортов, созданных методом массового отбора

или в случае ускоренного размножения вновь созданных сортов.

В соответствии с положениями закона «О семеноводстве» семена в зависимости от этапа воспроизводства сорта делят на ряд категории: оригинальные, элитные и репродукционные.

Оригинальными являются семена сельскохозяйственных растений, произведенные оригинатором сорта или уполномоченным им лицом. Оригинатором сорта - производителем оригинальных семян - является не только учреждение (физическое лицо) - создатель сорта, но и другие учреждения или физические лица. Стать оригинатором можно только с согласия автора селекционного достижения. Регистрирует и поддерживает сведения об оригинаторах Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Данные об оригинаторе селекционного достижения публикуются в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию. За рубежом оригинальные семена называют селекционными семенами.

Элитными являются семена сельскохозяйственного растения, полученные от оригинальных семян и соответствующие требованиям государственных стандартов, иных нормативных документов в области семеноводства. За рубежом их называют базисными семенами.

Репродукционными являются семена сельскохозяйственных растений последующих после семян элиты поколений. Число поколений репродукционных семян (1, 2 и т.д. репродукции) определяется в зависимости от планируемого количества их производства. За рубежом эти семена называют сертифицированными семенами.

К репродукционным семенам законом отнесены и гибридные семена первого поколения, хотя они воспроизводятся путем скрещивания родительских форм и используются только для получения товарной продукции, а не дальнейшего размножения.

В процессе семеноводства решаются две основные задачи: проведение сортосмены и сортообновления.

Сортосмена - замена на производственных площадях одного сорта (группы сортов) другим зарегистрированным сортом, более продуктивным или имеющим какие-либо преимущества по сравнению со старым сортом. Теоретически сортосмена происходит в среднем раз в пять лет. Однако на практике она происходит не так часто и регулярно. Это связано с тем, что новые сорта полевых культур в результате селекции не создаются с требуемой для проведения плановой сортосмены периодичностью.

При выборе сорта для возделывания в хозяйстве следует учитывать многие факторы. Это условия конкретного места выращивания, которые в одной и той же почвенно-климатической зоне разнообразны, что обуславливает колебание урожайности. Если сорт обладает высоким потенциалом продуктивности, то он предъявляет повышенные требования к условиям возделывания.

Сорт с меньшим потенциалом урожайности невыгодно использовать в хороших условиях и наоборот. Иногда происходит парадоксальная ситуация - современные сорта интенсивного типа в производственных условиях дают меньшую урожайность, чем старые сорта, лучше адаптированные к возделыванию в этих условиях. Поэтому при выборе сорта нужно учитывать реальную производственную ситуацию.

Сортообновление - периодическая замена сортовых семян в хозяйстве семенами тех же сортов с более высокими посевными и урожайными качествами, более высоких репродукций. При налаженной сортомене сортообновление не является необходимым. Но периодичность сортомены нарушается и требуется замена семян возделываемого в производстве сорта.

Сортообновление связано со снижением сортовой чистоты и увеличением пораженности семян болезнями (у пшеницы - твердой или, пыльной головней). При проведении сортообновления не может быть догмы - если семена чистые и посевы качественные, то урожай не зависит от репродукции семян и сортообновление не нужно.

При посеве семян гетерозисных гибридов сортообновление проводится ежегодно (для посева используются семена первого поколения).

В процессе семеноводства формируются отдельные фонды семян: семенной, страховой и переходящий.

Семенной фонд - запас кондиционных семян для текущего посева. Формируется в размерах 100% потребности в семенах.

Страховой фонд - семенной фонд, засыпаемый на случай неурожая обновляется ежегодно. В первичных звеньях семеноводства он составляет 100%, в питомнике суперэлиты - 50% от потребности в семенах. Страховой фонд элиты и 1 репродукции создается в размере 25-30% потребностей хозяйства в семенах для сортообновления.

Для хозяйств рекомендовано иметь страховые фонды в размере 15% от потребностей. Для регионов, не производящих семена или имеющих ограниченные возможности их производства, а также на случай

стихийных бедствий, создается федеральный страховой фонд, на местах - региональные страховые фонды семян.

Заготовка семян в семенной и страховой фонды производится в первоочередном порядке - это заповедь агронома-семеновода.

Переходящий семенной фонд - семенной фонд озимых культур из урожая прошлого года, предназначенный для посева в текущем году. Закладка переходящего семенного фонда связана с тем, что свежубранные семена за короткий период от уборки до посева не успевают пройти послеуборочное дозревание и имеют пониженную всхожесть. Поэтому переходящий семенной фонд по озимым и яровым культурам закладывается в размере 100% потребности в семенах, т.е. рассчитывается на всю площадь посева.

При планировании семеноводства в хозяйстве учитывают источники поступления семян, порядок сортосмены и сортообновления, структуру посевных площадей, выход кондиционных семян, нормы высева, объемы основных, страховых и переходящих фондов.

Планирование семеноводства зависит от многих причин: периодичности сортосмены или сортообновления, плана-заказа производства семян необходимой категории. Расчеты при планировании объемов семеноводства строятся от плана-заказа производства семян необходимой категории с учетом коэффициента размножения, страховых и переходящих фондов семян.

Агротехника на семеноводческих посевах направлена на получение семян с максимально высокими сортовыми и посевными качествами.

Не все агротехнические мероприятия, рекомендуемые и применяемые при производстве товарной продукции, способствуют получению высококачественных семян.

Поэтому при разработке системы земледелия с использованием специфики семеноводства необходимо учитывать факторы, модифицирующие условия формирования биологического потенциала семян. Эти факторы делятся на генетические (сорт и его специфическая реакция на изменение условий выращивания), технологические (предшественник, подготовка почвы, уровень питания, предпосевная обработка семян, сроки, нормы, способы посева, уход за посевами) и природные (уровень плодородия почвы и погодные условия формирования урожая семян).

В процессе репродуцирования сорта происходит его ухудшение, причем оно не носит линейного характера и зависит от механического,

биологического засорения (переопыление или спонтанная гибридизация, появление естественных мутаций, расщепление) и увеличения уровня заболеваемости.

У различных групп сельскохозяйственных культур причины ухудшения сорта неодинаковы. У зерновых культур причинами потери сортовых качеств являются механическое засорение и увеличение уровня заболеваемости. У перекрестноопыляющихся культур - перекрестное опыление, во избежание которого необходимо соблюдать пространственную изоляцию. У вегетативно размножаемых основной причиной ухудшения сортовых качеств является накопление вирусных и бактериальных болезней и появление соматических мутаций.

Весь комплекс агротехнических мероприятий по производству семян должен быть направлен на получение высоких урожаев семян с максимально высокими сортовыми и посевными качествами.

Для достижения такой цели необходимо обеспечить высокую культуру земледелия. Большую роль в этом играют специализированные семеноводческие севообороты.

Опыт элитно-семеноводческих хозяйств научно-исследовательских учреждений показывает важную роль севооборотов как основного фона, на котором применяются агротехнические и семеноводческие приемы выращивания семян. При наличии нескольких специализированных семеноводческих бригад или отделений имеют несколько севооборотов.

При этом легче размещать культуры и сорта по лучшим предшественникам с соблюдением пространственной изоляции. Важнейшая задача при проведении семеноводства - предотвращение механического и биологического засорения - объясняет требования к севооборотам, которые имеют специфику по сравнению с обычными неспециализированными.

В специализированных семеноводческих хозяйствах или бригадах все посевы должны быть семеноводческими. На фуражные цели отводится ограниченная площадь, обеспечивающая внутрихозяйственные нужды. Лучшим предшественником для семеноводческих посевов зерновых культур во всех зонах области является удобренный чистый пар.

При составлении семеноводческих севооборотов нужно выбирать такое чередование культур, которое отвечает биологии культуры и предотвращает засорение трудноотделимыми культурными растени-

ями и сорняками. В семеноводческих хозяйствах рекомендуют применять следующие севообороты.

1. Для степной и сухостепной зон черноземных и темнокаштановых почв: Пар черный - Озимые - Разделительные культуры (зернобобовые, пропашные, крупяные) - Ячмень и яровая пшеница.

2. Для сухостепной и полупустынной зон каштановых и светлокаштановых почв: Пар черный - Озимые - Пар черный - Яровые.

Нельзя допускать размещение по соседству разных сортов перекрестноопыляющихся культур (нормы пространственной изоляции для различных случаев приведены в «Инструкции по апробации сортовых посевов»). Между самоопыляющимися культурами делается изоляционная полоса (7-8 м), засеваемая на зеленый корм.

Нельзя сеять зерновые культуры по зерновым, если даже предшествующая культура не считается трудноотделимой.

Во избежании поражения подсолнечника заразой, белой и серой гнилью необходимо возвращать эту культуру на тот же участок не менее, чем через 8-10 лет.

Семена являются переносчиками и носителями заболеваний. При проведении семеноводческих мероприятий предусматриваются меры не только сохранения первоначальных качеств семян, но и оздоровление посадочного материала. По способу заражения и источникам инфекции болезни семян хлебных злаков делятся на группы.

1. Возбудители болезней проникают внутрь семян: пыльная головня, фузариоз, гельминтоспориоз, черный и базальтовый бактериоз, септориоз пшеницы;

2. Возбудители болезней находятся на поверхности семян: твердая головня пшеницы, каменная головня ячменя, пыльная и пузырчатая головня кукурузы, аскохитоз, фузариоз гороха, сои;

3. Возбудители болезней находятся в виде примесей в посевном материале: спорынья.

Отсюда вытекает тактика борьбы с болезнями семян, подробно описанными в курсах фитопатологии и химической защиты растений. Обязательными приемами при подготовке семян к посеву являются сортировка, калибровка, протравливание или термическая обработка. Обогрев семян в сушилках при температуре 15-20°C выводит семена из состояния покоя, повышает их энергию прорастания и всхожесть.

К агротехническим приемам получения высокого урожая семян с хорошими посевными качествами относятся сроки и способы посева,

оптимальные нормы высева, сбалансированное соотношение элементов питания. Особая роль в получении высококачественных семян принадлежит фосфорным удобрениям.

Лучшим способом внесения удобрений является локальный или глубинно-локальный, когда внесенные удобрения размещаются рядом с семенами или глубже их на 0,04-0,05 м.

При наличии нескольких категорий или репродукций семян все работы при проведении посева и уборки начинают с высших категорий или репродукций, а потом переходят к более низким. Это простое правило позволяет снизить вероятность механического засорения.

При посеве семеноводческих посевов сеялки регулируют для равномерного высева каждой катушкой. Необходимо проверить правильность расстановки сошников по ширине междурядий. Для обеспечения одинаковой ширины стыковочных междурядий сеялки оборудуют маркерами. Нарушение их ширины приводит к загущению или разреживанию посева и в конечном итоге к неравномерности созревания семян.

Чаще всего происходит загущение посева, поэтому опытные агрономы-семеноводы рекомендуют установку крайних катушек на половинную норму высева.

Для проведения в период вегетации видовых и сортовых прополок культур сплошного сева рекомендуют оставлять дорожки шириной в 0,3 м через 1,8 м (в этом случае, идя по дорожкам, можно удалить растение-засоритель в любой точке полосы, не затаптывая посев).

Для этого в сеялочном агрегате закрывают соответствующие высевающие аппараты (в агрегате из двух сеялок - 6, 18 и 42, при посеве одной сеялкой - 7 и 19). Посев с дорожками оправдан, когда примеси легко отличимы от основного сорта и их можно выполоть.

Между сортами или репродукциями самоопыляющейся культуры оставляется незасеянная полоса шириной в захват сеялки, которая засеивается (сразу или по всходам) рано убираемой культурой.

Перед посевом сеялки тщательно прочищаются. Подвоз семян к сеялкам осуществляется по постоянным дорогам или по засеваемому полю. Вначале обсеиваются края поля на ширину поворотов сеялочного агрегата. Разворот сеялочного агрегата проводится на засеваемом поле. После окончания посева, сеялки очищаются на засеваемом поле и только после этого, осуществляется переезд на другой участок.

После окончания посева, возле каждого участка устанавлива-

ется табличка с указанием бригады, поля, культуры, сорта, репродукции, площади посева. Она во время уборки с первой машиной отвозится на ток и устанавливается на ворохе неочищенных семян.

Сроки посева на участках семеноводства - оптимальные для каждой зоны и культуры.

При семеноводстве зерновых культур, уход за посевами начинается с прикатывания посевов вслед за сеялками (в тот же день). Этот прием позволяет получать дружные всходы, выравнивает микрорельеф поля, повышает эффективность борьбы с вредителями, клопом-черепашкой - уничтожаются места их укрытий - комки почвы.

В дальнейшем все операции по уходу за семеноводческими посевами направлены на получение высокого урожая и сохранение сортовой чистоты. Примеси легче удалить в период ухода, чем при очистке семян, в частности, сортовые, удаляют только прополкой.

Сортовые прополки - удаление из посевов растений других сортов той же культуры. Проводят при тихой погоде под руководством агронома-семеновода.

Перед уборкой проводится апробация и регистрация семеноводческих посевов.

До уборки составляют план работы, в котором предусматривают очередность и способ уборки семенных посевов, указывают поля, намечают места на току для семян разных сортов и категорий, очередность сушки и очистки семян.

Перед уборкой поля обкашивают в один проход комбайна, зерно сдается на хозяйственные нужды. Если семенного материала мало и не рационально тратить его на фураж, требуется очистка комбайна. Для этого, помимо механической очистки, используют «промывку» техники, когда комбайном предварительно убирают посевы легко отделяемых культур (при уборке семенных участков колосовых злаковых - горох, вику и т.п.).

Поток семян этой легко отделяемой культуры захватывает оставшиеся в глубине комбайна семена от предшествующей уборки и «вымывает» их. Если в комбайне остаются семена «промывочной» культуры, в последующем они легко отделяются при очистке семян.

Семенные посевы зерновых лучше убирать отдельным способом. Это позволяет получать семена хорошего качества - менее травмированные, с повышенной энергией прорастания. Раздельную уборку проводят при полной восковой спелости, а подбор валков начинают через 2-3 дня в зависимости от погодных условий. Планируя раздельный

способ уборки семенных посевов, необходимо помнить, что в этом случае увеличивается продолжительность уборки и повышаются производственные затраты.

При травмировании 10% семян урожайность снижается на 0,1 т/га. Поэтому борьба с травмированием во время обмолота является важным условием уборки семенных посевов. С этой целью, на протяжении дня рекомендуется трижды регулировать зазоры между барабаном и декой комбайна: утром, когда убираемый материал имеет повышенную влажность, зазор уменьшают, днем - увеличивают, а вечером - опять поджимают деки.

Не следует пользоваться для уборки семенных посевов новыми комбайнами, они больше повреждают семена, чем уже работавшие. Комбайны с двухбарабанными молотильными аппаратами лучше пригодны для уборки семенных посевов.

Требуется так составить очередность работы комбайнов на отдельных участках, чтобы не допустить уборки одним агрегатом подряд двух сортов одной культуры или культур, трудноотделимых при очистке семян. Важно на весь период уборки закрепить за каждым комбайном определенный автотранспорт, доставляющий семена с поля на ток. Устанавливают порядок, чтобы перевод комбайнов после уборки одной культуры (сорта, категории, репродукции) на уборку другой производился с разрешения агронома-семеновода и после чистки комбайна и автотранспорта от остатков предыдущей культуры (сорта).

На току недопустимо смежное размещение сортов и культур, семена которых трудно разделить при очистке. Семена разных сортов одной и той же культуры размещают в разных концах тока.

Семена от комбайна поступают на семяочистительную линию для первичной очистки и сортирования. Даже простые поточные линии включают комплекс зерноочистительных машин. Эти процессы хорошо отработаны и следует только соблюдать заданный режим работы машин.

Подбор решет, скорость воздушного потока и режима работы машин поточной линии должны быть такими, чтобы за один пропуск получать семена, соответствующие по чистоте первому классу. При переводе зерноочистительных машин на работу с другой культурой (сортом) проводится очистка их от остатков семян предыдущей культуры.

При хранении семян необходимо учитывать способность к дыханию, сорбционные, теплообменные и физико-механические свой-

ства. Из них главное - способность семян к дыханию, в результате которого снижается всхожесть семян. Интенсивность дыхания зависит от влажности зерновой массы. Чтобы семена хорошо хранились, их влажность должна быть ниже критической.

Таблица 18

Критическая влажность семян, %

Пшеница, ячмень, рожь, злаковые травы	14,5-15,5
Зернобобовые, кормовые бобовые травы	15,0-16,5
Гречиха	15,2-15,8
Рис	13,5-14,5
Кукуруза (зерно)	13,5-14,5
Просо	13,5-14,5
Подсолнечник:	
среднемасличный	10,0-11,0
высокомасличный	7,0-8,5

Если влажность семян выше критической, семена неустойчивы при хранении. В крупных партиях семена хранятся хуже, поэтому лучше иметь их влажность ниже критической на 1,5-2,0% (при хранении в металлических бункерах насыпью более 2-3 м).

Группы семян зерновых хлебов в зависимости от влажности:

- семена сухие (влажность до 14%). Устойчивы при хранении;
- средней сухости (14,0-15,5%). Устойчивы на грани критической. Дыхание в 2-4 раза интенсивнее сухих семян, неустойчивы при хранении;
- влажные (до 17%). Дыхание в 4-8 раз интенсивнее сухих семян, требуют особого внимания при хранении;
- сырые (более 17%). Дыхание в 20-30 раз интенсивнее сухих семян, непригодны для хранения.

Наиболее экономичными установками для сушки семян являются сушилки непрерывного действия.

При сушке снижается всхожесть семян. Влага испаряется с поверхности зерна, поэтому если процесс сушки протекает быстро и опережает приток влаги из центральных слоев зерновки, зона испарения перемещается вовнутрь зерновки. Происходит запаривание семян.

При сушке качество семян не должно ухудшаться. Поэтому съем

влаги за один пропуск семян через сушильную и охлаждающую камеры не должен превышать 6%. Для сохранения всхожести важно, чтобы семена не нагревались выше 40-45°C.

На хранение закладываются семена с максимальной всхожестью. При реализации семян надо иметь в виду, что их всхожесть в процессе послеуборочного дозревания изменяется. Свежеубранные семена имеют пониженную всхожесть. Этим пользуются заготовительные организации, скупая свежесобранные семена у хозяйств и после некоторого хранения, продают их по цене семян другого класса.

Семеновохранилища подготавливаются к приему нового урожая заблаговременно: очищаются от остатков старого урожая и мусора, который лучше сжечь. После очистки семеновохранилище обеззараживается. Самый простой и дешевый способ обеззараживания - влажная побелка известью или известково-керосиновая дезинсекция. Можно применить и более эффективные химические средства. В семеновохранилищах обязательна профилактическая борьба с грызунами.

До начала уборки составляется план засыпки на хранение семян нового урожая по культурам, сортам и категориям семян.

Установленная для основных зерновых и зернобобовых культур высота насыпи - от 2 до 2,5 м, для риса, проса, подсолнечника - от 1,5 до 2 м. Если хранилище оборудовано активной вентиляцией, высоту насыпи можно увеличить на 0,5 м.

Чтобы избежать засорения семян, хранящихся насыпью, закрома оставляют незаполненными на 0,15-0,20 м. В соседние закрома нельзя засыпать семена трудноотделимых культур, а также семена разных сортов одной культуры.

Оригинальные и элитные семена хранят в мешках. Каждая партия семян в мешках укладывается отдельным штабелем. Мешки кладут на поддоны из дерева, отстоящие от пола не менее, чем на 0,15 м. При хранении зерновых культур, высота штабеля должны быть не более 8, подсолнечника - 6, люцерны - 5 мешков. На каждом закроме и штабеле устанавливается этикетка с указанием сорта и посевных качеств семян.

С поступлением семян на хранение необходим систематический контроль за влажностью, температурой, запахом, возможным появлением вредителей. В процессе семеноводства осуществляют сортовой и семенной контроль сельскохозяйственных растений. Он ведется на уровне государства - государственный сортовой и семенной контроль, и уровне хозяйства - внутривладельческий сортовой и семенной контроль.

Государственный сортовой и семенной контроль обеспечивает Государственная семенная инспекция, которая следит за соблюдением государственных и отраслевых стандартов при производстве, заготовке, обработке, хранении, реализации, транспортировке и использовании семян. Под руководством и при участии специалистов Государственной семенной инспекции проводится апробация и полевые обследования сортовых посевов, испытания семян в лабораторных условиях.

По результатам исследований на каждую партию семян выписывают соответствующие документы. На территории РФ в качестве документов на партию семян действуют сертификаты: сертификат сортовой идентификации и сертификат на посевные качества.

Система семеноводства сельскохозяйственных растений представляет совокупность функционально взаимосвязанных физических и юридических лиц, осуществляющих деятельность по производству оригинальных, элитных (семян элиты) и репродукционных семян. Развитая система семеноводства представляет высокоэффективный механизм, обеспечивающий потребность в высококачественных семенах, соблюдение прав потребителей и патентообладателей (правообладателей) на сорта растений, определяя оптимальное функционирование рынка семян.

Наиболее эффективным является производство семян на промышленной основе, при соответствующей специализации и концентрации. Развитие рыночной инфраструктуры, приватизация, многообразие форм собственности изменили систему семеноводства. Основными субъектами, действующими на этом рынке, являются акционерные общества, предприятия системы заготовок, элеваторы, дилерские и брокерские конторы, торгово-сбытовые и посреднические фирмы, организованные на принципах кооперативной, частной и долевой форм собственности.

Независимо от их организационно-правовых форм, получение семян высокого качества зависит от уровня внутрихозяйственного семеноводства. Поэтому, при разработке системы земледелия обязательно учитывается специфика производства семян.

Организация внутрихозяйственного семеноводства предусматривает создание специализированного подразделения по производству качественного семеноводческого материала, планирование производства, выбор сортов, выделение семеноводческого севооборота, учет особенностей технологии возделывания культур на семена, сортовой и семенной контроль, хранение, реализацию, подготовку семян к посеву,

организационно-экономическое обеспечение деятельности.

При планировании семеноводства учитывают источники поступления семян, порядок сортосмены и сортообновления, структуру посевных площадей, выход кондиционных семян, норму высева, объемы основных, страховых и переходящих фондов семян.

Разработка звеньев системы земледелия в оптимальном варианте с целью максимального производства товарной продукции не всегда подходит для семеноводства. Это касается структуры посевных площадей, которая в семеноводческих хозяйствах определяется спецификой севооборотов, также состава и эксплуатации машинно- тракторного парка.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели имеют право заниматься производством семян элиты сельскохозяйственных растений при наличии лицензии на право осуществления этой деятельности (Постановление правительства РФ от 13 июня 2002 г. №415).

По степени завершенности цикла производства семян юридических лиц и индивидуальных предпринимателей выделяют две группы:

- с законченным циклом, при котором семена производятся, проходят послеуборочную доработку и реализуются с незаконченным циклом, когда семена только производятся, а послеуборочную доработку проводят на специализированных предприятиях, где осуществляется предварительная очистка, сушка, вторичная доработка, сортирование, протравливание семян, хранятся страховые и переходящие фонды семян. Такая схема распространена в семеноводстве зерновых культур, кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника, овощных культур, трав.

В некоторых случаях проводят межхозяйственную кооперацию в семеноводстве. В такую систему организации семеноводства на внутрихозяйственном уровне входят фермерские хозяйства, которым экономически невыгодно создавать собственную материально- техническую базу по послеуборочной обработке семян и хранению.

Для крупных предприятий с организованным внутрихозяйственным семеноводством целесообразнее размножить полученные семена элиты и I репродукции для обеспечения собственной потребности в сортовых семенах. Эта модель организации внутрихозяйственного семеноводства предпочтительна для зерносеющих регионов. Форма организации семеноводства сельскохозяйственных растений совершенствуется с учетом многоукладности сельскохозяйственного производства в рыночных условиях.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели будут длительное время заниматься семеноводством на собственной базе без внутрихозяйственной специализации производства семян. Этому способствуют недостаточная интенсивность процессов специализации и концентрации в семеноводстве, а также естественное изменение экономических взаимоотношений в условиях рыночной экономики.

На первых этапах хозяйствам при наличии определенной материально-технической базы будет выгоднее производить семена по законченному циклу. По мере обострения конкуренции между производителями семян их цена будет приближаться к потребительной стоимости, в результате чего количество таких хозяйств будет уменьшаться.

Перечисленные категории хозяйств - это первичные структуры при разных формах организации семеноводства. Ассоциации, союзы, селекционно-семеноводческие фирмы, не производящие семена, относятся уже ко вторичным структурам организации семеноводства.

Семеноводство решает две основные задачи: сортомену и сортообновление. При плановом внедрении новых сортов в производство сортообновления быть не должно.

Создание нового сорта происходит за период, в течение которого ухудшение сортовых качеств и урожайных свойств старого сорта достигает экономической значимости. Однако на практике постоянная сортомена (через 4-5 лет) пока невозможна по нескольким причинам.

Во-первых, трудно при современном уровне развития селекции обеспечить необходимую периодичность в создании новых сортов. Во-вторых, успехи селекции скачкообразны, сорта при этом находятся в производстве в течение нескольких десятилетий. В-третьих, недостаточно используются потенциальные возможности современных сортов в хозяйствах.

Планирование в семеноводстве зависит от биологических особенностей культуры, уровня развития производственных отношений и производительных сил. Предусматривает расчеты по сортомене, получению семян в хозяйстве, районе, области и производству семян элиты. Поэтому процесс планирования семеноводства делят на три этапа.

Предполагаемая последовательность обусловлена тем, что сортомена играет ведущую роль в семеноводстве, дальнейшие расчеты по производству семян позволяют спланировать план-заказ на семена элиты и объем работ в первичных звеньях семеноводства.

В системе мероприятий по переводу семеноводства на промышленную основу важнейшее место принадлежит сортосмене, т.е. введению новых сортов в производство в течение 3-4 лет по классической схеме: участок размножения - семенные посевы - товарные посевы.

При выборе сорта для возделывания в хозяйстве учитывают многие факторы. Прежде всего необходим дифференцированный подход к выбору сорта для конкретного места выращивания. Условия возделывания различных культур в одной и той же почвенноклиматической зоне разнообразны (область, район, хозяйство), при этом существует колебание урожайности. Если сорт обладает высоким потенциалом продуктивности, то он предъявляет повышенные требования к условиям возделывания.

Сорт с меньшим потенциалом урожайности невыгодно использовать в хороших условиях и наоборот. Современные сорта интенсивного типа в производственных условиях часто дают урожай меньший, чем старые сорта, которые приспособлены к возделыванию в этих условиях. При выборе сорта учитывают реальные производственные ситуации.

Предприниматели, имеющие лицензию, в течение 2-3 лет выпускают элиту нового сорта, используя повышенный агрофон, пониженные нормы высева, способствующие увеличению коэффициента размножения, видовую и сортовую прополку, другие формы отбора, тщательно соблюдая меры предосторожности во избежание механического засорения при посеве, уборке, транспортировке семенного зерна, его послеуборочной обработке и хранении.

Уменьшение нормы высева для семенных посевов озимой пшеницы с 4,0-4,5 до 2,5 млн. шт./га не снижает урожайность, но при этом коэффициент размножения повышается в 2,5 раза. Дальнейшее сокращение нормы высева осложняет борьбу с сорняками. Применение современных высокоэффективных гербицидов позволяет успешно решать эту проблему. При норме высева семян 1 млн. шт./га наблюдается снижение урожая, но коэффициент размножения возрастает.

В процессе репродуцирования сорта происходит ухудшение его свойств, которое не носит линейный характер и зависит от механического, биологического засорения (переопыление или спонтанная гибридизация, появление естественных мутаций), расщепления и увеличения уровня заболеваемости.

У различных полевых культур причины, приводящие к снижению качества сорта, неодинаковы.

У зерновых культур главная причина потери сортовых достоинств - механическое засорение и увеличение уровня заболеваемости.

У перекрестноопыляющихся культур во избежание переопыления соблюдают пространственную изоляцию.

У картофеля опасность исходит от вирусных и бактериальных болезней, при этом у него установлена линейная зависимость снижения урожайности от числа лет репродуцирования.

Поэтому возникает необходимость обновления семян распространенных в производстве сортов - сортообновление.

Оптимальный уровень факторов для получения наивысшего урожая не учитывается в системе производства семян высокого качества.

Поэтому при составлении системы земледелия с семеноводческой спецификой учитывают факторы и условия формирования биологического потенциала качества семян.



Рис. 97. Факторы, модифицирующие условия формирования биологического потенциала качества семян

Основной метод сортового контроля - полевая апробация (от латинского *approbatio* - одобрение, утверждение), при которой, кроме сортовой чистоты и типичности, определяют засоренность посевов трудноотделимыми культурными и сорными растениями, устанавливают наличие карантинных, злостных и ядовитых сорняков, степень поражения посевов болезнями и повреждения вредителями, контролируют соблюдение семеноводческой агротехники и ведение сортовой документации.

Апробацию проводят на сортовых посевах. При выращивании

семян гибридов первого поколения разных типов для товарного использования на участках гибридизации проводят полевые обследования.

Все остальные сортовые посевы, в том числе и товарные посевы гибридов первого поколения (кукурузы, сорго, подсолнечника), регистрируют. План апробации составляют ежегодно с учетом обеспечения хозяйств семенными, страховыми и переходящими фондами семян, заготовок в федеральные и региональные семенные фонды. Апробацию проводят государственные семенные инспектора и аккредитованные физические лица, прошедшие специальную подготовку.

Полевую апробацию проводят в соответствии с Инструкцией по апробации сортовых посевов в следующем порядке: подготовка к проведению апробации, отбор и анализ снопов (образцов), составление сортовой документации.

Перед апробацией проверяют документацию на высеянные семена и осматривают сортовые посевы на корню. При этом оценивают состояние посевов, визуально определяют урожайность, устанавливают степень засоренности, соблюдение норм пространственной изоляции для перекрестноопыляющихся культур.

Норма пространственной изоляции зависит от биологии культуры, методов создания сортов и гибридов. Так, у гречихи она составляет 200 м, у подсолнечника 1000 м с преградой и 3000 м без преграды, а на участках размножения родительских форм гибридов 5000 м, на участках гибридизации той же культуры 3000 м, у кукурузы разных типов посевов от 300 до 500 м, у многолетних злаковых трав 400 м, у многолетних бобовых трав 200 м, у свеклы при возможных комбинациях размещения семенников различных форм от 1 до 10 км.

Один из главных показателей посевов - сортовая чистота или типичность. Для элитных посевов установлены более высокие нормы сортовой чистоты: для посевов пшеницы мягкой, полбы, овса, ячменя и гороха - не менее 99,7%, риса, проса, чечевицы, фасоли, маша, чины и нута - 99,8%, тритикале - 99,5%.

Для посевов установлен допустимый процент поражения болезнями, которые распространяются через семена. Посевы пшеницы, полбы I и последующих репродукций непригодны для семенных целей, если пораженность пыльной головней (по стеблям) превышает 0,5%, твердой головней 0,3%, ячменя - при пораженности пыльной головней более 0,5% и твердой головней более 0,5%, овса - пыльной и покрытой головней (по стеблям) в сумме более 0,5, проса - пыльной головней

выше 3%.

Не допускаются к посеву семена элиты пшеницы, полбы и ячменя, пораженные пыльной и твердой головней, овса - пыльной и покрытой головней, проса, пораженные пыльной головней более 1%.

Учитывают повреждения вредителями. В сортовых посевах нормируют примеси трудноотделимых культурных растений и трудноотделимых сорняков (т.е. семена которых не удастся отделить от семян апробируемой культуры, так как размеры их совпадают).



Рис. 98. Предупредительные меры обеспечения высокой сортовой чистоты

У зерновых культур не допускаются примеси трудноотделимых культурных растений более 3% и трудноотделимых сорняков более 3%.

К трудноотделимым сорнякам в посевах пшеницы относят софору лисохвостую и толстоплодную, головчатку сирийскую, синеглазку и гречиху татарскую; овса - овсюг, овес щетинистый и триходесму седую; ячменя - овсюг, софору толстоплодную, синеглазку, дикую редьку и триходесму седую; проса - щетинник сизый, тысячеголов, гумай, просо рисовое и крупноплодное, синеглазку, горчак ползучий, гелиотроп опушенноплодный, просо куриное, вьюнок полевой и вязель разноцветный; тритикале - овсюг, софору лисохвостую, головчатку сирийскую и гречиху татарскую.

По результатам апробации подводят итоги, уточняют планы

сортообновления и разрабатывают мероприятия по улучшению семеноводства. При выращивании семян предусматривают предупредительные меры обеспечения высокой сортовой чистоты.

Кроме предупредительных мер обеспечения высокой сортовой чистоты, необходимы профилактические меры.

В хозяйствах с законченным циклом производства семян послеуборочная обработка сосредоточена на нуждах семеноводства и зависит от числа культур и репродукционного состава.

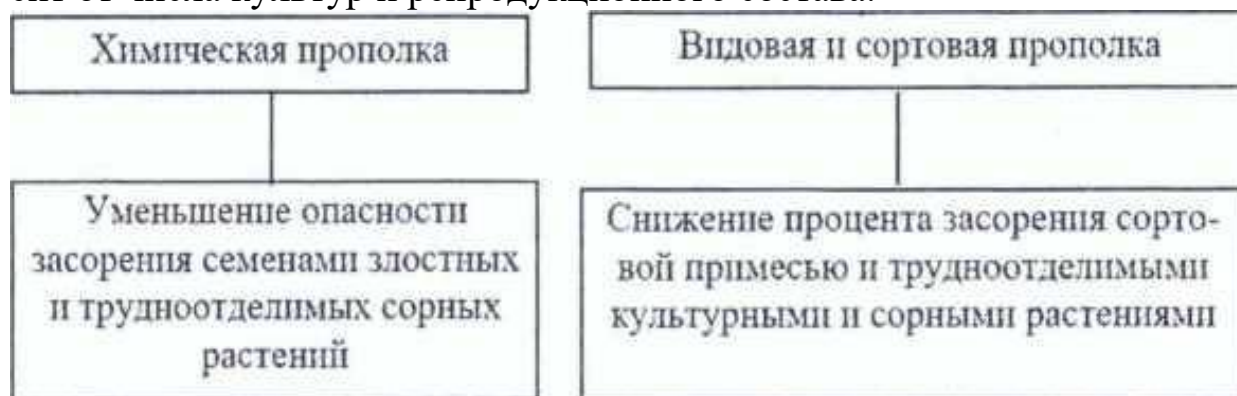


Рис. 99. Профилактические меры обеспечения высокой сортовой чистоты

В крупных хозяйствах со специализацией производства семян в семеноводческих подразделениях необходимо иметь как минимум две материально-технические базы по послеуборочной обработке, одна из них по обработке семенного зерна с законченным циклом. В хозяйствах без внутрихозяйственной специализации производства семян материально-техническая база по послеуборочной обработке может развиваться по смешанному типу.

Внутрихозяйственный контроль проводят в уборку, во время поступления на ток и в период послеуборочной обработки семенного зерна и при хранении. Государство в лице Министерства сельского хозяйства, Государственной семенной инспекции, Государственной комиссии по сортоиспытанию и охране селекционных достижений выступает гарантом качества семян.

При разработке технологической части системы земледелия в хозяйствах с семеноводческой специализацией конечной целью является получение высокого урожая семян с наилучшими посевными качествами. Поэтому развитие внутрихозяйственного семеноводства сопровождается сортовым и семенным контролем.

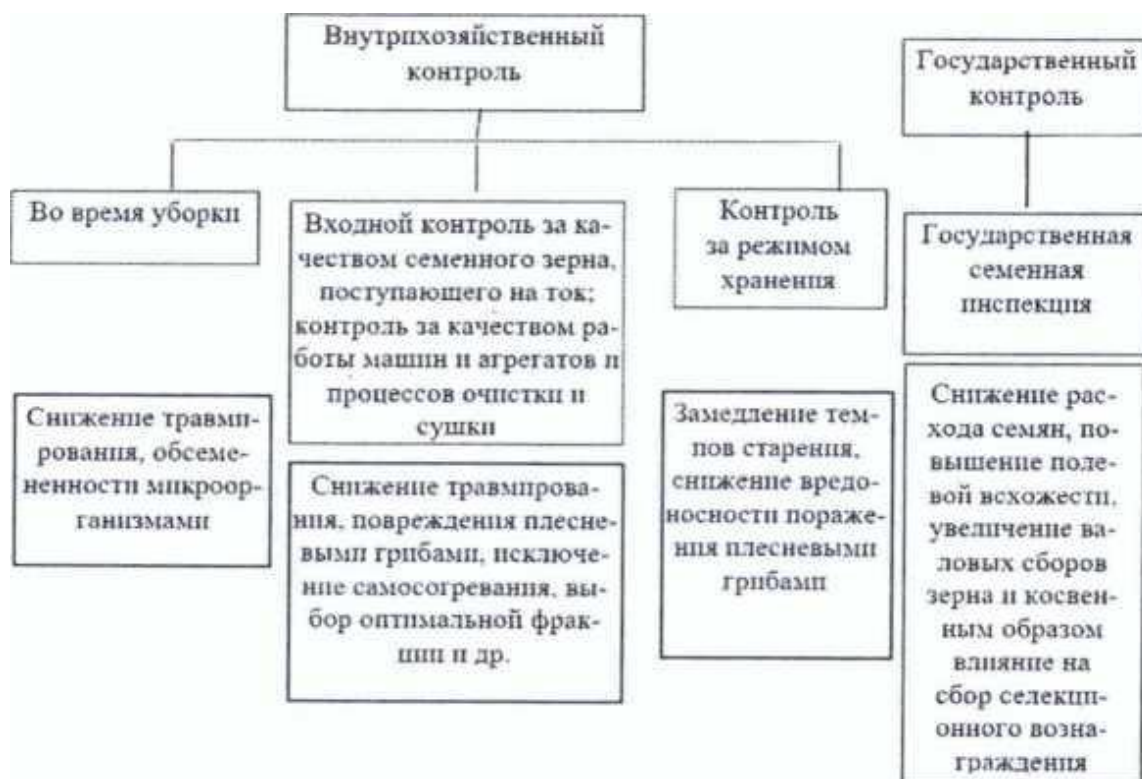


Рис. 100. Виды контроля за качеством семян

Контроль за соблюдением технологических требований производства семян, полевую апробацию, отбор проб для анализа осуществляет агрономическая служба хозяйства совместно со специалистами Государственной семенной инспекции.

Контрольные вопросы

1. Виды селекционных питомников и их назначение.
2. Виды сортоиспытаний, их назначение и способы проведения.
3. Основные приемы ускорения селекционного процесса
4. Отличия массового и индивидуального отбора
5. Как классифицируются методы оценки селекционного материала?
6. Можно ли определить зимостойкость растения лабораторным методом? Описать метод.
7. Какой показатель можно достоверно определить только полевым методом?

Глава 33. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗВЕНЬЕВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Исходный документ для проектирования систем земледелия - почвенно-ландшафтная карта масштаба 1:10000. Она отражает микроструктуру почвенного покрова, геоморфологические, литологические, гидрогеологические и микроклиматические условия в виде совокупностей элементарных ареалов агроландшафта в пределах агроэкологических групп земель. Служит основой для агроэкологической оценки земель в соответствии с принятой методологией их типизации.

Размеры участков, отвечающих агроэкологическим типам земель, зависят от адаптивного потенциала возделываемых растений и производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя, способного изменить агроэкологические условия с помощью мелиоративных и других мероприятий.

По площади типы земель соответствуют полям севооборотов или производственным участкам.

Процедура формирования типа земель из ЭАА учитывает наряду с уровнем интенсификации предотвращение процессов деградации и загрязнения ландшафтов. Выделяются ЭАА, являющиеся очагами деградации ландшафтов: эрозии, дефляции, заболачивания, засоления. На них налагаются соответствующие ограничения по использованию.

В пределах агроэкологических групп земель с учетом структурно-функциональной иерархии агроландшафтов решаются задачи противоэрозионной организации территории, мелиорации, лесовосстановления, экологических ограничений, применительно к агроэкологическим типам земель формируются звенья систем земледелия. Применительно к задачам почвенно-ландшафтного картографирования геоинформационная система (ГИС) представляет программно-аппаратный комплекс, основой которого являются цифровые карты с привязанными к ним базами данных.

ГИС состоит из 2 больших блоков: электронные карты с базами данных и средства обеспечения функционирования ГИС. Последние разделяют на аппаратные (компьютеры, локальные сети, мониторы, принтеры, плоттеры, сканеры, GPS-системы), программные (программы для построения ГИС - MapInfo, ArcView, ArcInfo, Ergas Imaging) и человеческие (операторы, создающие и поддерживающие ГИС).

Применение ГИС для агроэкологической оценки земель позволяет перевести на новую качественную основу решение сложной проблемы, особенно при проектировании интенсивных систем земледелия и агротехнологий, не говоря о высоких агротехнологиях и адаптивно-ландшафтных системах земледелия высокой точности. Создание землеоценочной основы для точных систем земледелия практически невозможно без ГИС-технологий.

Важнейшие достоинства ГИС:

- легкость обработки больших объемов информации (ГИС представляет возможности по комбинации, сортировке, выборке данных; легко рассчитываются площади и параметры контуров);
- большая наглядность представления информации, достигаемая созданием большого числа тематических карт;
- возможность автоматизации процесса создания карт;
- легкость внесения изменений, возможность создания систем автоматического внесения изменений в базу данных;
- возможность использования информации, поступающей от средств дистанционного зондирования Земли (авиационных и космических);
- большая точность карт, особенно при использовании систем глобального позиционирования (GPS);
- возможность создания диалоговых справочноконсультативных систем;
- удобство хранения, копирования, воспроизводства информации на любых носителях, более высокая надежность хранения информации.

Использование ГИС-технологий при почвенно-ландшафтном картографировании связано с оцифровкой картографического материала. Используется несколько методик оцифровки в зависимости от имеющегося оборудования, программного обеспечения и квалификации персонала. Позицией является сканирование топографической основы и присвоение координат получившемуся растровому изображению. Выбор координатной системы зависит от топографической основы. Если на основе имеется координатная сетка, проектирование ведут в координатной системе топографической основы, при использовании GPS-систем применяют значения, полученные с помощью GPS-приемников. Одновременно сканируется и регистрируется план внутрихозяйственного землеустройства.

Далее создается электронная геоморфологическая карта.

Существует несколько вариантов ее создания: оцифровка топографической основы с получением трехмерной цифровой карты рельефа, либо оцифровка предварительно изготовленной вручную на бумажной топографической основе карты форм и элементов рельефа.

Первый вариант более точен и нагляден, в перспективе открывает возможности по автоматическому проектированию, однако он более трудоемок и предъявляет высокие требования к программно-аппаратному обеспечению и квалификации персонала.

Второй вариант менее точен, но проще в исполнении. Оцифровка бумажного оригинала осуществляется также двумя способами: ручной отрисовкой контуров на зарегистрированной топографической основе или зарегистрированной отсканированной карте; автоматически с применением векторизаторов, оцифровывающих отсканированную с кальки сетку контуров.

Одновременно с картой форм и элементов рельефа оцифровывается полученная в результате проведенного картирования почвенная карта, а на базе плана внутрихозяйственного землеустройства создаются электронные карты существующих полей севооборота, границ хозяйства, посторонних землепользователей, дорог, лесополос, гидрографической сети и водоемов, сенокосов и пастбищ, производственных площадей.

Результаты этой работы представляются в виде комплекса электронных карт:

- мезорельефа (с показом мезоформ рельефа, форм склонов);
- крутизны склонов;
- экспозиции склонов (теплые, холодные, нейтральные);
- микрорельефа (с показом контуров с преобладанием тех или иных форм микрорельефа, имеющих агрономическое значение);
- микроклимата;
- уровня грунтовых вод, их минерализации и состава;
- почвообразующих и подстилающих пород;
- микроструктур почвенного покрова;
- содержания гумуса в почве;
- обеспеченности подвижными формами элементов минерального питания растений и микроэлементами;
- значения рН почв;
- физических свойств почв;
- загрязнения тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами;

- эродированности почв, подверженности эрозии и другим видам физической деградации (оползней, селей);
- переувлажнения и заболоченности почв, в том числе вторичного гидроморфизма, подтопления;
- засоленности почв (типов и степени засоления);
- солонцеватости почв;
- растительного покрова с оценкой состояния естественных кормовых угодий;
- лесной растительности с оценкой состояния природных лесов и лесных насаждений;
- распределения полезных видов животных, птиц, полезных энтомофагов, оценкой их территориального влияния;
- фитосанитарного состояния посевов.

Количество электронных тематических карт-слоев зависит от сложности ландшафтно-экологических условий и уровня интенсификации производства.

Электронная карта имеет базу данных, содержащую соответствующую тематике карты информацию по каждому контуру. Например, база данных электронной карты микроструктур почвенного покрова содержит информацию: номер контура; индекс почвенной комбинации; полное название почвенной комбинации; соотношение почв в СПП, степень сложности и контрастности, положение в геохимическом ландшафте, геохимические барьеры, агроэкологические параметры почв.

Все электронные карты имеют единую систему координат, привязанную к отсканированной топографической основе масштаба 1:10000.

Путем взаимного наложения тематических электронных карт-слоев формируется комплексная карта агроэкологических групп и видов земель, то есть элементарных ареалов агроландшафта.

Сначала выделяют группы земель по условиям рельефа, накладывая на почвенную карту распределения склонов по уклонам; затем накладывают карты переувлажненных и солонцовых земель, выделяя группы по степени переувлажнения и степени развития солонцового процесса. Аналогично выделяют группы засоленных, литогенных и других земель. Далее, используя карты эродированных, переувлажненных, солонцеватых земель, карты распределения склонов по формам и экспозициям, карту развития форм микрорельефа, внутри агроэкологи-

ческой группы выделяют виды земель. К отрисованной карте агроэкологических групп и видов земель привязывается база данных.

Карта сопровождается пояснительной запиской, в которой помимо разъяснительных комментариев, дается анализ современного использования земель и экологических последствий.

При этом внимание уделяется идентификации очагов деградации: оврагообразования, депрессии пастбищ, различных проявлений вторичного гидроморфизма и засоления почв, оползней, карстов, селей, загрязнения токсичными веществами, отходами производства и быта, промышленного нарушения почвенного покрова.

Дается оценка состояния гидрографической сети, хозяйственных водоемов, заиления рек и озер, загрязнения поверхностных и грунтовых вод, характеристика поверхностного и грунтового стока. Эта оценка сопровождается анализом причин деградации и загрязнения ландшафтов, влияния хозяйственного использования земель на состояние водных источников.

Указываются источники загрязнения земель и вод. Анализируют влияние осушительных и оросительных мелиораций на состояние мелиорируемых земель и смежных ландшафтов. Дается характеристика лесистости, состояния лесных насаждений, их влияния на посевы с точки зрения микроклимата, фитосанитарных условий, урожайности в связи с различным их состоянием.

Дается анализ состояния естественных кормовых угодий в связи с их использованием. Характеризуются переложные, залежные участки земель, выявляется состояние водоохраных зон, прибрежных полос.

Карта агроэкологических групп и видов земель с базой данных и пояснительной запиской является основным заключительным документом изыскательских работ. В ней содержится необходимая информация для принятия проектных решений по размещению сельскохозяйственных культур, дифференциации технологий возделывания при различных уровнях интенсификации производства, оптимальной организации территории с учетом ландшафтных связей, то есть формирования систем земледелия. Эта информация необходима и достаточна для проектирования животноводства, решения социальноэкологических задач, то есть для разработки проекта внутрихозяйственного землеустройства (проекта сельскохозяйственного производства).

Применение ГИС-технологий для агроэкологической оценки зе-

мель и почвенно-ландшафтного картографирования требует соответствующего базового и аппаратного обеспечения.

Из существующего разнообразия программного обеспечения ГИС выделяются два пакета, имеющие распространение как в России, так и в мире. Это пакеты ArcInfo (его облегченная версия ArcView) и MapInfo.

В настоящее время представляется предпочтительным использование программы MapInfo, отличающейся большими возможностями по созданию ГИС, невысокой стоимостью, русификацией, совместимостью с другими программами ГИС и всеми распространенными версиями операционной системы Windows, поддержкой и выходом новых версий. В России MapInfo стала стандартом «де-факто» в области создания ГИС. Кроме программы ГИС, необходима соответствующая операционная система (MS Windows 2000/XP Pro или другими), офисный пакет (MS Office), графический редактор (Adobe Photoshop), программа для записи дисков и антивирус. Облегчают работу по оцифровке карт программы-векторизаторы (Easy Trace).

Контрольные вопросы

1. Комплексы противоэрозионных мероприятий в лесной, лесостепной и степной зонах и их место в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.
2. Модели водной и ветровой эрозии почв и их использование при проектировании противоэрозионных мероприятий.
3. Ландшафтное планирование в сельском хозяйстве. Особенности проектирования АЛСЗ на плакорных землях.
4. Проектирование севооборотов в соответствии с АЛСЗ.
5. Специфические особенности проектирования АЛСЗ на дефляционно-опасных землях.
6. Проектирование АЛСЗ на переувлажненных землях.
7. Особенности проектирования землепользования на сельскохозяйственных территориях, загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами.
8. Определение эколого-экономической эффективности адаптивно-ландшафтных систем земледелия и землепользования.
9. Опыт проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и землепользования.

Глава 34. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ОПТИМИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ ЗВЕНЬЕВ

I Группа. *Плакорные земли* - дренированные равнины с преобладающими автоморфными почвами (85-100%). Включают слабоволнистые и выпуклые водоразделы, слабо расчлененные слабоврезанной (до 10 м) ложбиной сетью с коэффициентом расчленения менее 0,5 км/км² и примыкающие короткие пологие склоны холодных экспозиций с комбинациями несмытых и слабосмытых почв. Используются в системе зернопаропропашных севооборотов.

Разнообразие плакорных земель представлено агроэкологическими типами, характеризующимися неконтрастными почвенными комбинациями и различными условиями микрорельефа.

Земли представлены плоскими и слабоволнистыми водораздельными территориями, короткими нерасчлененными северными склонами с уклоном 1-3° и почвами на лессовидных тяжелых суглинках и глинах. Земли данного типа (1,0/1(1)) пригодны для возделывания наиболее требовательных культур с использованием интенсивных и высокоинтенсивных агротехнологий.

Типы земель с развитым микрорельефом непригодны для высокоинтенсивных и интенсивных технологий в связи с неоднородностью развития культур и вероятностью вымокания озимых.

Агрокомплекс по использованию плакорных земель (базовый). Преобладающие типы земель этой группы не имеют ограничений на использование. Используются во всех типах севооборотов с максимально возможным насыщением пропашными культурами.

Доля этих культур с чистым паром достигает 50% площади севооборота. Однако с усилением интенсификации использования этих земель необходимо применение органических удобрений, оставление соломы, применение пожнивных посевов.

Учитывая благоприятные физические свойства этих почв и условия поверхностного стока возможно сокращение частоты и глубины обработки почвы вплоть до нулевой обработки под зерновые культуры при условии обеспечения чистоты посевов от сорняков и соответствующего регулирования минерального питания растений. В связи с проявлением засушливости климата применяют влагонакопительные мероприятия, особенно в задержании снега на полях.

II группа *Эрозионно-автоморфные слаборасчлененные земли (слабоэрозионные)*. На территории хозяйства представлены теплыми склонами 1-3° и холодными склонами 3-5° с различной степенью расчленения ложбинной сетью. Почвенный покров представлен комбинациями несмытых, слабосмытых и среднесмытых почв.

Помимо преобладающих слабоэрозионных типов земель, представленных комбинациями смытых (в основном слабосмытых) почв на склонах 1-3°, а также почвами на холодных склонах 3-5°, в данную группу входят также эрозионно-аккумулятивные чипы.

Использование эрозионных земель в пашне допустимо при обеспечении защиты их от водной эрозии. С усложнением ландшафта усложняется комплекс противоэрозионных мероприятий. Особенность - пониженная влагообеспеченность агроценозов вследствие усиленного поверхностного стока, развитие водной эрозии на пашне.

Агрокомплекс по использованию слабоэрозионных земель. В системе использования данных земель ограничивается доля чистого пара, подсолнечника, увеличивается доля зерновых культур, расширение посевов многолетних трав, введение пожнивных посевов, почвозащитных элементов обработки почвы с сохранением пожнивных остатков под зерновые культуры и однолетние травы, применение щелевания, почвоуглубления, агротехнических мероприятий по регулированию поверхностного стока (лункование, бороздование), проведение снегозадержания, посев поперек склона.

Посев и междурядную обработку пропашных культур проводят поперек склона с применением направляющих щелей. На длинных склонах практикуют полосное размещение культур и чистого пара. Эрозионно-опасные ложбины стока залужают. На участках средне- и сильноэрозионных земель противоэрозионные мероприятия усиливаются вплоть до залужения и облесения.

В предотвращении эрозионных процессов играет противоэрозионная организация территории. При проектировании полей и производственных участков в пределах водосборного бассейна принимаются во внимание особенности формирования поверхностного и грунтового стока на различных элементах ландшафта, учитываются особенности влияния на гидрологический режим участка соседних полей и участков, расположенных выше по рельефу. С учетом бассейнового стока проектируются водорегулирующие лесные полосы, а также приовражные и прибалочные. Эффективность последних зависит от сдерживающего влияния первых.

В случае повышенной ложбинности или «гофрированности» поверхности почвы исключается применение интенсивных технологий возделывания зерновых культур. Наряду с неконтрастными типами земель, присущими данной агроэкологической группе, в ее пределах присутствуют сложные и контрастные компоненты (до 10-15 %), представленные эрозионно-аккумулятивными типами земель.

Участки, представленные контрастными типами земель, отличаются от фоновых по агроэкологическим условиям и требуют индивидуального подхода к использованию и природоохранных мер, особенно когда они являются очагами деградации почв или служат убежищем для диких животных, гнездовой птиц, полезной энтомофауны.

В качестве природоохранных мер проводится залужение ложбин, восстановление колков, создание энтомологических микрозаказников для энтомофагов, опылителей. Если площадь, занимаемая контрастным типом земель в пределах севооборотного поля велика, проектируется производственный участок, отличающийся технологическими особенностями возделывания культуры. Участки слабоэрозионных земель, расположенные на склонах теплых экспозиций, используются для выращивания требовательных к теплообеспеченности культур, таких, как кукуруза на зерно.

III группа Эрозионно-автоморфные среднерасчлененные (среднеэрозионные) земли. Эрозионные ландшафты с горизонтальным расчленением 0,5-1,0 км/км², представлены комбинациями почв различной степени смывости на теплых склонах крутизной 3-5° и холодных склонах 5-7°. Эти земли при современном использовании подвергаются активному воздействию эрозионных процессов, которые характеризуются величинами смыва почвы 5-16 т/га в год и более. Эффективное и экологически безопасное земледелие на этих землях возможно в специальной противоэрозионной системе.

Агрокомплекс по использованию среднеэрозионных земель. В структуре пашни исключают чистый пар и ограничивают возделывание пропашных культур. При низком уровне интенсификации практикуются зернотравяные севообороты. Размещение полевых севооборотов проектируют в рациональном пространственном сочетании с лугопастбищными угодьями.

Повышение интенсивности использования земель в пашне возможно при контурно-полосной организации территории, то есть при

прямолинейно-контурном размещении продольных границ производственных участков, дополнительном полосном размещении культур, усилении мер по регулированию поверхностного стока системой водорегулирующих лесных полос, а также приво- овражных и прибалочных. При необходимости дальнейшего повышения интенсификации земледелия применяют гидротехнические сооружения - валов, водоотводящих канав, террас.

При современных ограниченных возможностях интенсификации земледелия на первый план выходит освоение почвозащитных систем обработки почвы с сохранением на поверхности пожнивных остатков. Важным приемом является позднеосеннее щелевание посевов озимых культур, многолетних трав и зяби поперек склона лентами через 6-8 м.

Важную роль на эрозионных землях играет снегозадержание. На посевах озимых и ранней зяби оно осуществляется с помощью кулис из высокостебельных растений, высеваемых поперек склона через 20-22 м; на посевах озимых и многолетних трав - специальными снегопахами, на зяби - поделкой уплотненных снежных валов снегопахами-валкообразователями поперек склона через 10-15 м.

Площадь данных земель невелика, поэтому рациональным способом использования является залужение многолетними травами, за исключением небольших участков по краям полей, которые обрабатываются в агрокомплексе по использованию слабоэрозионных земель.

IV группа Сильноэрозионные земли. Эрозионные ландшафты с горизонтальным расчленением 1,0-1,5 км/км², представленные комбинациями почв различной степени смытости на теплых склонах крутизной 5-7° и холодных склонах 7-10°.

При современном использовании этих земель в пашне интенсивность смыва почвы составляет 15-20 т/га в год и более. Вовлеченность сильноэрозионных земель в активный оборот в традиционных системах земледелия ни экономически, ни экологически не оправдана.

Агрокомплекс по использованию сильноэрозионных земель. В структуре пашни исключаются чистые пары и пропашные культуры. При необходимости использования в пашне практикуются почвозащитные севообороты с преобладанием многолетних трав с комплексом рассмотренных выше противоэрозионных мероприятий.

Интенсивное использование данных земель возможно в системе

контурно-мелиоративной организации территории, при которой обеспечивается близкое к горизонталям расположение границ полей и производственных участков. Проектируется система гидротехнических сооружений и лесомелиоративных мероприятий для задержания и безопасного отвода избыточного стока. Создается единая водорегулирующая сеть линейных рубежей, увязанных с рельефом местности.

Площадь данных земель в пашне невелика, поэтому рациональным способом их использования является постоянное залужение многолетними травами.

IV группа Овражно-балочные земли. В пашне не используются ввиду неустраиваемых ограничений по рельефу (особенность - сильная расчлененность и неудобная форма контуров, повышенные уклоны, высокая контрастность почвенного покрова). К овражно-балочным землям относится лощинно-балочная сеть. Используются в качестве низкопродуктивных пастбищ, особенно в личном подсобном хозяйстве. Необходима организация выпаса, в некоторых случаях облесение, с целью предупреждения оврагообразования.

IV группа. *Полугидроморфные и гидроморфные- земли депрессий* Представлены переувлажненными почвами, расположенными на днищах плоских депрессий. В настоящее время не используются. Возможно использование в качестве продуктивных сенокосов.

Внедрение современных методов управления продукционным процессом в сельскохозяйственную практику требует оснащения пользователей специальным оборудованием и аппаратно- программным обеспечением. Эффективность агротехнологий зависит от того, как быстро и точно будут измерены те или иные параметры, характеризующие состояние агроценоза. Частота измерений (пространственная и временная) зависит от изменчивости измеряемого показателя. В связи с этим возникает необходимость в разработке специальных технических средств для автоматизированного сбора и анализа информации с привязкой измерений к глобальной системе позиционирования (ГСП). Именно с появлением ГСП открылась возможность для перехода от традиционных технологий к точным, при которой влияют на агроэкосистему с учетом локальной изменчивости почвенного покрова поля.

ГИС используется для определения координат мобильной сельскохозяйственной техники в поле. На территории России функционируют две системы глобального позиционирования: американская NAVSTAR и российская ГЛОНАСС. Они позволяют неограниченному

числу объектов, имеющих приемную аппаратуру, в режиме реального времени и с высокой точностью определять местоположение, скорость движения в любой точке планеты. Распространение в точном земледелии (ТЗ) получила приемная аппаратура американской системы, в связи с налаженным производством и полностью развернутой группировкой космических аппаратов. Наша система пока не имеет достаточного количества спутников на орбите, поэтому не может обеспечить хорошей точности. Однако сейчас идет модернизация системы ГЛОНАСС.

Задача определения координат мобильной сельскохозяйственной техники является главной по двум причинам. Во-первых, таким образом решается задача дифференциации управления в пределах поля, и участки неоднородности четко идентифицируются. Вторая причина заключается в том, что размеры управляющих воздействий, например, внесения удобрений, высева семян, обработки средствами защиты растений варьируются с учетом выявленной неоднородности по заданной технологической карте в режиме «*on-line*».

Навигационная система, устанавливаемая на сельскохозяйственной технике, включает GPS-приемник и бортовой компьютер с программным обеспечением. Этот комплекс ведет запись текущих координат для агрегата, высоты и других параметров с заданными интервалами времени. Запись навигационных данных производится в известных форматах ESRI Shapefile и Mapinfo, что позволяет их импортировать в геоинформационные системы для дальнейшей обработки и производства агротехнических расчетов.

Для обработки информации, получаемой с помощью информационно-измерительных систем, используют стационарный и бортовой компьютеры. Стационарный компьютер выполняет функции:

- ведение атрибутивной и пространственной базы данных с использованием геоинформационных систем (ГИС);
- ведение базы декларативных и процедурных знаний;
- обработку знаний и данных и формирование программы реализации информационной технологии точного земледелия.

Бортовой компьютер выполняет следующие функции:

- фиксацию координат агрегатов (мобильных комплексов) в любой момент времени путем приема сигналов от ГСП и других датчиков в процессе движения и осуществление навигации в заданную точку;
- автоматическое создание электронных карт обследованных

- полей с разбивкой их на элементарные участки заданных размеров;
- обеспечение накопления и первичной обработки данных полевых измерений с использованием ГИС-технологий и экспорт этой первичной информации в стационарный компьютер;
 - формирование управляющих сигналов для дифференцированного исполнения тех или иных агротехнических операций и обеспечение соответствующего их контроля на основе выработанной стационарным компьютером программы реализации технологии.

Для осуществления перехода от технологий, базирующихся на усредненных показателях параметров плодородия поля и состоянии посевов, к избирательному воздействию на систему «почва растение» необходимо, чтобы рабочие органы обрабатывающих орудий и сельскохозяйственных машин управлялись бортовыми компьютерами, Автоматизированная система управления рабочими органами должна быть отлажена, чтобы существовала реакция агрегата на изменение показателей: норму высева, дозу внесения удобрений и химических средств защиты растений. От точности и надежности техники зависит успех точного земледелия.

В этой области существуют достижения. Многие страны приступили к выпуску специальной сельскохозяйственной техники для точного земледелия, причем она имеет различную специфику производить работы на всех этапах возделывания сельскохозяйственной культуры - от предпосевной обработки почвы до уборки урожая. Параллельно ведутся исследования по совершенствованию техники и разработке машин и оборудования, отвечающим тенденциям развития информационной технологии.

Ядром реализации информационной технологии ТЗ является система поддержки принятия решений (СППР). С помощью этой системы производитель синтезирует агротехнологию для возделывания данного сорта на конкретном поле с учетом особенностей хозяйства и опыта.

В процессе генерации технологических решений с помощью специально разработанного интерфейса СППР автоматически формируется задание на выполнение конкретной операции в режиме точного земледелия, которое затем загружается в бортовой компьютер сельскохозяйственной техники. В зависимости от режима реализации различают два типа задания:

- карта операции (режим функционирования «*off-line*»);
- карта агротребований на выполнение операции (режим «*on line*»).

Реализация заданной технологической операции в рассмагнриваемом режиме предполагает предварительную компоновку информации в виде электронной карты операции.

Формирование карты операции осуществляется следующим образом. С помощью мобильного комплекса, оснащенного бортовым компьютером с навигационным и геоинформационным, а также соответствующим программным обеспечением создается электронный образ сельскохозяйственного объекта, на котором планируется выполнение заданной технологической операции.

Располагая электронным образом объекта (поля, агроландшафта, с четкими границами в пространстве, представляется возможным осуществить тем или иным способом сбор необходимой атрибутивной информации (проводятся необходимые агрохимические, агрофизические, фитосанитарные обследования) с жесткой привязкой регистрируемых данных к фиксированным участкам их получения внутри поля.

На следующем шаге полученная информация обрабатывается на стационарном компьютере СППР. Для заданной технологической операции производится по определенным алгоритмам (моделям) расчет уровня технологического воздействия для каждого имеющегося в базе данных однородного участка поля, т.е. создается массив информации, где каждому однородному участку внутри поля с фиксированным геометрическим образом устанавливаются в соответствие те или иные уровни технологического воздействия (дозы удобрений и других химических и биологических средств, нормы высева семян), которые должны быть осуществлены при реализации заданной операции в поле. Сформулированный таким образом массив информации и является электронной картой поля по заданной технологической операции, которая записывается на мобильный технический носитель, например, чип-карту.

На этапе реализации технологической операции чип-карта вводится в бортовой компьютер, смонтированный на движителе (тракторе). Движитель оснащен навигационным оборудованием и соответствующим агрегатом, который способен автоматически менять по команде уровень технологического воздействия на заданном участке поля в ходе движения. С помощью специализированного программного обеспечения бортовой компьютер производит оперативное определение места нахождения агрегата, а по информации, записанной на чип-карте, определяет уровень технологического воздействия на этом

участке поля с последующей выработкой управляющей команды и обеспечивает синхронный контроль ее выполнения.

Режим «*off-line*» применяется для технологических операций, которые планируются заранее (нормы высева семян, дозы удобрений и гипса). Однако этот режим используется и в оперативных мероприятиях по уходу за посевами. Например, с помощью мобильного радиоуправляемого самолета, смонтированных на нем GPS-приемника и видеокамеры получают информацию о распределении сорняков в пределах заданного поля. Подобная информация позволит оперативно построить электронную карту распределения сорняков по полю, определить дифференцированные дозы тех или иных гербицидов для их подавления, реализовать их внесение в режиме «*off-line*».

Для реализации оперативных решений в точном земледелии нашел практическое применение специальный режим - «*on-line*». Для его реализации в бортовой компьютер вводится карта агротребований для заданной операции.

Карта агротребований для заданной операции - это таблица, которая устанавливает взаимосвязь между сигналом, полученным от датчика, установленного на технике, например, на комбайне или тракторе, и нормой технологического воздействия на поле.

Реализация операции в рассматриваемом режиме предполагает наличие датчика (датчикоВ. определения состояния среды обитания посева и возможности по измеренному сигналу принять решение.

Формирование карты агротребований осуществляется двумя способами. В первом случае СППР по заданной технологической операции и планируемых к применению датчиков выбирает из базы знаний сведения для составления специальной таблицы, где каждому из всех возможных диапазонов измеренного на поле сигнала ставится в соответствие тот или иной, но определенный уровень технологического воздействия. Сформированная информация на стационарном компьютере записывается на технический носитель и является картой агротребований по заданной технологической операции с определенным набором датчиков, который смонтирован на движителе.

На практике используется и второй способ, предполагающий ввод в бортовой компьютер информации, которую содержит карта агротребований. Это связано с тем, что не нашли применения СППР нового типа. Режим ввода управленческой информации в бортовой компьютер удобен при корректировке норм воздействия в полевых условиях. На этапе выполнения технологической операции в режиме

«*online*» с помощью специального программного обеспечения бортовым компьютером синхронно осуществляется оперативное управление датчиками по определению состояния среды обитания, выработка на основе карты агротребований и полученных в ходе движения измерительных сигналов управленческого решения и контроль за его реализацией.

Для реализации технологических операций в режиме «*on-line*» не требуется навигационного оборудования. Наличие GPS-приемников необходимо для рассмотренного выше режима «*off-line*». Наличие навигационного оборудования в режиме «*on-line*» позволяет формировать электронные карты, характеризующие уровни осуществленного технологического воздействия на участках внутри поля. Подобная информация оказывается полезной при анализе результатов и выработке новых решений по заданному полю.

В настоящее время на всех этапах реализации адаптивноландшафтной системы земледелия решения о выполнении технологических операций принимаются в условиях отсутствия достаточной информации о параметрах среды обитания растений, характеристиках состояния посевов в процессе роста и развития растений, данных о предыдущих антропогенных вмешательствах в среду, в том числе, загрязнении агрохимикатами, что важно для принятия правильного технологического решения. Существующие технологии и технические средства формирования информационной базы, обеспечивающие выбор и адаптацию к конкретным условиям, не позволяют выйти на получение урожаев, возможных в реальных полевых условиях.

Успех в решении задачи достигается путем создания физико-технического и программно-аппаратного базиса в системе точного земледелия. Этот базис в виде мобильных систем обеспечивает компьютерное автоматизированное неразрушающее определение комплекса параметров среды обитания и экспресс-определение состояния растений в процессе роста и развития.

Получаемая информация создает базу для последующего статистического анализа по каждому полю и его однородным участкам. При этом различные выводы и количественные зависимости, которые будут получены на основе статистической обработки данных по каждому контуру, будут использованы для обоснования агротехнических операций на этой площади.

Такой подход повысит уровень обоснованности технологических решений, так как статистические зависимости, используемые для

расчетов, к примеру, норм минеральных удобрений, будут объективно отражать процессы, происходящие на конкретном участке, и технологический прием в умелых руках землепользователя будет максимально корректно применен.

Таким образом, представляется возможным организовать автоматический сбор и обработку данных для повышения уровня обоснованности выработки и реализации агротехнологических решений в системе точного земледелия.

Автоматизированный режим комплексной статистической обработки данных, получаемых с помощью современных мобильных систем, выявляет устойчивые количественные связи между различными показателями, характеризующими рост и развитие растений, конечным урожаем и агрометеорологическими условиями на поле.

Выявленные количественные зависимости адресно используются для обоснования выбора агроприемов (подкормок, поливов) в различных агрометеорологических условиях при тех или иных показателях состояния посевов, поэтапного уточнения прогноза урожайности в складывающейся обстановке на сельскохозяйственном поле.

Контрольные вопросы

1. Агроэкологическая оценка гумусового состояния почв.
2. Агроэкологическая оценка поглотительной способности почв.
3. Агроэкологическая оценка кислотно-щелочного состояния почв.
4. Агроэкологическая оценка азотного состояния почв.
5. Агроэкологическая оценка фосфатного состояния почв
6. Агроэкологическая оценка калийного состояния почв
7. Агроэкологическая оценка обеспеченности почв мезоэлементами.
8. Агроэкологическая оценка обеспеченности почв микроэлементами.
9. Агроэкологическая оценка биологической активности почв.

Глава 35. КЛАССИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ УДОБРЕНИЙ

35.1. Классификация удобрений

Удобрения – это вещества, предназначенные для питания растений и повышения плодородия почвы.

Удобрения делят на 4 группы:

1. органические,

2. минеральные,
3. органоминеральные
4. бактериальные.

1. Органические удобрения – органические вещества растительного или животного происхождения (навоз, навозная жижа, торф, птичий помет, компост, хозяйственные отходы, солома, зеленое удобрение, фекалии, биогумус). Элементы питания в них находятся в органической форме и используются растениями после минерализации в течение нескольких лет.

Органические и некоторые известняковые удобрения относят к местным удобрениям, так как хозяйства готовят их своими силами из производственных отходов (навоз, жижа, мусор и др.) или природных ресурсов (торф, известь, известняковые туфы, сапропель, доломит, природная доломитовая мука, мергель, гажга, торфотуф), залегающих на территории хозяйства.

2. Минеральные (искусственные) удобрения – удобрения химического (промышленно-заводского) или ископаемого происхождения, содержащие питательные элементы в минеральной форме.

Питательные элементы – элементы удобрения, необходимые для роста и развития растений, для повышения плодородия почвы.

3. Органоминеральные удобрения – смесь органических и минеральных удобрений, полученная в едином технологическом процессе или путем механического смешивания.

К этой группе относят «Универсал» (основа его чистый низинный торф, N – 7 %, P – 7 %, K – 8 %, MgO – 1,5 %), «Корневую смесь» (основа куриный помет, N – 5 %, P – 3 %, K – 5 %, микроэлементы) и другие. Органоминеральные удобрения интенсивно поступают в настоящее время в розничную торговлю. Их используют в личных подсобных хозяйствах при посадке растений и посеве семян в грунт, для приготовления почвенных смесей.

Можно сказать, что органоминеральные удобрения в хозяйстве путем смешивания торфа с аммиачной водой (ТАУ); торфа с аммиачной водой, фосфоритной мукой и хлористым калием (ТМАУ); торфа с фосфоритной мукой или известью, или золой.

4. Бактериальные удобрения – препараты, содержащие культуру микроорганизмов, фиксирующих атмосферный азот, или минерализу-

ющих органическое вещество почвы и удобрений (азотобактерин, нитрагин почвенный, фосфоробактерин и др.). Бактериальные препараты относят к искусственным удобрениям.

По характеру воздействия на почву и рост растений удобрения делятся на удобрения прямого и косвенного действия.

Удобрения прямого действия используются для питания растений, для создания продуктивности культур (азотные, фосфорные, азотно-фосфорные, борные, азотно-фосфорно-калийные, навоз, компосты и др.).

Удобрения косвенного действия применяются для улучшения свойств почвы или влияющие на мобилизацию находящихся в ней питательных веществ (известняковые, гипс, бактериальные). Деление удобрений на прямое и косвенное действие весьма условно, так как любое удобрение прямого действия одновременно является и косвенным.

Попадая в почву, удобрения могут оказывать, как положительное влияние на свойства почвы и питательный режим растений, так и отрицательное (переизвесткование и зафосфачивание почв, накопление в растениях нитратов, тяжелых металлов и неметаллов, радионуклидов).

Минеральные удобрения – соли, получаемые путем химической или механической обработки минерального сырья (апатитов, фосфоритов, калийных солей, доломитов и др.). Исходным сырьем для удобрений является и атмосферный азот, побочные продукты некоторых химических производств, содержащие элементы питания для растений (газы коксовых печей, шлаки).

Минеральные удобрения по химическому составу подразделяют на простые (одинарные, односторонние, однокомпонентные) и комплексные (многосторонние).

Простые минеральные удобрения содержат только один из основных элементов питания, то есть одно действующее вещество. Однако, это определение условно, т.к. в простых удобрениях, кроме одного из основных элементов питания могут содержаться в качестве примесей сера, магний, кальций и микроэлементы.

Действующее вещество удобрения – основной питательный элемент, содержащийся в соли. Простые минеральные удобрения по действующему веществу делят на виды: азотные, фосфорные, калийные, магниевые, борные, медные, кобальтовые, марганцевые и другие.

Азотные удобрения в зависимости от формы соединения азота подразделяют на 6 групп:

1. Аммонийные – азот в соли представлен катионом аммония (NH_4^+), связанным с кислотным остатком. Представителями этой группы являются: сульфат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), сульфат аммония-натрия ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$), хлористый аммоний (NH_4Cl), углекислый аммоний ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$);

2. Нитратные – азот находится в окисленной форме (NO_3^-) в виде солей азотной кислоты. Это натриевая, кальцевая и магниевая селитры (NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$);

3. Аммонийно-нитратные – азот находится в соли в аммонийной и нитратной формах. Аммонийная (NH_4NO_3) и известково-аммонийная ($\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) селитры;

4. Амидные – азот в удобрении находится в амидной форме (NH_2^+). Карбамид или мочеви́на ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$);

5. Аммиачные – весь азот удобрений находится в виде свободного аммиака (NH_3 безводный или жидкий) или почти весь (аммиачная вода $2\text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$);

6. Аммиакаты и азотные растворы – азот в удобрении представлен смешанными формами (аммонийно-аммиачно-нитратные, аммонийно-аммиачно-амидно - нитратные).

Фосфорные удобрения по растворимости и усвояемости растениями подразделяют на 4 группы:

1. Растворимые в воде – фосфор из этих солей очень хорошо усваивается растениями. Представителями являются суперфосфаты: простой и обогащенный ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4$), двойной ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), аммонизированный ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$);

2. Полурастворимые - нерастворимые в воде, но растворимые в растворе лимоннокислого аммония (цитрата аммония) или в 2 % растворе лимонной кислоты. Это преципитат ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), обесфторенный фосфат ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_3$), термофосфат ($3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2$);

томасшлак ($4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_3$), фосфатшлак ($4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_3$), плавлений фосфат магния ($2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{MgSiO}_3$). Фосфорная кислота или усвояемый фосфор (сумма водорастворимого

и цитратнорастворимого P_2O_5) из этих соединений хорошо усваивается растениями;

3. Труднорастворимые – фосфаты, нерастворимые в воде и слабых кислотах, но растворимые в сильных кислотах (HCl , HNO_3). Представителем этой группы является фосфоритная мука ($Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3 + CaF_2$). Фосфор из фосфоритной муки хорошо усваивают только люпин, горчица и гречиха. Остальные сельскохозяйственные растения усваивают фосфор только после ее разложения кислотностью почвы.

На болотах, под слоем торфа, встречается болотная руда или вивианит ($Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$). Вивианит, как и фосфоритная мука, является хорошим источником фосфора для кислых почв Нечерноземной зоны;

4. Комбинированные – в соли присутствуют фосфаты, растворимые в воде (от 17,8 до 34 % P_2O_5 водн.), растворимые в растворе цитрата аммония (от 25,4 до 38,3 % P_2O_5 собственно-усвояемого) и труднорастворимые. К этой группе относят перспективное концентрированное гранулированное удобрение длительного действия – суперфос.

Калийные удобрения делят на четыре группы:

1. Концентрированные – продукты заводской переработки сырых калийных солей. Представителями этой группы являются хлористый калий (KCl), сульфат калия (K_2SO_4), калимагnezия ($K_2SO_4 \cdot Mg_2SO_4 \cdot 6H_2O$) и другие;

2. Смешанные – смесь чаще всего хлористого калия, полученного галургическим способом, с молотым каинитом или сильвинитом. Это 30 % и 40 % -ные калийные соли ($KCl + KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, $KCl + nKCl \cdot mNaCl$);

3. Сырые соли – получают путем размола природных пород. Каинит ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$), сильвинит ($nKCl \cdot mNaCl$), карналлит ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$), полигалитовые и другие соли, которые, в основном, являются сырьем для получения концентрированных и смешанных калийных удобрений. В связи с низким содержанием калия, сырые соли нецелесообразно транспортировать на дальние расстояния от месторождения;

4. Отходы промышленности также можно использовать в качестве калийных удобрений (древесная и сланцевая зола, цементная пыль, калий-электролит). Удобрение используется на посевах культур, чувствительных к хлору и является относительно дешевым.

Известняковые удобрения состоят, в основном, из углекислых солей кальция и магния или отходов промышленности, богатых известью. Используют их для нейтрализации кислотности, улучшения агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, а также для обеспечения растений кальцием и магнием. Известняковые удобрения, в зависимости от размола или обжига, делят на три группы:

1. Промышленные известняковые удобрения. Получают из твердых пород (известняки, доломитизированные известняки, доломиты) путем размола или обжига, или обжига с последующим гашением водой. К этой группе относят известняковую муку (CaCO_3), доломитовую муку ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), жженую (MgO , CaO) и гашеную известь ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$), мел (CaCO_3);

2. Мягкие известняковые удобрения, не требующие обжига и размола. Это природная доломитовая мука, мергель, гажа (озерная известь), торфотуф;

3. Отходы промышленности, богатые известью – древесная и сланцевая зола, зола бурых углей, металлургические шлаки, цементная пыль, дефекат (отход свеклосахарного производства), карбонат кальция химического синтеза (отход при производстве азофоски), магуд (отход при обжиге MgCO_3) и другие.

Комплексные удобрения содержат не менее двух основных питательных элементов, иногда микроэлемент, ростовое вещество, добавки пестицидов.

Различают двойные удобрения (азотно-фосфорные, азотно-калийные и др.) и тройные (азотно-фосфорно-калийные), которые называют еще полными удобрениями.

По способу производства комплексные удобрения делят на сложные, сложно-смешанные (комбинированные) и смешанные:

1. Сложные удобрения получают при химическом взаимодействии исходных компонентов, в которых все частицы, кристаллы или гранулы имеют одинаковый или близкий химический состав, т.е. имеют единую формулу.

В качестве исходных компонентов используют аммиак, фосфорную, азотную и серную кислоты, плав нитрата аммония, фосфорит или апатит и калийные соли. Это аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), диаммофос ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), калийная селитра (KNO_3), метафосфат аммония $(\text{NH}_4\text{PO}_3)_n$ и калия (KPO_3) $_n$ и другие;

2. Сложно-смешанные (комбинированные) удобрения получают при смешивании готовых однокомпонентных и сложных удобрений и введением в смесь жидких и газообразных продуктов. В эту группу входят нитрофоска, нитрофос, азофоска, нитроаммофоска и другие (приложение 1);

3. Смешанные – механические смеси готовых односторонних удобрений, производимые в хозяйствах или на заводах.

Комплексные удобрения, в которых соотношение элементов питания для растений соответствует агротехническим требованиям (для определенной культуры, почвы), называют сбалансированными.

В зависимости от концентрации действующего вещества различают низкоконцентрированные, концентрированные и высококонцентрированные минеральные удобрения.

Удобрения, содержащие от 30 до 50 % действующего вещества (в сумме N, P₂O₅, K₂O), называют концентрированными, а более 50 % - высококонцентрированными.

Удобрения, все элементы которых служат для питания растений, называют безбалластными. Балластными веществами являются глина, песок, гипс, хлористый натрий, соли магния и кальция, свободные кислоты и элементы, входящие в состав молекулы соли, кроме действующего вещества.

Удобрения по физическому состоянию делятся на твердые и жидкие (аммиачная вода, ЖКУ).

Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) – растворы или суспензии, содержащие два или более основных питательных элемента.

Твердые удобрения – это гранулированные, кристаллические, порошкообразные (аморфные) вещества.

Гранулированные удобрения получают методами прилирования, прессования или структурного гранулирования сырых солей. Они состоят из частиц, чаще всего, округлой формы (зерен, гранул или шариков). размером от 1 до 6 мм в диаметре.

Кристаллические удобрения получают в виде кристаллов разной формы, размером более 0,5 мм.

Порошкообразные (аморфные) удобрения состоят в основном из частиц размером менее 1мм.

Потребность растений в элементах питания различна. Элементы, накапливающиеся в растениях от сотых долей до целых процентов (на абсолютно сухое вещество), называются макроэлементами. К ним относятся азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера.

Элементы, накапливающиеся в растениях в тысячных – сотых долях процента, относят к микроэлементам (бор, молибден, цинк, медь, марганец, кобальт, йод, железо и другие).

Элементы, поступающие в растения в меньших количествах, чем микроэлементы, относят к ультрамикроэлементам (платина, серебро, золото). Удобрение, в котором действующим веществом является макроэлемент, называют макроудобрением, а если действующим веществом является микроэлемент – микроудобрением.

Длительно действующие удобрения постепенно отдают питательные элементы в течение одного или нескольких вегетационных периодов (хелатированные, капсулированные и другие).

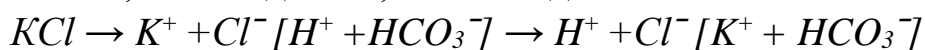
При внесении минеральных удобрений агрохимик-агроном обязан знать их физиологическую реакцию. Она обусловлена неодинаковым использованием растениями катионов или анионов из растворенных солей в почве.



Классификация удобрений.

В зависимости от физиологической реакции минеральные удобрения бывают:

1. Физиологически кислые, из которых растения энергично поглощают катионы, а из клеток корня в прикорневую зону выделяются катионы H^+ и, как следствие, почва подкисляется.



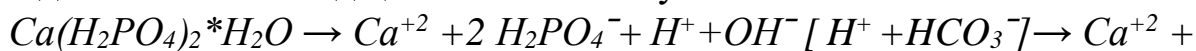
К физиологически кислым удобрениям относят все калийные и азотные соли, азот которых находится в аммонийной форме. Их нужно вносить в почву с нейтральной реакцией, по фону извести или физиологическую кислотность удобрений нейтрализовать известью (приложение 4).

2. Физиологически щелочные соли, из которых растения в первую очередь и в больших количествах поглощают анионы NO_3^- , а в прикорневой зоне образуются сильные основания, нейтрализующие кислотность почвы.



К этой группе солей относят натриевую и кальциевую селитры ($NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$). Их необходимо вносить в кислые почвы.

3. Физиологически нейтральные. Эту группу образуют фосфорные удобрения. Их можно вносить в почвы с любой реакцией. Они не подкисляют и не подщелачивают почву.



35.2. Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и качественным реакциям

Для рационального использования минеральных удобрений необходимо знать их вид, форму соединения питательного элемента и процент действующего вещества, количество примесей и воды, гранулометрический состав и рассыпчатость.

Информация об этих показателях в обязательном порядке предоставляется покупателю текстом на листке-вкладыше или на потребительской упаковке, а также в сертификате качества на удобрение.

Первое знакомство с минеральными удобрениями начинают с проведения качественного анализа (распознавания). Результатом его

является установление формы соединения питательного элемента и вида удобрения.

Цель распознавания состоит в том, чтобы познакомиться с удобрениями, их свойствами и по одной или двум реакциям, специфическим для каждой соли, быстро отличать одно удобрение от другого.

Техника распознавания удобрений

Распознавание начинают с внимательного осмотра каждого удобрения. Определяют цвет, запах, однородность, влажность, структуру и сыпучесть удобрений. Полученные результаты записывают в таблицу.

Дальнейшее распознавание проводят по схеме, спускаясь постепенно сверху вниз. Устанавливают растворимость удобрения в воде. Соль растворяют в воде. Раствор соли разливают на 5 пробирок. Растворы используют для реакций со щелочью, хлористым барием, азотнокислым серебром, дифениламино и другими реактивами. Полученные результаты записывают в таблицу.

Если удобрение хорошо растворимо в воде, то его в сухом виде испытывают на раскаленном угле.

Если удобрение плохо или нерастворимо в воде, то следует уделить внимание цвету, запаху и структуре, а потом подействовать на сухую соль соляной кислотой.

Суспензию плохо растворимых в воде удобрений испытывают на кислотность.

Анионы H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} фосфорных удобрений и анионы бора, и молибдена, а также катионы Mg^{2+} определяют с помощью реакций.

Гранулы комплексных удобрений перед проведением соответствующих реакций тщательно растереть в фарфоровой чашке. Примерно 1 г соли поместить в пробирку, в которую добавить 15 см³ воды. Содержимое пробирки осторожно нагреть и тщательно перемешать в течение 5 мин. После отстаивания жидкость над осадком разлить по пробиркам для проведения соответствующих реакций. Реакции проводят так же, как и при определении простых минеральных удобрений.

Цвет удобрений различный от чисто белого до черно-синего и зависит от цвета исходного сырья, наличия в нем примесей, способа производства.

Цвет азотных удобрений в основном белый (гранулированные аммонийная и кальциевая селитры, натриевая селитра, хлористый аммоний), светло-серый (гранулированная мочеви́на), иногда с грязно-синим, желтоватым или темно-серым оттенком (сульфат аммония, кальциевая селитра).

Фосфорные удобрения имеют светло-серый (суперфосфаты) и темно-серый цвет (томас- и фосфатшлаки). Преципитат – это белый или серый аморфный порошок. Фосфоритная мука – землисто-темный тяжелый тонкий порошок.

Хлористый калий в нашей стране выпускают в виде кристаллов белого (галургический способ получения), а также оранжево-розового цвета (флотационный способ. и гранул кирпично-красного цвета. Сульфат калия имеет белый с желтоватым оттенком или кирпично-красный цвет. Калийная соль (40 % K_2O) представляет собой смесь белых мелких кристаллов хлористого калия с оранжевыми, бурыми, синими или бесцветными крупными кусочками сильвинита.

Известняковые материалы обычно белого, светло-серого или палевого цвета.

Микроудобрения имеют более широкий спектр цветов: голубой (сульфат меди), белый (аммоний молибденовокислый, борная кислота, йодит калия), ярко розовый (хлорид кобальта), красный (сульфат кобальта), стальной черный (полимикродобрение).

Запах удобрений. Суперфосфаты имеют своеобразный кислый запах, который обусловлен небольшим количеством (1-3 %) в них свободных кислот (H_2SO_4 , H_3PO_4). Цианамид кальция имеет легкий запах керосина.

Отходы промышленного производства – томасшлак, фосфатшлак при взаимодействии с соляной кислотой вскипают и выделяют сероводород – газ с запахом гниющего белка.

Удобрения, содержащие азот в аммонийной и амидной формах, при нагревании выделяют аммиак.

Костная мука на раскаленном угле издает запах жженого рога.

Влажность удобрений. Сухие удобрения, с предельно допустимым количеством влаги (по ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ), слабогигроскопичны и обладают хорошей сыпучестью. Если удобрение слежалось,

сыпучесть пониженная, то соль увлажнена (средней гигроскопичности). Если удобрение представляет плотную слежавшуюся массу, то оно влажное (сильногигроскопично).

Для уменьшения слеживаемости, сохранения сыпучести, а, следовательно, для равномерного их посева разбрасывателями и туковыми сеялками, минеральные удобрения гранулируют.

Гранулированием называют процесс превращения сырой массы соли с добавками минеральных или органических веществ (карбонаты, масло, амины жирного ряда). в более или менее однородные по размеру частицы-гранулы.

Доминирующая часть гранул имеет размер от 1 до 4мм в диаметре. Частицы-гранулы могут иметь форму зерен, гранул или шариков.

Предпочтительней округлая форма гранул с ровной поверхностью. Такие гранулы более прочные и меньше истираются при пересыпании и внесении удобрений.

Структура (конституция) удобрений. Твердые удобрения представляют порошки или муку, кристаллы различной величины и формы (округлые, игольчатые, угловатые и др.), иногда с блестящими гранями и гранулы.

Для изучения структуры удобрение необходимо поместить в фарфоровую чашку. Внимательно его рассмотреть и слегка растереть между пальцами.

Все азотные (за исключением цианамид кальция) и все калийные удобрения (кроме калимага и печной золы) представляют кристаллические вещества. Порошковидное (аморфное) состояние характерно для известняковых и фосфорных удобрений (кроме гранулированных суперфосфатов и кристаллического обесфторенного фосфата). Подобную структуру имеют цианамид кальция, печная зола, полимикрорудобрение.

Мочевина и аммонийная селитра являются распространенными азотными удобрениями. Кристаллическая мочеви́на состоит из белых продолговатых мелких кристаллов, напоминающих битое стекло. Она мылится, а при повышенной температуре плавится.

Аммонийная селитра представляет белые с сероватым оттенком кристаллы, которые холодят руку. Оба удобрения имеют повышенную гигроскопичность.

В гранулированном состоянии выпускают аммонийную и кальциевую селитры, мочевины, двойной и простой суперфосфат, хлористый калий, калимагнезию и большинство комплексных удобрений. Гранулы мочевины прозрачны. Аммонийная селитра имеет белые ровные гранулы – типа жемчужин.

Растворимость удобрений в воде. По растворимости в воде минеральные удобрения делят на хорошо растворимые, труднорастворимые и нерастворимые.

При определении растворимости в пробирку помещают около 2 грамм удобрения и приливают двадцатикратное количество воды. Содержимое пробирки встряхивают 1 минуту.

Если раствор прозрачный, то удобрение хорошо растворимо в воде. Если в пробирке образуется суспензия с меньшим объемом удобрения – труднорастворимо, а если суспензия с взятым объемом удобрения – нерастворимо.

Полной растворимости не всегда следует ожидать, так как удобрения иногда содержат нерастворимые примеси.

Далее прозрачный раствор разливают в 5 пробирок.

Азотные, калийные, сложные удобрения хорошо растворимы в воде. Элементы питания из них сразу усваиваются растениями.

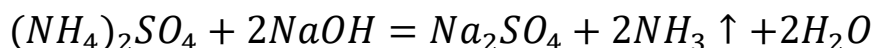
К труднорастворимым относят большинство фосфорных и известняковых солей, известняково-аммонийную селитру, калимаг, имеющие аморфное и гранулированное строение.

Малораспространенное азотное удобрение – цианамид кальция и фосфоритная мука в воде нерастворимы.

Следовательно, такой признак, как растворимость в воде, позволяет безошибочно разделить минеральные удобрения на две большие группы: азотные и калийные – с одной стороны, фосфорные и известняковые – с другой.

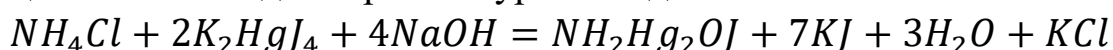
Качественное распознавание удобрений. Минеральные удобрения – это соли, состоящие в основном из следующих ионов: NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{-2} , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{-2} , PO_4^{-3} , $Mo_7O_{24}^{-6}$, BO_3^{-3} и др.

Аммонийную группу легко обнаружить, действуя на раствор удобрения щелочью.



В пробирку к водному раствору удобрения прибавить 1/3 от объёма 8-10 % раствора щелочи NaOH или KOH, подогреть на спиртовке. В результате реакции выделяется аммиак, который легко обнаружить по запаху. Это значит, что удобрение содержит азот.

Катион аммония в растворе удобрений можно обнаружить с реактивом Несслера. При их взаимодействии образуется комплексное соединение – йодистый меркурат аммония, которое при малых количествах аммония окрашивает раствор в желтый цвет (желтее, чем реактив Несслера), при значительных – в красно-жёлтый, при высоких концентрациях аммония дает красно-бурый осадок.



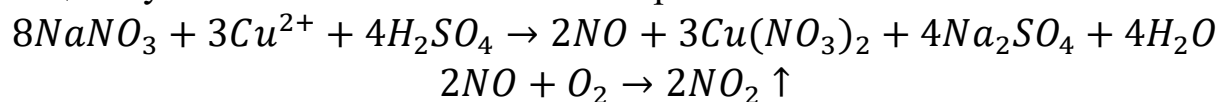
При выполнении реакции необходим избыток реактива Несслера (1 см³ вытяжки + 2-3 капли реактива), так как образующийся осадок растворяется в аммонийных солях.

Соли азотной кислоты называют селитрами. Присутствие аниона NO_3^- в растворе соли устанавливают с помощью дифениламина ((C₆H₅)₂NH + H₂SO₄) или медных стружек.



Раствором удобрения смочить стенку фарфоровой чашки и на смоченную поверхность нанести 1-2 капли дифениламина. В результате реакции образуется соединение синей окраски. Это значит, в растворе удобрения присутствует анион NO_3^- .

В пробирку с раствором удобрения опустить щепотку медных опилок, добавить по стенке 1-2 см³ H₂SO₄ (1,84), осторожно встряхнуть и подогреть. Выделение оксида азота, имеющего бурый цвет, указывает на присутствие NO_3^- в растворе удобрения. К проведению этой реакции нужно отнестись с особой осторожностью!!!



Реакция удобрений на раскаленном угле. Селитры, введенные в пламя спиртовки, вспыхивают и быстро сгорают за счет выделения кислорода, активизирующего сгорание (присутствие NO_3^- в соли).

Между собой селитры различают по цвету окраски пламени при горении спиртовки:

- при сгорании на раскаленном угле аммонийная селитра (NH₄NO₃) вспыхивает и сгорает ярким бесцветным пламенем, иногда плавится, кипит и выделяет белый дым с запахом аммиака;

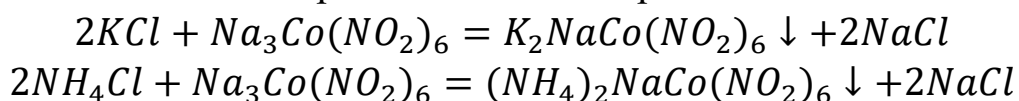
- натриевая селитра (NaNO_3) вспыхивает, быстро сгорает, окрашивая пламя спиртовки в жёлто-оранжевый цвет;
- калийная селитра (KNO_3) вспыхивает и сгорает, окрашивая пламя в фиолетовый цвет;
- кальциевая селитра ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) плавится и образует белый налет извести на угле.

Мочевина ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) на раскаленном угле плавится, дымит и выделяет аммиак. Подобную реакцию дают сульфат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), хлористый аммоний (NH_4Cl), аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) и сложно-смешанные удобрения: нитрофос, нитрофоски, нитроаммофос, карбоаммофос, карбоаммофоска, кристаллин, содержащие азот в аммонийной и амидной формах.

Фосфорные, известняковые, калийные удобрения, гипс на раскаленном угле не изменяются, запаха не дают, за исключением костной муки. Калийные удобрения, имеющие крупные кристаллы (KCl , 40 % $\text{KCl} + m\text{NaCl} \cdot n\text{KCl}$), на угле потрескивают.

Для этого щепотку удобрения помещают на раскаленный докрасна древесный уголь и уголь с удобрением снова вводят в пламя спиртовки.

Катионы калия и аммония в простых и совместное их присутствие в комплексных удобрениях можно обнаружить при взаимодействии с кобальтнитритом натрия, при этом образуется желтый осадок двойной соли калия-натрия и аммония-натрия.



К водному раствору удобрения прибавить 2-3 капли раствора или порошка (до 0,1 Г. кобальтнитрита натрия. Желтый осадок указывает, что в растворе удобрения присутствует катион аммония или калия, или оба иона вместе.

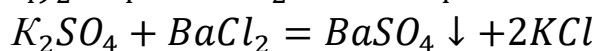
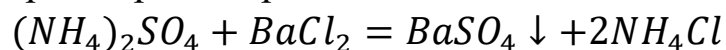
Для уточнения состава комплексных удобрений новую порцию водного раствора соли необходимо выпарить досуха, потом прокалить до полного прекращения выделения белого дыма с запахом аммиака, который указывает на присутствие в удобрении катиона аммония.

Затем в тигель с зольным осадком добавить около 3 см³ воды и щепотку (0,1 Г. $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$). Выпадение желтого осадка указывает на

наличие в растворе катиона калия. Это может быть нитрофоска, нитроаммофоска, карбоаммофоска и другие удобрения, которые в своем составе содержат катионы аммония и калия.

Отсутствие желтого осадка указывает, что в удобрении присутствует только катион аммония (нитрофос, аммофос, карбоаммофос и другие).

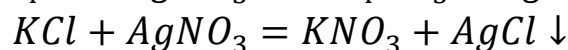
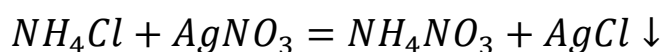
Присутствие аниона SO_4^{-2} в удобрениях устанавливают с помощью 5% раствора хлорида бария.



Образующийся сульфат бария выпадает в виде густого молочно-белого мелкокристаллического осадка, нерастворимого в уксусной и слабой соляной кислотах.

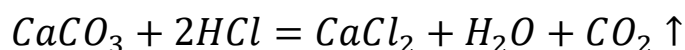
В пробирку к водному раствору удобрения прибавить 1-2 капли 5% раствора $BaCl_2$, образуется осадок. К осадку прилить 1/3 от объема кислоты. Образование осадка, нерастворимого в кислоте свидетельствует, что в удобрении присутствует SO_4^{2-} .

Анион Cl^- в удобрениях обнаруживают с помощью 1% или 2% раствора $AgNO_3$.



В пробирку к водному раствору удобрения последовательно прибавить 2-3 капли раствора $AgNO_3$, CH_3COOH . Образовавшийся белый творожистый осадок нерастворим в уксусной кислоте.

Фосфорные и известняковые удобрения легко выделить из других минеральных удобрений по внешнему виду и реакциям. Распознавание начинают с взаимодействия их с 10% раствором HCl (CH_3COOH). Для этого около 1 г удобрения поместить в фарфоровую чашку и добавить к нему из капельницы кислоту. Если удобрение «вскипает» (выделение CO_2), то в нем содержатся карбонаты или примесь карбонатов.



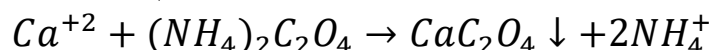
Вскипают от HCl известняковые удобрения, фосфатшлак, либо томасшлак, зола, цианамид кальция.

В состав фосфорных, известняковых, сложно-смешанных удобрений, известняково-аммонийной селитры входит кальций.

Перечисленные удобрения представляют муку или гранулы светло-серого, серого, белого, палевого или розового цвета. В воде они заметно не растворяются.

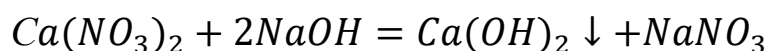
Поэтому качественное распознавание их проводят как из водных, так и из уксуснокислых вытяжек.

Катион Ca^{+2} в удобрениях находят с помощью щавелевокислого аммония, при этом образуется белый мелкокристаллический осадок щавелевокислого кальция.



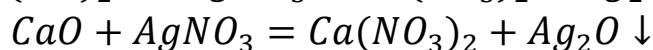
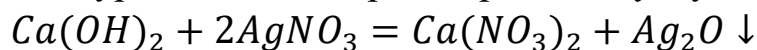
К 2-4 см³ суспензии прибавить 2-3 капли $(NH_4)_2C_2O_4$. Раствор нагреть, что способствует быстрому появлению осадка. Осадок растворим в минеральных кислотах, но не растворим в уксусной кислоте.

При взаимодействии кальциевой селитры (азотное удобрение) с раствором щелочи выпадает белый осадок. Эта реакция на водорастворимый кальций.

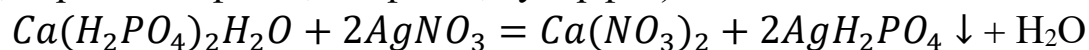


Натриевая и калиевая селитры со щелочью образуют растворимые гидроксиды.

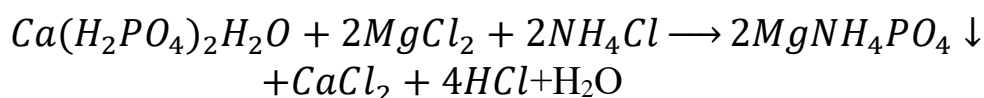
Негашеная и гашеная известь при взаимодействии с 2-% раствором $AgNO_3$ дают бурый осадок, нерастворимый в уксусной кислоте.



Анион $H_2PO_4^-$ в удобрениях находят с помощью 2-% раствора азотнокислого серебра. Водную суспензию удобрения тщательно перемешать, частицам дать осесть, добавить в нее 2-3 капли $AgNO_3$. Если в пробирке появится желтый осадок, то это говорит о присутствии аниона $H_2PO_4^-$ (суперфосфаты, аммофос, нитрофос, нитрофоска, карбоаммофос, карбоаммофоска, азофоска, суперфос).



Однозамещенные анионы фосфорной кислоты можно обнаружить в удобрениях и с помощью щелочного раствора магниальной смеси.

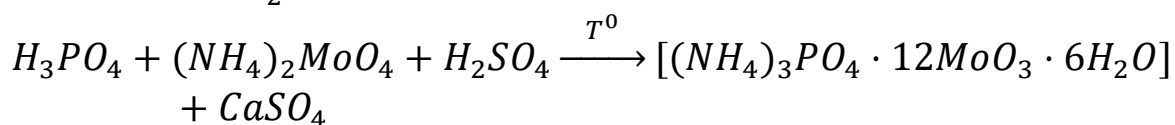
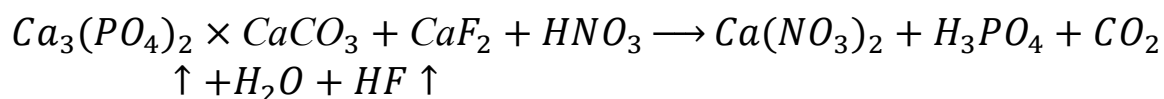


Раствор над осадком удобрения слить в другую пробирку, к нему добавить около 1 см³ раствора щелочной магниальной смеси. Белый

кристаллический осадок указывает на водорастворимое фосфорное удобрение (все суперфосфаты).

Анион HPO_4^{-2} и совместное его присутствие с $H_2PO_4^-$ (усвояемый P_2O_5) в комплексных удобрениях определяют следующим образом: щепотку удобрения растворить в 2 см³ CH_3COOH , добавить 3-4 капли NH_4OH и около 1 см³ магниальной смеси. Появление белого кристаллического осадка свидетельствует о присутствии этих ионов.

Анион PO_4^{-3} можно найти с помощью молибденовой жидкости (реактив по Труогу).

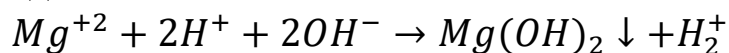


Щепотку удобрения растворить в 5 см³ 10 % раствора азотной кислоты. К 1 см³ раствора прибавить 1 см³ реактива по Труогу (смесь раствора молибденовокислого аммония с концентрированной серной кислотой), нагреть до кипения. В результате реакции образуется желтый кристаллический осадок, который свидетельствует о присутствии аниона PO_4^{-3} . Это фосфоритная мука.

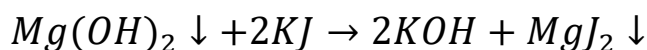
Реакция лакмусовой бумажки на водную болтушку известняковых и фосфорных удобрений. Для этого в отстоявшуюся жидкость над осадком удобрения опустить лакмусовую бумажку:

- если синяя лакмусовая бумажка краснеет, то реакция удобрения кислая, что характерно для суперфосфатов;
- если красная лакмусовая бумажка синеет, то реакция – щелочная. Это известняковые материалы, томас- и фосфатшлаки, цианамид кальция, зола;
- если обе бумажки не изменяют цвет или синяя становится фиолетовой, то реакция удобрения нейтральная – преципитат ($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$).

Катион магния присутствует в калийных, магниевых, известняковых удобрениях. Магний обнаруживают в солях с помощью раствора йода в йодистом калии.



Гидроксид магния соединение малорастворимое в воде, которое при взаимодействии с йодом дает осадок красно - бурого цвета.



В фарфоровую чашку последовательно добавить 2 капли KJ, 2 капли щелочи (1:1, образуется бледно желтая окраска), затем 2 капли раствора удобрения. Если соль содержит магний, то окраска раствора становится красно-бурой, в противном случае окраска не меняется.

К 2-3 г известнякового удобрения прилить 2-3 см³ CH₃COOH, суспензию взболтать, частицам дать осесть. Заранее в фарфоровую чашку поместить 2 капли раствора KJ, 2 капли щелочи и 2-3 капли отстоявшейся жидкости удобрения. Магнийсодержащие известняки окрашивают раствор в красно-бурый цвет, а не содержащие – дают жёлтую окраску.

Молибденовокислый аммоний представляет собой белое мелкокристаллическое вещество, грани кристаллов, которого блестят. Присутствие молибдена в удобрении обнаруживают с помощью следующей реакции: соль растворить в воде, в раствор добавить около 1 см³ KN₂PO₄, 5-6 капель 10 % раствора H₂SO₄. Раствор перемешать оловянной палочкой, предварительно ошкуренной. Раствор в пробирке приобретает синюю окраску.

Реакция на бор в удобрениях. Удобрение в количестве 1-2 г поместить в фарфоровую чашку, к нему добавить 5-7 см³ этилового спирта, 1-2 капли 10 % раствора HCl. Суспензию перемешать и дать постоять 5-10 мин., а потом поджечь. Если края пламени окрашиваются в зеленый цвет, то в этой соли присутствует бор.

Таблица 19

Распознавание минеральных удобрений по внешним признакам и качественным реакциям

№ удо бр.	Внешние признаки					Растворимость в воде	Реакция удобрений			
	цвет	запах	влажность	сыпучесть	структура		со щелочью	с йодом	с дифениламином	с медными опилками
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 19

Реакция удобрений							Реакция лакмусовой бумажки	Состав или формула	Название удобрения	Основной способ применения
на раскисненном древес. угле	с кобальт-нитритом натрия	с хлористым ба-	с азотнокислым серебром	с кислотой	с магниевой смесью	с молибденовой жидкостью				
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Контрольные вопросы

1. Физиолого-биохимическое направление, созданное академиком Д.Н.Прянишниковым, как основа агрохимии.
2. Значение химизации сельского хозяйства.
3. Основные агрохимические законы внесения удобрений.
4. Экологические аспекты применения удобрений.
5. Макро и мезоэлементы, их роль в питании растений.
6. Значение микроэлементов в жизни растений.
7. Влияние условий минерального питания на содержание белков, жиров и углеводов.

Глава 36. ПОЧВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА

36.1. Отбор проб и подготовка их к анализу

Знание химического состава и показателей качества полученной продукции сельскохозяйственных растений позволяет решать следующие задачи:

- исследовать трансформацию элементов в системе почва-растение-удобрение;
- определить содержание основных биоконпонентов в растительных объектах и соответствие их содержания принятым нормам и стандартам;
- определить пригодность растений для потребителя;
- произвести диагностику обеспеченности растений питательными веществами и по результатам провести необходимые подкормки.

В свежем растительном материале при естественной влажности определяют водорастворимые формы белков, углеводов, ферментов, содержание нитратов и нитритов. В фиксированных (высушенных сначала при температуре 90-95 °С, а затем при температуре 50-60 °С до воздушно-сухого состояния) образцах определяют зольный состав растений, общее содержание белков, углеводов, жиров и других веществ (приложение 3, 4).

Отбор растительных проб и составление средних проб для исследования является очень ответственной операцией, от которой в значительной степени зависит достоверность результатов анализов. Различные растительные материалы имеют неодинаковый химический состав и обладают различными свойствами, поэтому техника отбора проб растительных веществ должна быть дифференцированной. Растительные пробы в посевах отбирают в сухую погоду, в утренние часы, после высыхания росы.

Отбор растений в массовых посевах берут из случайных мест изучаемого участка методом рендомизации. Для этого участок (план) делят на 50-100 частей по 1-5 м², и путем жеребьевки, пользуясь пронумерованными карточками, отбирают необходимое количество квадратов для взятия проб. Места взятия проб наносят на план

Отбор проб по диагонали используют для отбора проб от вегетирующих растений, к которым имеется легкий доступ. По диагонали поля, в 7-10 точках, на равных расстояниях в определенных интервалах берут растения, в количестве, достаточном для получения пробы.

Отбор проб в опытах

Кормовые культуры. Перед взятием средних проб кукурузы намечают по одной из диагоналей учетной делянки 10 точек отбора. При отборе гнезд принимают во внимание количество растений в них. Так, если в 75 % точек отбора имеется по 2 растения, а в остальных – по 3, то для отбора образца должно быть намечено 7 точек отбора с 2 растениями и 3 точки отбора с 3 растениями.

Для пробы отбирают все растения из намеченной точки отбора, чтобы более точно учитывать влияние площади питания, приходящейся в среднем на каждое растение делянки.

С каждой делянки берут по одной пробе початков и одной пробе зеленой массы (1 кг. – листьев, стеблей, оберток. Если масса собранных растений, велика для образца, то её уменьшают.



Рис.101. Отбор проб

Однолетние, многолетние травы и травосмеси скашивают со всей площади и взвешивают. Пробы берут во все укусы каждого года пользования. Сразу после скашивания из 15-20 точек берут по 1 пробному снопу (около 1 кг), составленному из отдельных пучков растений.

На пастбищах пробы трав отбирают для анализов перед началом стравливания. Для этого отмечают каждый раз на новом месте загона 4 площадки по 0,25 м², отмечая их на плане поля. Траву срезают на высоту 5-6 см для высокотравных растений и 3-4 см для низкотравных.

Кормовые корнеплоды. Пробы отбирают за 2-3 дня до уборки. Выкапывают 10 типичных растений, расположенных на равных расстояниях друг от друга по диагонали делянки. В пробу не берут цветущие растения, поврежденные механически или вредителями и болезнями. Выкопанные растения очищают от земли, обрезают с корнеплодов мелкие корешки и хвостики. Ботву обрезают одинаково у основания черешков листьев (средняя проба 0,5 кг). Корни и ботву взвешивают отдельно.

Картофель и овощи. Пробы картофеля отбирают в фазу увядания и отмирания ботвы за 1-2 дня до или во время его уборки. По диагонали делянки выкапывают 10 растений, расположенных на равных расстояниях друг от друга. Клубни отряхивают от земли, отделяют от столонов и делят на стандартные и нестандартные. В средней пробе массой около 2 кг отбирают из стандартного картофеля не менее 20 клубней. Ботву отобранных растений измельчают на куски 1-2 см, перемешивают и отбирают среднюю пробу массой 0,5 кг. Пробу высушивают до воздушно-сухого состояния, предварительно взяв навеску для определения влажности.

Средние пробы белокочанной, цветной, савойской капусты отбирают во время уборки урожая или за 2-3 дня до уборки. Отбирают не менее 10 типичных растений с корнем, равномерно расположенных по диагонали делянки. Корни очищают от земли и срезают кочаны с высотой кочерыги 2 см. На срезе каждого кочана проставляют номер делянки. Из побочной продукции, предварительно измельченной на куски 1-2 см, отбирают среднюю пробу массой около 0,5 кг для учета выноса.

Средние пробы лука репчатого отбирают, когда большая часть мелких луковиц уже созрела и имеет усыхающие листья, а у крупных луковиц еще есть частично не полегшие зеленые листья. Отбирают 15-20 луковиц, равномерно расположенных по диагонали делянки, отряхивают от земли и раскладывают для просушки. Затем обрезают засохшее перо и корешки.

Пробы томатов для анализов отбирают три раза: из плодов одного из ранних сборов, наиболее массового – в середине плодоношения, в конце плодоношения. В северных зонах ограничиваются однократным отбором образцов – во время массового сбора плодов.

Собранные плоды сортируют на стандартные (по размерам и содержанию опробковевшей ткани под кожицей плода, удовлетворяющие требованиям действующего стандарта на свежие плоды томатов) и нестандартные (мелкие, треснувшие, подверженные болезнями и вредителями и т.д.).

Пробу для анализов качества продукции берут только из стандартной ее части. Для составления средней смешанной пробы необходимо отобрать без выбора не менее 20 плодов из разных мест стандарт-

ной продукции данного сбора. При преобладании в сборе крупных плодов в пробе их также должно быть больше. Плоды срезают вместе с плодоножкой.



Рис.102. Отбор проб

Средние пробы стандартных плодов бахчевых культур отбирают только в период массового сбора. В пробу должно войти не менее 10 типичных плодов растений, равномерно расположенных по диагонали делянки. У плодов дыни, арбуза, тыквы исследуют только съедобную часть.

В лаборатории из средней смешанной пробы составляют лабораторную пробу из половинок плодов. В каждой половинке в равной степени должны быть представлены теневая часть (соприкасавшаяся с почвой) и освещавшаяся солнцем. Половинки измельчают на куски и из общей массы отбирают 1 кг для химического анализа.

Плоды тыквы и кабачков делят на сегменты шириной 6-8 см. Для средней пробы берут несколько сегментов.

36.2. Почвенная диагностика азотного, фосфорного и калийного питания растений

Содержание азота зависит от многих факторов таких, например, как тип почвы, гранулометрический состав (в легких почвах содержание азота меньше, чем в почвах тяжелого гранулометрического состава), окультуренность, содержание гумуса и т.д.

Весь азот в почве подразделяется на органический и минеральный. Основное количество почвенного азота сосредоточено в органическом веществе почвы.

Азот органического вещества почвы непосредственно недоступен для растений, поэтому об обеспеченности растений почвенным азотом судят по содержанию в почве минерального азота, на долю его приходится 1-5 % от общего содержания азота.

Он представлен в основном солями азотной (нитраты) и азотистой (нитриты) кислот, а также солями аммония (например, сульфаты, хлориды аммония др.), фиксированным аммонием (находится в решетках минералов).

Нитраты и обменный аммоний являются основными источниками азота, обеспечивающими питание растений.

Содержание фосфора зависит от гранулометрического состава, кислотности почвы, концентрации кальция и магния в почве, количества гумуса в ней. Практически во всех почвах преобладают минеральные фосфаты.

Минеральные соединения фосфора в почве представлены:

- **труднорастворимыми солями** – фосфатами алюминия, железа, кальция, магния (AlPO_4 , FePO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$);
- **растворимыми солями** (растворимые в воде и слабых кислотах) – одно- и двухзамещенными фосфатами кальция, магния ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, CaHPO_4 , MgHPO_4), фосфатами калия, аммония, натрия и др. (K_3PO_4 , K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4).

Первая группа фосфатов не доступна для растений, так как они не растворимы в воде и слабых кислотах. Вторая группа фосфатов может быть использована в питании растений. Количество фосфатов той или иной группы зависит от кислотности почвы. Например, в кислых почвах с $\text{pH} < 5$ преобладают ионы алюминия и железа, фосфор представлен AlPO_4 , FePO_4 ; в почвах с $\text{pH} 6-8$ – преобладают $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,

$Mg(H_2PO_4)_2$, а в почвах, где pH выше 8 – преобладает $Ca_3(PO_4)_2$, $Mg_3(PO_4)_2$.

Использование фосфора растениями из почвы определяется её кислотностью: чем кислее почва, тем менее доступным становится фосфор.

Калий в почвах находится главным образом в нерастворимой, недоступной для растений форме. Содержание калия в почвах колеблется от 0,03 до 3 %.

Содержание калия зависит от типа почв, минералогического и гранулометрического состава почв. Мало калия в песчаных, супесчаных почвах и торфяниках (0,03-1 % K_2O), богаты калием мощные черноземы и солонцы (3-4 %). Больше калия в почвах тяжёлого гранулометрического состава.

Таблица 20

Коэффициенты использования фосфора из почвы

pH _{KCl}	K _{исп} , %
менее 4,5	5
4,6-5,0	7
5,1-5,5	10
более 5,5	15

Практически весь калий в почвах содержится в минеральной форме. По доступности калия для растений выделяют пять групп:

- калий органического вещества – калий, входящий в состав растительных остатков. Растениям эта форма калия недоступна, но после минерализации переходит в почвенный раствор и становится доступной.
- калий труднорастворимых алюмосиликатов (полевые шпаты, слюды, гидрослюды). В эту группу входит основное количество калия (98-99 %). Растениями данные соединения не усваиваются.
- необменный калий – фиксированный в межпакетных пространствах глинистых минералов. Для растений он недоступен
- обменный калий – находится на поверхности почвенно-поглощающего комплекса и способен обмениваться с другими катионами. Составляет 0,5-3 % от общего содержания калия в почве. Основной источник питания растений.

- водорастворимый калий. Представлен легкорастворимыми солями калия, находящимися в почвенном растворе. Доступен для растений, однако, содержание его очень низкое (от 1 до 7 мг/кг почвы).

Оптимальное значение подвижных фосфора и калия в почве для произрастания сельскохозяйственных культур в севооборотах: зерно-травяной 100-150 мг/кг почвы, зернопропашной 150-200, овощной 250-300 мг/кг почвы.

Контрольные вопросы

1. Диагностика питания растений. Виды диагностики.
2. Визуальная диагностика питания растений, ее достоинства и недостатки.
3. Химическая диагностика питания растений.
4. Метода диагностики загрязненных почв.
5. Основные показатели оценки мелиоративного состояния почв.
6. Особенности почвенных исследований на орошаемых землях.
7. Особенности изучения почвенного покрова эродированных земель

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Дайте название гранулометрическому составу и охарактеризуйте их агропроизводственные свойства.

Вариант 1

Гранулометрический состав лугово-черноземной почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0.001	<0.001
A	0-10	0,5	15,5	47,1	6,9	8,9	21,1
A'	10-40	0,2	12,5	31,1	10,3	9,9	19,1
B	50-70	0,5	39,1	2,4	14,1	12,4	23,7
B	107-119	0,8	47,2	26,1	3,2	5,2	9,2
C	120-137	1,9	49,1	13,1	4,3	11,0	13,1

Вариант 2

Гранулометрический состав чернозема выщелоченного

Гори- зонт	Глу- бина взятия об- разца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0.001	<0.001
Апах	0-16	15,8	11,8	20,0	19,7	15,5	17,2
A	20-25	19,1	16,2	24,5	10,9	10,7	18,6
B	50-55	10,7	10,8	34,9	9,0	11,8	22,9
B _к	65-70	7,0	14,7	37,8	7,0	7,1	26,4
C _к	185- 190	4,3	32,9	14,7	8,0	5,8	34,3

Вариант 3

Гранулометрический состав чернозема выщелоченного

Гори- зонт	Глубина взятия об- разца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0.001	<0.001
A	0-15	2,9	34,5	9,4	9,0	8,1	31,2
AB	20-30	2,3	32,2	11,8	5,9	10,6	33,4
B	30-40	0,6	22,9	18,8	9,2	8,4	35,6
B	40-60	1,4	20,5	25,0	5,0	8,4	34,8
BC _к	70-80	0,3	17,3	26,6	7,4	6,6	32,7
C _к	100-110	1,3	20,6	22,7	6,5	4,7	32,7

Вариант 4

Гранулометрический состав чернозема выщелоченного

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0.001
Апах	0-18	2,9	8,6	20,9	6,6	16,3	44,7
А	25-30	17,	4,8	25,2	11,7	15,2	41,2
В	50-55	1,5	7,2	25,2	9,8	18,4	37,9
В _к	75-80	2,3	8,6	26,2	7,2	12,2	43,5
С _к	145-150	2,2	10,3	21,7	10,9	17,2	37,7

Вариант 5

Гранулометрический состав чернозема обыкновенного

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0.001
Апах	0-10	2,4	8,8	36,5	11,0	19,7	21,6
А	20-25	2,3	8,9	34,8	8,1	17,8	28,1
В _к	30-35	2,2	9,1	33,9	7,4	20,2	30,7
В _к	60-65	1,3	11,6	33,1	6,7	14,4	28,5
С _к	170-175	1,4	10,9	31,9	10,3	20,6	24,5

Вариант 6

Гранулометрический состав светло-серой лесной почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0.001
А ₁	0-10	7,1	20,5	40,7	9,9	11,1	11,2
А ₁ А ₂	10-25	4,7	20,4	43,9	7,3	8,2	15,4
В	25-40	4,5	18,9	35,2	6,1	11,6	24,5
В	45-55	2,8	19,1	36,6	5,5	6,3	33,9
ВС	60-90	2,3	12,6	33,4	5,4	6,2	37,7
С	90-100	2,2	15,3	40,5	6,7	7,9	26,1
С _к	140-150	1,4	16,7	43,4	6,6	6,3	23,2

Вариант 7

Гранулометрический состав чернозема южного

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
A	0-12	22,1	41,6	7,6	12,4	2,8	10,6
A	13-25	13,9	41,6	8,5	1,5	2,9	30,3
B _к	35-45	40,8	38,7	3,8	0,8	1,7	5,0
B _к	60-70	34,4	40,8	4,1	1,0	2,4	5,9
BC _с	80-90	34,2	38,6	3,6	1,2	1,8	15,4
C _к	100-110	46,7	32,6	1,4	0,6	0,9	12,7

Вариант 8

Гранулометрический состав дерново-подзолистой почвы

Гори- зонт	Глубина взятия об- разца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)						
		1-0,5	0,5- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
A ₁	0-18	3,3	3,4	15,8	29,0	17,8	12,3	18,0
A ₁ A ₂	20-25	3,9	2,8	14,6	10,5	20,6	9,7	7,6
A ₂ B	27-31	2,2	3,2	13,4	34,0	20,3	11,6	14,5
B	36-52	1,5	2,6	13,5	36,3	13,1	11,5	21,2
B	59-76	1,8	1,7	14,8	33,8	11,0	13,2	23,4
C	130-140	1,6	1,9	14,0	34,9	10,3	12,6	24,3

Вариант 9

Гранулометрический состав серой лесной почвы

Горизонт	Глубина взятия об- разца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
A ₀	0-12	12,8	61,3	1,4	9,4	0,7	14,5
A ₁ A ₂	12-19	6,6	65,4	2,8	6,1	10,4	8,7
A ₂ B	19-28	12,0	56,9	8,9	5,9	2,2	14,1
B	35-45	8,5	67,3	2,4	7,3	4,9	9,7
B	45-59	10,5	44,7	7,2	10,5	8,7	18,4

Вариант 10

Гранулометрический состав чернозема выщелоченного

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0.001
Апах	0-24	1,1	13,5	35,7	16,8	18,7	14,2
А	26-38	1,2	13,5	28,9	10,9	20,8	24,7
В	40-50	1,1	12,5	23,9	11,4	16,6	34,5
В _к	65-78	1,1	14,4	22,7	10,6	16,0	35,2
В _к	120-130	3,8	23,2	20,0	8,5	17,5	27,1

Вариант 11

Гранулометрический состав таежной дерновой почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0.001
А ₂	5-10	47,6	33,4	5,3	1,0	2,1	4,4
В	10-20	37,4	40,4	9,7	1,0	4,9	2,8
ВС	30-40	33,1	46,5	9,2	0,6	4,2	2,5
С	80-90	23,0	44,7	18,7	2,2	3,9	0,5
С	170-180	24,4	52,5	9,8	0,8	3,2	0,9

Вариант 12

Гранулометрический состав чернозема карбонатного

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0.001
А _к	0-20	-	18,8	22,8	9,2	26,7	22,5
В _к	25-35	-	38,0	18,9	5,6	16,9	20,6
В _к	48-60	-	32,1	18,5	7,8	18,5	23,1
В _к	80-90	-	26,1	20,0	11,5	16,1	26,8
С _к	120-140	-	17,2	19,2	11,3	20,7	31,7

Вариант 13

Гранулометрический состав чернозема оподзоленного

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
Апах	0-10	0,5	3,7	2,4	9,9	19,0	46,1
А ₂ В	40-50	0,4	3,5	29,8	8,2	17,3	40,8
В	80-90	0,3	2,5	20,1	10,1	17,5	49,4
ВС	100-110	0,3	1,8	19,5	12,3	15,1	50,4
С _к	140-150	0,4	2,8	17,1	10,6	15,9	53,0

Вариант 14

Гранулометрический состав дерново-подзолистой почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
А ₁	0-20	12,9	6,7	44,1	12,5	16,5	4,4
А ₂	27-48	10,3	7,9	42,3	10,0	10,3	6,5
А ₂ В	48-55	7,4	8,5	47,1	10,9	15,4	7,4
В	55-65	6,4	7,4	47,9	10,8	12,2	10,6
С	65-90	6,5	7,7	48,0	11,1	12,4	10,8

Вариант 15

Гранулометрический состав серой лесной почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
А ₁	2-8	6,9	19,3	17,3	8,3	11,8	30,5
А ₁ А ₂	10-20	5,6	29,0	18,2	6,5	17,7	19,6
А ₂ В	25-35	5,2	18,8	16,3	6,8	27,5	21,3
В	50-60	5,5	18,0	13,6	6,0	17,5	34,2
В	62-70	5,4	29,9	12,7	6,6	11,0	38,5
С	80-90	5,7	20,8	13,8	8,0	9,9	37,5

Вариант 16

Гранулометрический состав светло-серой лесной почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Апах	0-10	4,6	17,3	55,3	5,1	6,4	10,6
А ₁ А ₂	40-50	3,5	16,4	42,8	4,1	3,4	28,5
В	80-90	0,7	9,5	56,0	2,1	3,2	27,0
ВС	100-110	3,9	13,9	49,9	2,9	2,4	25,5
С	140-150	6,7	50,7	17,9	2,2	2,0	19,5
С	200-210	20,1	31,3	9,6	3,5	4,0	30,1

Вариант 17

Гранулометрический состав чернозема солонцеватого

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
А	0-5	0,7	26,8	26,3	6,7	14,4	21,7
А	15-20	0,7	21,7	26,0	7,4	19,8	21,1
АВ	24-29	1,4	22,1	30,4	4,6	14,6	23,5
В	32-37	0,3	22,3	32,0	5,5	10,5	25,9
В	40-45	0,3	17,4	27,2	5,6	9,6	21,2

Вариант 18

Гранулометрический состав лугово-черноземной почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
А	0-13	0,4	29,0	21,3	7,2	12,8	20,2
А	20-30	0,6	48,1	23,2	2,8	4,7	4,8
В	42-52	0,7	24,1	34,7	9,7	11,0	5,4
В	75-85	0,9	36,0	34,9	4,4	4,0	6,0
С	120-130	1,1	26,1	24,7	11,3	11,4	13,2

Вариант 19

Гранулометрический состав серой лесной почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Потеря при об- работке HCl, %	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
			1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
A ₁	0-12	5,8	8,8	18,2	23,3	6,3	10,4	30,3
A ₁ A ₂	12-22	4,4	9,1	18,4	13,4	9,8	9,6	37,0
A ₂ B	22-30	4,5	10,6	17,3	12,2	7,4	6,3	43,8
B	30-40	4,5	6,3	14,1	15,5	7,5	9,1	44,6
B	50-60	4,2	5,4	13,9	13,6	8,7	14,4	47,2
B	85-95	4,9	3,8	16,6	13,1	5,3	14,2	44,2
C	120- 140	4,4	1,7	18,2	17,5	5,2	15,1	37,4

Вариант 20

Гранулометрический состав глеево-подзолистой почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
A ₂	6-8	-	41,9	41,8	3,0	6,2	8,0
B	9-19	-	36,5	45,1	3,3	5,5	10,5
B _g	25-35	-	36,2	44,2	4,8	2,0	14,9
B _g	50-60	-	37,5	47,6	2,1	4,1	10,8
BC _g	70-80	-	33,4	46,9	2,0	4,4	16,4
C _g	135-145	-	35,2	36,8	2,0	5,9	19,3

2. Решите предложенные задачи

1. В паровом поле содержание нитратного азота составило для слоя 0-25 см 14,8 мг/кг почвы, для слоя 25-50 см – 16,4 мг/кг. Определить запас нитратного азота в почве, если плотность пахотного слоя 1,13 г/см³, подпахотного 1,29 г/см³.
2. В почве содержится 74 мг/кг доступного фосфора. Коэффициент использования фосфора из почвы (Кп) составляет 12 %. Определить возможную урожайность зелёной массы кукурузы без применения удобрений.
3. Достаточна ли норма гипса в количестве 15 т/га, если содержание обменного натрия в слое 0-30 см составляет 6,2 мг.-экв/100 г, плотность почвы 1,36 г/см³, S - 33,7 мг.-экв/100 г. Содержание основного вещества в гипсе 70 %, влажность 7 %.
4. Запас минерального азота перед посевом в почве (слой 0-60 см) составляет 61 кг/га. Определить возможный уровень урожайности яровой пшеницы, если коэффициент использования азота из почвы (Кп) равен 60 %.
5. К какому классу обеспеченности относится почва, если содержание доступного фосфора по Кирсанову составляет 51 мг/кг, а содержание подвижного калия 124 мг/кг почвы.
6. Определить общий запас азота в почве, если его содержание в слое 0-27 см составляет 0,34 %. Плотность почвы 1,22 г/см³.
7. Определить остаточную кислотность почвы, если внесено 12 т/га известняка (65%). Гидролитическая кислотность равна 7 мг.-экв/100 г, плотность почвы 1,22 г/см³, глубина обработки 30 см.
8. Перед посевом кукурузы в корнеобитаемом (0-60 см) слое почвы среднее содержание нитратного азота составило 12 мг/кг. Плотность пахотного слоя (0-25 см) 1,13 г/см³, подпахотного - 1,31 г/см³. Нужно ли вносить азотные удобрения, если планируется получить 300 ц зелёной массы кукурузы. Коэффициент использования азота из почвы (Кп) равен 0,75 (75 %).
9. По данным агрохимического обследования в пахотном слое почвы содержание доступного P₂O₅ – 47,8 мг/кг почвы, K₂O – 131,9 мг/кг. Определить запас этих элементов питания в слое 0-22 см, если плотность почвы составляет 1,16 г/см³.

10. При известковании поля фактическая доза извести (80 % CaCO_3) составила 8 т/га. Определить остаточную кислотность почвы, если Нг до известкования составляла 7,4 мг.-экв./100 г, глубина внесения 18 см, плотность почвы - 1,27 г/см³.
11. Рассчитать дозу гипса (65 %) для мелиорации солонца среднего, если мощность гор. А1 - 0-15 см, А2 - 15-34 см. Содержание обменного натрия в А1 - 2 мг.-экв./100 г, А2 - 7,5 мг.-экв./100 г. Плотность А1 - 1,22 г/см³, А2 - 1,35 г/см³. Т1 - 33 мг.-экв./100 г, Т2 - 36,5 мг.- экв./100 г.
12. Рассчитать дозу извести для мелиорации пахотного слоя 0-25 см, если гидролитическая кислотность в горизонте А1 - 5,5 мг.-экв./100 г почвы, в горизонте А2 - 4,9 мг.-экв./100 г. Мощность горизонта А1 - 18 см, горизонта А2 - 18-30 см, плотность горизонта А1 - 1,21, А2 - 1,24 г/см³.
13. Сколько потребуется извести для мелиорации одного поля севооборота площадью 150 га, если Нг = 7,16 мг.-экв./100 г содержание действующего вещества в извести 80 %. Глубина вспашки 18 см, плотность почвы 1,23 г/см³.
14. Сколько потребуется извести для мелиорации поля площадью 155 га, если средняя гидролитическая кислотность равна 5,31 мг.-экв./100 г почвы, содержание действующего вещества в извести 88 %.
15. Содержание гумуса в слое 0-25 см составляет 3,95 %, коэффициент минерализации гумуса под растениями равен 0,015 %. Определить возможную урожайность яровой пшеницы, если на 1 т зерна потребляется 35 кг азота, а коэффициент использования минерального азота из почвы составляет 50 %.
16. Урожай озимой пшеницы составил 2,8 т/га, содержание азота в зерне 2,37 %, в соломе 0,47 %. В корнеобитаемом слое почвы содержалось 84 кг/га нитратного азота и 39 кг/га аммонийного. Определить коэффициент использования азота озимой пшеницей.
17. Урожайность ячменя составила 2,5 т/га при содержании обменного калия в пахотном слое 114,1 мг/кг почвы. Определить коэффициент использования калия из почвы.

ТЕСТ

1. Белая окраска и светлые тона других окрасок обусловлены присутствием:
 - А. каолинита, гипса, водорастворимых солей, оксидов марганца;
 - В. кварца, каолинита, извести, гипса, водорастворимых солей, гидроксидов алюминия;
 - С. кварца, двухвалентного железа, гидроксида алюминия, каолинита.
2. Голубая или сизая окраска горизонтов средней или нижней части профиля указывают на процесс:
 - А. подзолистый;
 - В. болотный;
 - С. солончаковый.
3. Пятнистая окраска выделяется в случае, когда:
 - А. на фоне основной окраски горизонта выделяются пятна другого цвета;
 - В. окраска горизонта пестрая с наличием узоров и пятен разного цвета;
 - С. выделяется наличие мелких пятнышек различного цвета по однородному фону окраски горизонта.
4. Агрегаты с размером $<0,25$ мм соответствуют структуре:
 - А. пылевой;
 - В. мелкоореховой;
 - С. пластинчатой.
5. К какому типу структуры относятся глыбистые агрегаты:
 - А. призмическому;
 - Б. плитовидному;
 - В. кубовидному.
6. Для каких горизонтов характерна ореховатая структура:
 - А. иллювиальных;
 - Б. гумусово-аккумулятивных;
 - В. карбонатно-аккумулятивных.
7. Для каких горизонтов характерно очень плотное сложение:
 - А. иллювиальных;
 - Б. солонцовых;
 - В. глеевых.
8. Пористое сложение выделяют при размере пор:

А. 3-5 мм;

Б. <1 мм;

В. 1-3 мм.

9. Трещиноватое сложение выделяют при размере трещин:

А. >10 мм;

Б. 3-10 мм;

В. <3 мм.

10. Новообразованиями называют:

А. соединения, возникшие в почве вследствие химических процессов;

Б. скопления легкорастворимых солей, гипса, извести, органических веществ;

В. скопление веществ различной формы и химического состава, которые формируются и откладываются в горизонтах почвы.

11. Конкреции и стяжения - это:

А. скопление различных веществ более или менее округлой формы;

Б. вещества, занимающие ходы червей или корней;

В. вещества, накапливающиеся в больших количествах, пропитывая отдельные слои почвы.

12. Скопления оксидов и гидрооксидов железа характерно для:

А. черноземов;

Б. солонцов;

В. дерново-подзолистых почв.

13. Для каких процессов характерна кремнезёмистая присыпка:

А. иллювиального;

Б. подзолистого;

В. дернового.

14. Капролиты - это:

А. сгнившие крупные корни растений;

Б. пустые или заполненные ходы роющих животных;

В. кусочки почвы, прошедшие через пищеварительный тракт червей.

15. Под включениями понимаются:

А. инородные тела в профиле почвы, присутствие которых не связано с характером почвообразовательного процесса;

Б. остатки животных и растений;

В. обломки горных пород, находящиеся в почве вследствие особенностей материнской породы.

16. Постепенный переход между горизонтами выделяется в случае, если:

А. граница между соседними горизонтами прослеживается в профиле четко и может быть выделена на стенке разреза с неопределенностью в пределах 1-3 см;

Б. граница может быть выделена лишь с неопределенностью более 5 см;

В. граница прослеживается с неопределенностью в пределах 3-5 см.

17. Дернина выделяется в случае, если:

А. корни составляют более 50 % объема горизонта; слой ломается и крошится с трудом;

Б. корни образуют сплошную каркасную сеть;

В. несколько корней имеется в каждом квадратном дециметре стенки разреза.

18. Какой гранулометрический состав имеет почва, если шнур при сворачивании в кольцо дает несколько трещин:

А. легкосуглинистый;

Б. среднесуглинистый;

В. тяжелосуглинистый.

19. Для каких подзолистых почв характерно образование иллювиально-гумусовых горизонтов?

А. глинистых;

Б. среднесуглинистых;

В. песчаных.

20. В каком горизонте подзолистых почв максимальное содержание полутораоксидов?

А. A_1A_2 ;

Б. A_2 ;

В. В.

21. Какой цвет характерен для элювиального горизонта подзолистых почв?

А. темно-серый;

Б. белесый;

В. охристо-бурый.

22. Какие подзолистые почвы вскипают от 10% НСІ в нижней части профиля?

А. обычные;

- Б. иллювиально-железистые;
- В. остаточно-карбонатные.

23. Какое строение профиля имеют целинные подзолистые почвы?

- А. $A_0 - A - B_1 - B_k - C$;
- Б. $A_1 - A_1B - B - C$;
- В. $A_0 - A_0A_1 - A_2 - A_2B - B - C$.

24. Какой процесс характеризует сущность оподзоливания?

- А. аккумуляция гумуса в верхнем горизонте;
- Б. разрушение почвенных минералов и вынос продуктов разрушения;
- В. накопление ила в верхней части профиля почв.

25. Какие породы преобладают в таежно-лесной зоне?

- А. бескарбонатные четвертичные отложения;
- Б. лёссы;
- В. морены.

26. Какая мощность гумусового горизонта в подзолистых почвах?

- А. 0-5 см;
- Б. 5-10 см;
- В. >15 см.

27. Каким индексом обозначают элювиальный горизонт подзолистых почв?

- А. A_1 ;
- Б. A_2 ;
- В. В.

28. К какому таксономическому уровню подзолистых почв относятся глееподзолистые почвы?

- А. типу;
- Б. подтипу;
- В. роду.

29. Какая особенность состава характерна для горизонта В дерново-подзолистых почв по сравнению с горизонтом A_1 ?

- А. обогащение кремнеземом;
- Б. накопление карбонатов;
- В. обогащение оксидами железа.

30. Какое строение профиля имеют дерново-подзолистые целинные почвы?

- А. $A_0 - A_1 - A_1B - C$;

Б. $A_0 - A_1 - A_2 - A_2B - C$;

В. $A_0 - A - B_1 - B_2 - C$.

31. Какие особенности состава и свойств почвообразующих пород благоприятствуют накоплению гумуса в дерново-подзолистых почвах?

А. повышенное содержание оснований и ила;

Б. высокое содержание кремнезема;

В. обогащенность пород крупнопылевой фракцией.

32. Какие из перечисленных почв наиболее благоприятны для вовлечения их в пахотные угодья?

А. дерново-сильноподзолистые;

Б. дерново-глеевые;

В. дерново-карбонатные.

33. Какое строение профиля имеют серые лесные почвы?

А. $A_0 - A_1A_2 - A_2B - B_1 - B_2 - C$;

Б. $A_0 - A_1 - A_2 - B - C$;

В. $A_0 - A - AB - B_1 - B_2 - BC - C$.

34. Какие новообразования характерны для серых лесных почв?

А. железо-марганцевые конкреции;

Б. карбонатный мицелий;

В. кремнеземистая присыпка.

35. К какому таксономическому уровню следует отнести светло-серую осолодевшую почву?

А. разряду;

Б. подтипу;

В. роду.

36. Какой подтип черноземов имеет ниже гумусового слоя иллювиально-карбонатный горизонт?

А. оподзоленный;

Б. выщелоченный;

В. южный.

37. Какие новообразования характерны для черноземов оподзоленных?

А. белоглазка;

Б. кремнеземистая присыпка;

В. легкорастворимые соли.

38. Какое строение профиля имеют черноземные почвы?

А. $A_{II} - A_2 - A_2B - B - C$;

Б. $A_{\text{п}} - A - B_1 - B_2 - C$;

В. $A_{\text{п}} - A_1A_2 - A_2B - B - C$.

39. Какие новообразования типичны для южных черноземов?

А. кремнеземистая присыпка;

Б. журавчики;

В. белоглазка.

40. Какой процесс является наиболее яркой чертой черноземообразования?

А. оглинение;

Б. оподзоливание;

В. гумусово-аккумулятивный.

41. Какой процесс почвообразования является ведущим при формировании каштановых почв?

А. солонцовый;

Б. осолодение;

В. гумусово-аккумулятивный.

42. Среди каких почв чаще всего наблюдается солонцеватость?

А. светло-каштановых;

Б. каштановых;

В. лугово-каштановых.

43. Какое строение профиля имеют каштановые почвы?

А. $A_{\text{п}} - B_1 - B_{\text{к}} - C$;

Б. $A_{\text{п}} - A_2 - A_2B - C$;

В. $A_1 - A_1A_2 - B - C$.

44. Поглотительная способность почвы – это:

А. свойство обменно или необменно поглощать различные твердые, жидкие и газообразные вещества или изменять их концентрацию у поверхности коллоидных частиц;

Б. способность поглощать и удерживать на поверхности коллоидных частиц различные твердые, жидкие и газообразные вещества;

В. свойство поглощать с водным или воздушным потоком твердые частицы.

45. С каким видом поглотительной способности связано образование в почве труднорастворимых соединений, выпадающих из раствора в осадок:

А. механическая;

Б. физико-химическая;

В. химическая.

46. Какой вид поглотительной способности благоприятствует естественному вымыванию нитратов из почвы:

А. химическая;

Б. физико-химическая;

В. физическая.

47. Какой вид поглотительной способности обусловлен наличием ППК, связанного с почвенными катионами:

А. физико-химическая;

Б. химическая;

В. биологическая.

48. Почвенный поглощающий комплекс – это:

А. все звенья твердой фазы почвы, способные к поглощению вещества;

Б. суммарная поверхность почвенных частиц;

В. совокупность почвенных коллоидов вместе с поглощенными ионами на коллоидах.

49. Почвенные коллоиды – это частицы с размером:

А. $<0,0001$ мм;

Б. $0,2-0,001$ мкм;

В. $0,2-1$ мкм.

50. Как называются почвенные коллоиды, имеющие в потенциалоопределяющем слое положительно заряженные ионы и диссоциирующие в раствор Н-ионы:

А. ацидоиды;

Б. базоиды;

В. амфолитоиды.

51. Как называются почвенные коллоиды, имеющие в потенциалоопределяющем слое отрицательно заряженные ионы и диссоциирующие в раствор ОН-ионы:

А. ацидоиды;

Б. базоиды;

В. амфолитоиды.

52. Ясно выраженными свойствами ацидоидов обладают:

А. кремнекислота, глинистые минералы, белки;

Б. гуминовая кислота, кремнекислота, гидроксиды железа и алюминия;

В. гуминовая кислота, кремнекислота, глинистые минералы.

53. Коагуляция коллоидов – это:
- А. процесс соединения коллоидных частиц и образование геля из золя;
 - Б. процесс агрегирования коллоидов;
 - В. процесс перехода коллоида из состояния геля в состояние золя.
54. В состоянии золя находятся в почве коллоиды, насыщенные:
- А. двухвалентными катионами;
 - Б. двух- и трехвалентными катионами;
 - В. одновалентными катионами.
55. Состав обменных катионов в черноземе выщелоченном:
- А. Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , H^+ ;
 - Б. Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ ;
 - В. Ca^{+2} , K^+ , Na^+ , H^+ .
56. Состав обменных катионов в подзолистой почве:
- А. H^+ , Al^{+3} , Ca^{+2} , Mg^{+2} ;
 - Б. H^+ , Al^{+3} , Ca^{+2} , Na^+ ;
 - В. Al^{+3} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ .
57. Состав обменных катионов в темно-каштановой солонцеватой почве:
- А. Ca^{+2} , Mg^{+2} , H^+ , Na^+ ;
 - Б. Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , H^+ ;
 - В. Ca^{+2} , Mg^{+2} , Al^{+3} , H^+ .
58. Величина ЕКО в черноземах, м-экв/100 г:
- А. 25-45;
 - Б. 40-60;
 - В. 10-20.
59. Оценка ЕКО, равная 27 м-экв/100г:
- А. высокая;
 - Б. средняя;
 - В. низкая.
60. В каких почвах значения суммы обменных оснований количественно равны емкости катионного обмена:
- А. каштановая;
 - Б. чернозем опожделенный;
 - В. солодь.
61. Почва, ненасыщенная основаниями:
- А. чернозем обыкновенный;
 - Б. серозем;

В. серая лесная.

62. Почва, насыщенная основаниями:

А. чернозем выщелоченный;

Б. солонец;

В. дерново-подзолистая.

63. Актуальная кислотность обусловлена наличием:

А. катионов алюминия в почвенном растворе;

Б. ионов водорода в почвенном растворе;

В. водорода и алюминия в ППК.

64. Оптимальные значения плотности почвы для зерновых культур, г/см³:

А. 1,0-1,2;

Б. 0,8-1,0;

В. 1,3-1,6.

65. При каких значениях плотности почвы пористость ее возрастает:

А. 1,6;

Б. 0,8;

В. 1,2.

66. Какая из категорий почвенной воды доступна растениям:

А. свободная;

Б. капиллярно-подвешенная;

В. рыхлосвязанная.

67. Как называется форма химически связанной воды, представленная в почве целыми водными молекулами кристаллогидратов, например таких солей, как гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:

А. гидратная;

Б. кристаллизационная;

В. конституционная.

68. Признаки прочносвязанной воды:

А. не подвижная, удерживается очень высоким давлением, образует тончайшие пленки, не доступна растениям;

Б. сорбированная, удерживается давлением порядка $(1-10) \cdot 10^5$ ПА, образует полимолекулярную пленку, вязкожидкая;

В. полная неподвижность, плотность достигает 1,5-1,8 г/см³, не замерзает, не растворяет электролиты, имеет повышенную вязкость, не доступна растениям.

69. Какая из форм свободной воды содержится в слое почвы непосредственно над водоносным горизонтом:
- А. капиллярно-подпертая;
 - Б. капиллярно-подвешенная;
 - В. капиллярно-посаженная.
70. Какая из форм почвенной воды находится вне влияния сорбционных и капиллярных сил:
- А. гравитационная;
 - Б. подперто-подвешенная;
 - В. просачивающаяся гравитационная.
71. Какая из почвенно-гидрологических констант соответствует доступности воды растениям:
- А. НВ;
 - Б. ВЗ;
 - В. $> ВЗ$.
72. Подвижность капиллярной воды уменьшается, если:
- А. $ВРК \rightarrow ВЗ$;
 - Б. $ВРК \rightarrow НВ$;
 - В. $НВ \rightarrow ПВ$.
73. Типичные значения $МАВ$ в гор. $A_{пах}$ чернозема тяжелосуглинистого, %:
- А. 1-2;
 - Б. 3-4;
 - В. 10-12.
74. Типичные значения $ВЗ$ в гор. $A_{пах}$ каштановой суглинистой почвы, %:
- А. < 5 ;
 - Б. > 5 ;
 - В. 8-10.
75. Типичные значения $НВ$ в гор. $A_{пах}$ серой лесной тяжелосуглинистой почвы, %:
- А. 32-38;
 - Б. 45-50;
 - В. > 50 .
76. Водопроницаемость почвы зависит от:
- А. грансостава, гумуса, структурного состояния, ЕКО, плотности, длительности увлажнения;

Б. грансостава, гумуса, ЕКО, состава обменных катионов, структурного состояния, плотности, пористости, влажности, длительности увлажнения;

В. грансостава, гумуса, структурного состояния, обменного Ca^{++} , плотности, влажности.

77. . Оценка водопроницаемости почвы, если она равна 70-100 мм:

А. хорошая;

Б. удовлетворительная;

В. неудовлетворительная.

78. Тип водного режима при $\text{ГТК} > 1$:

А. непромывной;

Б. промывной;

В. выпотной.

79. Тип водного режима при $\text{ГТК} < 1$:

А. промывной;

Б. непромывной;

В. выпотной.

80. Доступная вода, переходящая в избыточную, лежит в пределах между:

А. ВЗ - ВРК;

Б. ВРК – НВ;

В. НВ – ПВ.

81. Чем обусловлена обменная кислотность минеральных горизонтов подзолистых почв:

А. наличием фульвокислот в почвенном растворе;

Б. присутствием свободной угольной кислоты ;

В. наличием в обменном состоянии K^+ ;

Г. наличием в обменном состоянии ионов H^+ и Al^{3+} ;

82. Какая степень насыщенности основаниями характерна для горизонта A_2 подзолистых почв:

А. $< 50\%$;

Б. $50 - 75\%$;

В. $75 - 85\%$;

Г. $> 85\%$;

83. Какой горизонт подзолистых почв имеет наибольшую емкость поглощения:

А. $\text{A}_1 \text{A}_2$;

Б. А₂;

В. А₂ В;

Г. В ;

84. Какая реакция характерна для подзолистых почв:

А. кислая и сильнокислая;

Б. слабокислая;

В. нейтральная;

Г. слабощелочная

85. Какой состав обменных катионов в подзолистых почвах:

А. Са, Mg, Na, К;

Б. Са, Mg;

В. Са, Mg, Н, Al;

Г. Н, Al ;

86. Что такое степень насыщенности почвы основаниями:

А. общее количество всех катионов в ППК;

Б. общее количество катионов в ППК и почвенном растворе;

В. сумма катионов, вытесненных из ППК в обмен на другие катионы;

Г. сумма поглощенных оснований, выраженная в % от емкости поглощения;

87. Какая степень насыщенности основаниями преобладает в дерново – подзолистых почвах:

А. 10 – 20%;

Б. 20 – 40%;

В. 40 – 70%;

Г. >70%;

88. К какой группе по степени кислотности следует отнести дерново – подзолистую почву с $pH_{KCL} = 4,4$:

А. слабокислых;

Б. среднекислых;

В. сильнокислых;

Г. нейтральных;

89. Какой горизонт серых лесных почв имеет наибольшую емкость поглощения:

А. А_{пах} ;

Б. А₁А₂;

В. А₂В;

Г. В;

90. Что такое актуальная кислотность:
- А. кислотность, обусловленная повышенной концентрацией ионов Н по сравнению с ионами ОН в почвенном растворе;
 - Б. кислотность, обусловленная корневыми выделениями растений;
 - В. кислотность, обусловленная ионами Н, входящими в состав ППК;
91. Какой вид агрохимической мелиорации будете использовать на почвах элювиального ряда:
- А. известкование;
 - Б. глинование ;
 - В. гипсование;
 - Г. пескование;
92. На каких темно-серых почвах наиболее эффективно применение фосфоритной муки:
- А. темно – серых глеевых;
 - Б. темно – серых остаточно – карбонатных;
 - В. темно – серых обычных ($Hr = 5$ ммоль/100г. почвы, $EKO = 20$ ммоль/100г. почвы);
 - Г. темно –серых обычных $Hr = 1,5$ ммоль/100г. почвы, $EKO = 25$ ммоль/100г. почвы);
93. К какой степени солонцеватости надо отнести южный чернозем с содержанием обменного $Na^+ = 12\%$ от емкости поглощения:
- А. несолонцеватый;
 - Б. слабой;
 - В. средней;
 - Г. сильной.
94. Какую реакцию имеют каштановые почвы в верхнем горизонте:
- А. кислую;
 - Б. сильнощелочную;
 - В. слабокислую;
 - Г. слабощелочную.
95. Для какого горизонта солонца характерна наибольшая емкость поглощения:
- А. A_1 ;
 - Б. B_1 ;
 - В. B_2 ;
 - Г. С .

96. Чем обусловлена щелочная реакция почвенного раствора в почвах солонцового типа:

- А. наличием солей NaCl;
- Б. присутствием в обменном состоянии иона Mg^{2+} ;
- В. наличие соды и обменного натрия;
- Г. присутствием солей Na_2SO_4 ;

97. Какой из ионов водорастворимых солей характеризуется наибольшей токсичностью:

- А. SO_4^{2-} ;
- Б. HCO_3^- ;
- В. CO_3^{2-} ;
- Г. Cl.

98. Укажите приемы мелиорации высокогипсового высококарбонатного среднестолбчатого многонатриевого солонца:

- А. промывка ;
- Б. гипсование;
- В. «самомелиорация»;
- Г. кислование.

99. Какие культуры – освоители предпочтительнее использовать при мелиорации солонцовых почв в условиях орошения:

- А. яровую пшеницу;
- Б. кормовые;
- В. бахчевые ;
- Г. многолетние травы.

100. В каких случаях рекомендуется сочетать промывку засоленных почв с внесением гипса:

- А. при кальциево – магниевом засолении ;
- Б. при кальциевом засолении;
- В. при натриевом засолении;
- Г. при магниевом- кальциевом засолении.

101. Какие из указанных культур являются наиболее солеустойчивыми: А. свекла сахарная и кормовая, донник белый, хлопчатник;

- Б. яровая пшеница, томаты, люцерна;
- В. ячмень, просо, сорго;
- Г. клевер, огурцы, бобы.

102. Какие солонцы наиболее трудны для земледельческого освоения:

А. корковые;

Б. средние;

В. мелкие;

Г. глубокие.

103. Развитие каких процессов возможно при поливе минерализованными водами:

А. осолонцевания и засоления;

Б. улучшение структурообразования;

В. осолодения;

Г. активизация процессов гумусонакопления.

104. Под какие культуры больше всего рекомендуют применять гипс на кислых почвах:

А. пшеницу;

Б. лен;

В. горох;

Г. кормовые корнеплоды.

105. Основоположник отечественной школы агрохимиков

А. Д.И. Менделеев

Б. Д.Н. Прянишников

В. А.Т. Болотов

Г. П.А.Костычев

106. Что такое критический период питания растений

А. период вегетации, в который дефицит какого – либо элемента питания несмотря на ограниченные размеры потребления, вызывает резкое ухудшение роста и развития растений

Б. начальный период вегетации

период вегетации, в который растение нуждается в максимальном

В. количестве питательных элементов

Г. период от бутонизации до цветения

107. Назовите элементы питания участвующие в передаче наследственной информации

А. N

Б. P

В. K

Г. Mg

108. Назовите элемент питания, усиливающий развитие вегетативных органов растения

А. N

Б. Fe

В. P

Г. Mn

109. Назовите элемент, который входит в состав молекулы хлорофилла

А. K

Б. Ca

В. Mg

Г. Al

110. Автором, какой теории является французский ученый Ж.Б. Буссенго

А. гумусовой теории

Б. азотной теории

В. теории удобрения

Г. теории удобрения и истощения почв

111. Назовите элемент питания, ускоряющий созревание растений

А. S

Б. P

В. K

Г. H

112. Назовите элемент питания, способствующий накоплению углеводов

А. K

Б. Ca

В. Fe

Г. S

113. Назовите элемент питания, повышающий морозоустойчивость

А. Ca

Б. K

В. P

Г. Fe

114. В каком виде поступает в растение калий

А. катионов

Б. анионов

В. анионов и катионов

Г. целой молекулы

115. Какие растения обладают способностью использовать труднорастворимые фосфаты почвы

А. пшеница, овес

Б. гречиха, донник, горох

В. люцерна, клевер

Г. кукуруза, корнеплоды

116. Какова основная физиологическая функция бора в растениях

А. увеличение роста пыльцевых трубок

Б. регулирование ауксинового обмена

В. синтез и передвижение стимуляторов роста

Г. улучшение углеводного обмена

117. Кто является автором учения о необходимости возврата минеральных веществ в почву

А. Ж.Б. Буссенго

Б. Ю. Либих

В. К.А. Тимирязев

Г. Д.Н. Прянишников

118. Назовите элементы питания, снижающие содержание NO_3 в продукции

А. К

Б. Мо

В. S

Г. В

119. В каком виде поступает азот в растение

А. катионов и анионов

Б. катионов

В. Анионов

Г. в виде целой молекулы соли

120. Назовите классика отечественной агрохимии и почвоведения, основные труды которого посвящены поглотительной способности почвы

А. Д.Н.Прянишников

Б. Н.С. Авдонин

В. К.К. Гедройц

Г. А.В. Петербургский

121. Назовите элемент питания, участвующий в делении клеток верхушечной меристемы

- А. К
- Б. Са
- В. Мо
- Г. В

122. Назовите элементы питания, снижающие полегание растений

- А. N
- Б. P
- В. К
- Г. S

123. Какие удобрения способствуют увеличению сухого вещества и сахаров в плодах и снижают содержание нитратов

- А. азотно – фосфорные
- Б. фосфорно – калийные
- В. азотно – калийные
- Г. азотные

124. При недостатке какого микроэлемента происходит отмирание точки роста и опадание завязи

- А. Мо
- Б. Zn
- В. Cu
- Г. В

125. Из каких удобрений может в большей степени теряться азот в газообразной форме:

- А. KNO_3 ;
- Б. NH_4NO_3 ;
- В. NH_4OH ;
- Г. $CO(NH_2)_2$.

126. Какие из предложенных удобрений снижают заболеваемость растений грибными заболеваниями:

- А. N;
- Б. P;
- В. К;
- Г. В.

127. Какое удобрение при внесении в почву без заделки быстро переходит в форму углекислого аммония:

- А. $(NH_4)_2SO_4$;
- Б. $NaNO_3$;

В. NH_4OH ;

Г. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

128. Какие из удобрений обладают слабой физиологической щелочностью:

А. карбамид;

Б. аммиачная селитра;

В. кальциевая селитра;

Г. аммиачная вода.

129. Какое азотное удобрение соответствует нитратной форме азота:

А. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

Б. KNO_3 ;

В. NH_4OH ;

Г. CaCN_2 .

130. Какое азотное удобрение пригодно для внесения в рядки:

А. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

Б. NaNO_3 ;

В. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$;

Г. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

131. Почему аммиачные удобрения нельзя смешивать со щелочами:

А. образуются труднорастворимые соединения;

Б. улетучивается аммиак;

В. происходит ретроградация;

Г. образуется смесь, обладающая высокой гигроскопичностью.

132. Какое фосфорное удобрение соответствует форме монофосфата кальция:

А. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;

Б. CaHPO_4 ;

В. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$;

Г. $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$.

133. Назовите фосфорное удобрение, которое применяется в чистом виде только на кислых почвах:

А. простой суперфосфат;

Б. двойной суперфосфат;

В. фосфоритная мука;

Г. вивианит

134. Назовите фосфорное удобрение, которое вносится только вразброс:

А. двойной суперфосфат;

Б. преципитат;

В. простой суперфосфат;

Г. фосфоритная мука

135. Какая формула соответствует калиймагу:

А. KCl ;

Б. $KCl + NaCl$;

В. $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$;

Г. K_2CO_3 .

136. Каким элементом наиболее богата древесная зола:

А. P;

Б. Ca;

В. K;

Г. N;

137. Какой птичий помет превосходит навоз:

А. помет уток;

Б. помет гусей;

В. куриный помет.

Г. птичий помет

138. 14. Почему торф повышает санитарное состояние ферм:

А. обладает высокой емкостью поглощения;

Б. имеет высокую влагоемкость;

В. отличается бактерицидностью;

Г. поглощает газы.

139. При каком способе хранения навоза обеспечивается наибольшее сохранение азота и органического вещества:

А. горячий (рыхлый);

Б. холодный (плотный);

В. рыхло – плотный.

Г. в гуртах

140. Что дает смешивание навоза с фосфоритной мукой:

А. усиливает разложение навоза;

Б. переводит фосфор в доступное состояние;

В. увеличивает количество питательных веществ.

Г. нейтрализует реакцию среды

141. Назовите органические удобрения на основе отходов животноводства:

- А. подстилочный навоз;
- Б. бесподстилочный навоз;
- В. птичий помет;
- Г. торф;

142. Назовите комплексные удобрения из группы сложных:

- А. нитрофоска;
- Б. аммофос;
- В. нитроаммофоска;
- Г. калийная селитра.

143. Назовите наиболее концентрированные калийные удобрения:

- А. калийная соль;
- Б. сильвинит;
- В. сульфат калия.
- Г. зола

144. Назовите наиболее концентрированные калийные удобрения:

- А. калийная соль;
- Б. сильвинит;
- В. сульфат калия.
- Г. зола

145. Какие удобрения повышают биосинтез белка:

- А. N;
- Б. P;
- В. S;
- Г. В.

146. Какое удобрение относится к промышленным тукам:

- А. известь;
- Б. мочевины;
- В. зола;
- Г. глинозем

147. Назовите агрохимикат косвенного действия:

- А. мочевины;
- Б. фосфоритная мука;
- В. цеолит;
- Г. сульфат калия.

148. Назовите нитратное азотное удобрение:

- А. мочевины;
- Б. хлористый аммоний;

В. калийная селитра

Г. сульфат аммония.

149. Какие из удобрений обладают слабой физиологической щелочностью:

А. карбамид;

Б. аммиачная селитра;

В. кальциевая селитра;

Г. аммиачная вода.

150. Какое азотное удобрение может подвергаться в почве частичной нитрификации:

А. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

Б. NaNO_3 ;

В. NH_4NO_3 ;

Г. KNO_3 .

151. Назовите водорастворимые формы фосфорных удобрений:

А. фосфоритная мука;

Б. двойной суперфосфат;

В. преципитат;

Г. вивианит

152. Какое фосфорное удобрение может в большей степени подвергаться ретроградации:

А. фосфоритная мука;

Б. двойной суперфосфат,

В. фосфатшлак;

Г. преципитат

153. Назовите наиболее концентрированное комплексное удобрение:

А. нитроаммофос;

Б. нитроаммофоска;

В. аммофос.

Г. кристаллин

154. Укажите органические удобрения на основе продукции растениеводства:

А. торф;

Б. солома;

В. ботва;

Г. компост.

155. Какое сырье содержит значительное количество отмерших водорослей:

- А. цеолит;
- Б. вермикомпост;
- В. сапрпель;
- Г. бентонит.

156. Назовите инертный компонент для компостирования:

- А. птичий помет;
- Б. солома;
- В. навоз;
- Г. сидерат

157. Назовите комплексные удобрения из группы сложных:

- А. нитрофоска;
- Б. аммофос;
- В. нитроаммофоска;
- Г. калийная селитра.

158. Назовите комбинированное удобрение:

- А. двойной суперфосфат;
- Б. аммофос;
- В. диаммофоска.

159. Назовите наиболее концентрированное комплексное удобрение:

- А. нитроаммофос;
- Б. нитроаммофоска;
- В. аммофос.

160. Какое удобрение может заменить двойной суперфосфат:

- А. аммофос;
- Б. нитрофоска;
- В. азофоска.

161. Инертный компонент для компостирования:

- А. солома;
- Б. птичий помет;
- В. навоз.

162. Что дает смешивание навоза с фосфоритной мукой:

- А. усиливает разложение навоза;
- Б. переводит фосфор в доступное состояние;
- В. увеличивает количество питательных веществ.

163. Что дает смешивание торфа с известью:
- А. снижает кислотность;
 - Б. увеличивает качество извести;
 - В. повышает кислотность торфа.
164. Смешивание лигнина с фосфоритной мукой приводит к:
- А. растворению фосфора;
 - Б. химическому поглощению;
 - В. осаждению.
165. Смешивание торфа с фекалиями сопровождается:
- А. обогащением питательными веществами;
 - Б. разложением торфа;
 - В. снижением кислотности.
166. При каком способе хранения навоза обеспечивается наибольшее сохранение азота и органического вещества:
- А. горячий (рыхлый);
 - Б. холодный (плотный);
 - В. рыхло – плотный.
167. Под какие культуры лучше вносить натриевую селитру:
- А. пшеницу;
 - Б. корнеплоды;
 - В. кукурузу;
 - Г. картофель.
168. Какие удобрения лучше вносить в качестве припосевного удобрения:
- А. мочевины;
 - Б. хлористый калий;
 - В. аммиачную селитру;
 - Г. суперфосфат.
169. Укажите лучший срок подкормки белокочанной капусты калийными удобрениями :
- А. всходы;
 - Б. образования розетки листьев;
 - В. интенсивного роста кочана;
 - Г. при высадке рассады.
170. Внесение каких удобрений под корнеплоды свеклы и моркови может привести к разветвлению и ухудшению формы корнеплодов:
- А. полуперепревший навоз;

- Б. комплексные удобрения;
- В. слабоперепревший навоз;
- Г. перегной.

171. Какой птичий помет превосходит навоз:

- А. помет уток;
- Б. помет гусей;
- В. куриный помет.

172. Питание какими элементами вызывает израстание ботвы и задерживает клубнеобразование у картофеля:

- А. РК;
- Б. N;
- В. P;
- Г. K;
- д) NPK.

173. С какой целью применяют поздние некорневые подкормки раствором мочевины:

- А. для повышения сахаристости свеклы;
- Б. для повышения белковости зерна пшеницы;
- В. для повышения урожаев овощных и бахчевых культур.

174. Каким элементом наиболее богата древесная зола:

- А. P;
- Б. Ca;
- В. K;
- Г. N;
- д) Si.

175. Укажите лучший срок и способ внесения азотных туков при удобрении сенокосов:

- А. рано весной вразброс по поверхности почвы;
- Б. перед первым укосом вразброс;
- В. перед вторым укосом локально;
- Г. осенью, после второго укоса локально;
- д) осенью, после второго укоса вразброс.

176. В течение какого периода происходит поглощение азота кукурузой:

- А. до созревания;
- Б. до выметывания метелки;
- В. от всходов до кущения;

Г. во второй половине вегетации.

177. В какой период вегетации картофель наиболее требователен к азоту:

- А. до цветения;
- Б. после цветения;
- В. во время всходов;
- Г. в период созревания.

178. Каково назначение основного удобрения:

- А. в первый период жизни;
- Б. в критический период жизни;
- В. в период созревания;
- Г. в течение всего периода вегетации.

179. На какой период вегетации озимой ржи приходится максимум потребления питательных веществ:

- А. в фазу всходов;
- Б. в фазу кущения и выхода в трубку;
- В. в фазу налива зерна;
- Г. в фазу молочной и восковой спелости;
- д) в период налива зерна до полной спелости.

180. В какой период вегетации капуста наиболее требовательна к азоту: А. до начала завязывания кочана;

- Б. в период прорастания;
- В. до всходов;
- Г. во время формирования кочана.

181. Какой период у злаков является критическим в отношении калийного питания:

- А. первые 15 дней после всходов;
- Б. от колошения до цветения;
- В. от молочной спелости до созревания;
- Г. от кущения до выхода в трубку.

182. Какие культуры наиболее чувствительны к хлорсодержащим калийным удобрениям:

- А. яровая пшеница, ячмень;
- Б. картофель, табак;
- В. кукуруза подсолнечник;
- Г. просо, овес;
- д) люцерна, клевер.

183. Укажите внешние признаки цинковой недостаточности у растений: А. растения сильно вытягиваются и полегают;
Б. подавляется деление клетки и сдерживается рост междоузлий;
В. поражаются точки роста;
Г. происходит побурение растений.
184. Какой период у зерновых является критическим в отношении фосфорного питания:
А. первые 15 дней после всходов;
Б. 25-40 дней после всходов;
В. фаза цветения;
Г. фаза колошения.
185. Каково назначение припосевного удобрения:
А. в первый период жизни;
Б. в критический период;
В. в период созревания;
Г. в течение всего периода вегетации.
186. В какой период заканчивается поглощение калия яровой пшеницей:
А. до фазы трубкования;
Б. перед наливом зерна;
В. к фазе цветения (или колошения);
Г. до фазы кущения;
д) до восковой спелости.
187. В какую фазу развития растениями подсолнечника используется около 70% фосфора и калия:
А. в фазу цветения;
Б. в фазы формирования и налива семян;
В. в фазе активного роста;
Г. от фазы всходов до цветения.
188. Какой прием повышает урожай плодов огурца на 35-40%:
А. подкормка азотом;
Б. внесение органических удобрений;
В. подкормка калийными удобрениями;
Г. подкормка фосфорными удобрениями.
189. Внесение каких удобрений под корнеплоды: свеклу и морковь может привести к разветвлению и ухудшению их формы:
А. полуперепревший навоз;

Б. комплексные удобрения;

В. цеолит;

Г. фосфорные удобрения.

190. Морфологические признаки почв - это:

А. различные включения и новообразования;

Б. генетические горизонты, структурные отдельности, новообразования, включения и поры;

В. признаки почвы, отличающие морфологические элементы один от другого.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день производство продукции – важнейшая основа для получения сырья в промышленности и других целей. Ключевая задача в земледелии – обеспечение максимально возможной высокой урожайности и качества получаемой продукции при наименьших затратах.

Изучая биологические, химические и физико-химические свойства почвы, агрохимия познает условия ее плодородия (формы и динамику соединений питательных элементов в связи с их растворимостью и усвояемостью для растений, поглонительную способность почв и ее влияние на подвижность ионов, потребляемых культурами, кислотность почвы и ее буферность и пр.) и превращение внесенных удобрений. Этот раздел агрономической химии тесно связан с наукой о почве – почвоведением.

Накопление в почве необходимой растениям влаги зависит не только от климатических и погодных условий, но и находится под влиянием приемов и сроков ее обработки. Обработка почвы – важный фактор динамики в ней питательных веществ, что связывает почвоведение и агрохимию с агропочвоведением.

Выше отмечалось, что динамика питательных веществ в почве имеет большое значение для питания растений. Но превращение многих элементов питания культур зависит от течения микробиологических процессов в почве. Это особенно касается азота, фосфора, серы. Более того, для активирования биологических процессов в почве применяют даже специальные бактериальные препараты, что связывает агрохимию с микробиологией. Исключительную важность представляет связывание бактериями и некоторыми грибами, и водорослями, обитающими в почве, молекулярного азота атмосферы, что обогащает почву органическими азотистыми соединениями, являющимися резервом пищи растений.

Агрохимический анализ обслуживает опытные сельскохозяйственные станции и лаборатории при выработке научных оснований животноводства и растениеводства, контролирует сельскохозяйственное производство и переработку продуктов.

Правильное и рациональное использование средств химизации – удобрений и пестицидов – возможно только при всестороннем знании направленности агрохимических и микробиологических процессов в почве, внедрении научно обоснованных рекомендаций и технологий возделывания культур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрочвоведение : методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы студентам 3*, 4 курсов направления подготовки бакалавров 110100 - "Агрохимия и агропочвоведение" профиль "Агрохимия и агропочвоведение" / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Российский гос. аграрный заочный ун-т", Агрономический фак., Каф. агрохимии и агропочвоведения; [сост.: Соловьев А. В., Верзилин В. В., Латфулина Г. Г.]. - Москва: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАЗУ, 2013
2. Агрочвоведение : [Учеб. по агр. спец.] / В. Д. Муха, Н. И. Картамышев, И. С. Кочетов, Д. В. Муха; Под ред. В. Д. Мухи. - Москва : Колос, 1994. - 527,[1] с
3. Агрочвоведение и мелиорация / Под ред. проф. И. Н. Антипова-Каратаева. - Сталинабад : [б. и.], 1953. - 160 с.
4. Агрочвоведение и мелиорация солонцов : (Сборник науч. трудов. / М-во сельск. хоз-ва СССР. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. Ленина. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т зернового хоз-ва. - Целиноград : [ВНИИЗХ], 1975. - 192 с
5. Агрочвоведение и плодородие почв : Всесоюз. науч. конф. 16-18 дек. 1986 г. : (К 150-летию агропочвоведения в Петербург.-Ленингр. ун-те) : Тез. докл. : почвообразование в условиях интенсив. мелиор. воздействия : тез. докл. / [редкол.: В. Т.[!Г] Минеев (пред.) и др.]. - Ленинград : ЛГУ, 1986. - 93, [1] с
6. Агрочвоведение: методические указания для лабораторных занятий студентам 3*, 4-х курсов направления подготовки бакалавров 35.03.03 (110100) - "Агрохимия и агропочвоведение" / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования "Российский гос. аграрный заочный ун-т", Агрономический фак., Каф. агрохимии, агропочвоведения и защиты растений" ; [сост. Соловьев А. В., Латфулина Г. Г.]. - Москва: Изд-во ФГБОУ ВО РГАЗУ, 2015. - 18, [1] с
7. Агрохимические методы исследования почв. –М.: Наука, 1975.- С.106–218.

8. Адаптивно-ландшафтная система земледелия ОПХ "Кремлевское" : Рекомендации / А. Н. Власенко, В. К. Каличкин, Ю. П. Филимонов [и др.]. - Новосибирск, 2000. - 31, [11] с., [2] л. цв. ил. : табл.; 20 см.

9. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Республики Калмыкия / [Арилов А. Н. и др. ; редкол. А. Н. Арилов и др.] ; М-во сельского хоз-ва Респ. Калмыкия, Федеральное гос. бюджетное науч. учреждение "Калмыцкий науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва им. М. Б. Нармаева. - Элиста : Изд-во Калмыцкого ун-та, 2016. - 266 с. : цв. ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-91458-209-5 : 100 экз.

10. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области / [Галиакберов А. Г. и др.] ; Российская акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Ульяновский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва. - Ульяновск : [б. и.], 2013. - 354 с. : ил., табл., цв. ил.; 21 см.; ISBN 978-5-88504-107-2

11. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области / [Дозоров А. В., Исайчев В. А., Никитин С. Н. и др.] ; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства" [и др.]. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - Ульяновск : Ульяновский НИИСХ, 2017. - 448 с. : ил.; 21 см.; ISBN 978-5-9909323-9-5 : 500 экз.

12. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Кабардино-Балкарской Республики / Иванов А. Л., Молчанов Э. Н., Жекамухов М. Х. [и др.] ; составитель: Чочаев М. М. ; Министерство сельского хозяйства Кабардино-Балкарской Республики, Институт сельского хозяйства - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр "Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук", ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова. - Нальчик : Принт-Центр, 2022. - 419 с.

13. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние. Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сел. хоз-ва; [В. И. Кирюшин и др.]. - Новосибирск : СибНИИЗХим, 2002. - 387 с., [4] л. цв. ил. : табл.; 22 см.; ISBN 5-94306-043-X

14. Анспок П.И., Штиканс Ю.А., Визла Р.Р. Справочник агрохимика Нечерноземной полосы. Л.: Колос, 1981. – 327 с.

15. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.

16. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. -М: Колос, 1984. –295 с.

17. Беленков, А. И.. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия : учебное пособие для магистров, обучающихся по программе "Адаптивные системы земледелия", направление 110400 - "Агрономия" / А. И. Беленков, Н. С. Матюк, М. А. Мазиров ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева. - Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. - 186 с. : ил.; 20 см.; ISBN 978-5-9675-0855-4

18. Большой практикум по почвоведению с основами геологии: учеб. пособие / В.В. Чупрова, Н.Л. Кураченко, А.А. Белоусов, О.А. Власенко: Краснояр.гос.аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. -375 с.

19. Винокуров, И. Ю. Формирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия во Владимирском ополье / И. Ю. Винокуров, О. С. Чернов ; Российская академия наук, ФГБНУ "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр", Всероссийская общественная организация "Русское географическое общество". - Владимир : Калейдоскоп, 2020. - 235 с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-88636-340-1

20. Возбуждая А.Е. Химия почвы: учеб. пособие / А.Е.Возбуждая; М: Высшая школа, 1968. - 427 с.

21. Габибов, М. А. Агрочвоведение : учебник : содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке бакалавров по направлениям 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Габибов М. А., Виноградов Д. В., Бышов Н. В. ; Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. - Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. - 325 с.

22. Гамзиков Г.П. Руководство по почвенной диагностике азотного питания полевых культур в Восточной Сибири. Красноярск: «Гротеск», 2001. - 23с.
23. ГОСТ 13496.17-95. Корма. Методы определения каротина. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 8 с.
24. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 17 с.
25. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 3 с.
26. ГОСТ 20432-83 Удобрения. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1983. – 15 с.
27. ГОСТ 24290-80 Удобрения минеральные. Виды. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1980. – 6 с.
28. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.
29. ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.
30. ГОСТ 26483-85. Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов и обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – С. 1-4.
31. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 11 с.
32. ГОСТ 27821-88. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.
33. Дзюин, Г. П. Модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Вятско-Камской ландшафтной провинции : монография / Г. П. Дзюин, А. Г. Дзюин ; Российская акад. с.-х. наук, Северо-восточный науч.-методический центр, Гос. научное учреждение "Удмурдский гос. науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства". - Ижевск : Ижевская ГСХА, 2010. - 278 с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-9620-0175-3

34. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука.- 2006. - 364 с.

35. Дурынина Е.П., Егоров В.С. Агрохимический анализ почв, растений, удобрений. – М.: Из-во Московского университета, 1998. – 111 с.

36. Егоренков Л. И. Природоохранные основы землеустройства. — М.: ропромиздат, 1986. — 188 с.

37. Зеленев, А. В. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: учебное пособие / А. В. Зеленев, А. И. Беленков. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. - 316 с.

38. Иванов И.В. История отечественного почвоведения PDF. М.: Наука, 2003. - 397 с.

39. Иваньо, Я. М. Учебное пособие по агроэкологическому моделированию для студентов направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение / [Иваньо Я. М.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского, Институт экономики, управления и прикладной информатики, Кафедра информатики и математического моделирования. - Иркутск : Изд-во Иркутского гос. аграрного ун-та им. А. А. Ежевского, 2017. - 111 с.

40. Караваева Н.А., Таргульян В.О., Черкинский А.Е., Целищева Л.К. и др. Элементарные почвообразовательные процессы: Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика. (ред. Караваева Н.А., Зонн С.В.) Издательство: Наука, 1992. – 184 с.

41. Кирюшин, В. И. Агрономическое почвоведение : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агрохимия и агропочвоведение" : [учебник для вузов] / В. И. Кирюшин. - Санкт-Петербург : КВАДРО, 2013. - 678, [1] с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-906371-02-7

42. Кирюшин, В. И. Агротехнологии : учебник для подготовки магистров по направлению "Агрохимия и агропочвоведение" / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 463 с., [8] л. цв. ил. : ил., табл.; 24 см.; ISBN 978-5-8114-1889-3

43. Кирюшин, В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В. И. Кирюшин. -

Москва : КолосС, 2011. - 442, [1] с., [13] л. цв. ил., портр. : табл.; 25 см.; ISBN 978-5-9532-0779-9 (в пер.)

44. Кирюшин, В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин. - Москва : Изд-во МСХА, 2000. - 473 с. : табл.; 20 см.; ISBN 5-7230-0521-9

45. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия : [Учеб. для с.-х. вузов] / В. И. Кирюшин. - Москва : Колос, 1996. - 365,[1] с.; 22 см. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).; ISBN 5-10-003342-8 (В пер.) : Б. ц.

46. Кореньков Д.А., Синягин И.И., Петербургский А В и др. Удобрения, их свойства и способы использования. - М: Колос, 198

47. Коростелев, П.П. Лабораторная техника химического анализа. – М.: Химия, 1981. – 312 с.

48. Кочергин А.Е. Определение потребности зерновых культур в азотных удобрениях на черноземах Западной Сибири//Докл. ВАСХНИЛ. 1965. - №2. С.5-8

49. Кудеярова А.Ю. Фосфотагенная трансформация почв. - М.: Наука, 1995. - 288 с.

50. Куркаев, В.Т. Ускоренное определение азота, фосфора и калия в растениях из одной навески // Почвоведение. – 1959. – № 9. – С. 114-117.

51. Мамонтов В.Г. Общее почвоведение / Мамонтов В.Г. и др. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.

52. Мелиорация почв /Зайдельман Ф.Р. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с.

53. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия в хозяйствах Кировской области / Рос. акад. с.-х. наук. Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого; [Разраб.: Б. П. Мальцев [и др.]. - Киров, 2000. - 59, [1] с. : табл.; 21 см.; ISBN 5-7352-0047-X

54. Методическое и экспериментальное обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия / Российская с.-х. акад., Гос. науч. учреждение Агрофизический науч.-исслед. ин-т (ГНУ АФИ Россельхозакад.) ; [ред. В. А. Семенов]. - Санкт-Петербург : Агрофизический науч.-исслед. ин-т РАСХН, 2007-. - 21 см.; ISBN 5-86763-191-5

55. Милащенко, Н.З. Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии Нечерноземья. – Оренбург: Южный Урал, 1993. – 864 с.
56. Минеев В.Г. Агрохимия. – М.: Изд – во КолосС, 2004. – 743 с.
57. Минеев В.Г. Агрохимия: учеб. – 3-е изд. – М., 2006. – 720 с.
58. Научные основы защиты почв от деградации : учебник / Н 34 С. И. Зинченко, Н. С. Матюк, М. А. Мазиров, В. Д. Полин [и др.] : под редакцией Н. С. Матюка, С. И. Зинченко. - Иваново : ПресСто, 2022.-316 с.
59. ОСТ 10.201-97 Сенаж. Технические условия.
60. ОСТ 10.202-97 Силос из зеленых растений. Технические условия.
61. ОСТ 10.242-2000 Корма травяные искусственно высушенные. Технические условия.
62. ОСТ 10.243-2000 Сено. Технические условия.
63. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение, урожай. – М, 1987. – 423 с.
64. Практикум по агропочвоведению [Электронный ресурс] : учебное пособие / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, "Красноярский гос. аграрный ун-т" ; [сост.: Белоусов А. А., Белоусова Е. Н.]. - Красноярск : Красноярский гос. аграрный ун-т, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв.; 12 см.
65. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
66. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзоренко [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
67. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
68. Практикум по агрохимии // Под редакцией В.Г.Минеева. – М: Изд-во МГУ, 2001. – 428 с.
69. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. – М.: Ледум, 2000. – 182 с.
70. Пустовой И.В., Филин В. И., Корольков А. В. Практикум по агрохимии. - М: Колос, 1995. –263 с.

71. Региональная адаптивно-ландшафтная система земледелия Нижнего Поволжья / [Беляков А. М. и др. ; редкол.: Беляков А. М. (гл. ред.) и др.] ; Российская акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Нижне-Волжский науч.-исследовательский ин-т сельского хоз-ва. - Волгоград : Принт, 2012. - 203 с. : табл.; 20 см.; ISBN 978-5-94424-202-0

72. Рекомендации по формированию севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / Федеральное агентство науч. орг., Северо-Восточный региональный аграрный науч. центр, Федеральное гос. бюджетное науч. учреждение "Зональный науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого" ; [подгот. : Л. М. Козлова и др.]. - Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2015. - 39 с.

73. Рудой Н.Г. Оптимизация минерального питания: учеб.пособие /Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 163 с.

74. Рудой Н.Г. Производительная способность почв Приенисейской Сибири: монография /Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 240 с.

75. Самофалова, И. А. Агрочвоведение : учебно-методическое пособие / И. А. Самофалова ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский государственный аграрно-технологический университет имени Д. Н. Прянишникова". - Пермь : Прокрость, 2021. - 127 с.

76. Сборник работ молодых ученых по применению удобрений и агропочвоведению / [Ред. коллегия: Д. А. Кореньков (глав. ред.) и др.]. - Москва : [б. и.], 1970. - 284 с.

77. Сборник работ по применению удобрений и агропочвоведению : [Сост. аспирантами и молодыми науч. сотрудниками ВИУА] / [Ред. коллегия: Н. С. Авдонин (ред.) и др.]. - Москва : [б. и.], 1958. - 296 с.

78. СерEDA Н.А. Агрoхимические условия воспроизводства плодородия черноземов Башкортостана. – Уфа: БГАУ, 2002. – 228 с.

79. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Курганской области : [монография] / [Иванов А. Л. и др.] ; [под науч. ред. А. Л. Иванова] ; Российская акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Курганский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва. - Куртамыш : ГНУ

Курганский НИИСХ, 2012. - 493 с., [12] л. цв. ил. : ил., табл.; 25 см.; ISBN 978-5-98271-177-9 (в пер.)

80. Совершенствование адаптивно-ландшафтных систем земледелия на Южном Урале : материалы координационного совета по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия / Российская акад. с.-х. наук, ГНУ Челябинский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва, ГНУ Курганский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва ; [редкол.: Кушниренко И. Ю. и др.]. - Куртамыш : Куртамышская тип., 2013. - 248 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-98271-200-4

81. Сорокина О. А. Система применения удобрений : учебное пособие для студентов /О. А. Сорокина, Е. Н. Белоусова; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. –122 с.

82. Танделов Ю.П.Плодородие почв и эффективность удобрений в Средней Сибири.- М.: Изд-во МГУ, 1998.-302с.

83. Теории и методы физики почв /Под ред. Е.В. Шеина, Л.О. Карпачевского. М.: Гриф и К, 2007. 616 с.

84. Теория и практика химического анализа почв / Л.А.Воробьева; М.: ГЕОС, 2006.-400с.

85. Уткин А.А., Мазиров М.А. Эффективное применение органических удобрений в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие по изучению учебной дисциплины «Агро-химия» / А.А. Уткин, М.А. Мазиров - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2022.-80 с.

86. Хабиров И.К. Экология и биохимия азота в почвах Предуралья. - Уфа: УНЦ РАН, 1993. – 224 с.

87. Экспертиза кормов и кормовых добавок / К.Я. Мотовилов, А.П. Булатов, В.М. Позняковский [и др.]. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 303 с.

88. Энергетическая оценка в нормативно-технологической системе ландшафтного земледелия: Учебное пособие / Ю.Н Зубарев, С.Л. Елисеев, А.А. Васильев [и др.]; под общ. ред. Ю.Н. Зубарева. – Пермь: ПГСХА, 2001. – 113 с.

89. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП:

Учебное пособие. - М.: Академический проект; Киров, Константа, 2005. - 368 с.

90. Ягодин Б.А. Практикум по агрохимии. М: ВО Агропромиздат, 1987. – С. 345-351.

91. Ягодин Б.А., Дерюгин И.П., Жуков Ю.П. и др. Практикум по агрохимии. - М: Агропромиздат, 1987. - С. 222 - 223, 232 - 234, 252 - 256, 388-392.

92. Ягодин Б.А., Жуков В.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия: учебник и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений. – М.: Колос, 2002. – 584 с.

93. Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А. В. и др. Агрохимия. - М: Агропромиздат, 1989. – 655 с.

94. Ягодин Б.А., Торшин С.П., Удельникова Т.М. Значение микроэлементов в системе рационального природопользования // Биологические науки. 1990, № 9. – С. 7-18.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Поправочные коэффициенты к дозам азотных удобрений в зависимости от класса обеспеченности почв азотом

Обеспеченность почв азотом	Класс	Культуры		
		Зерновые, зернобобовые	Пропашные и многолетние травы	Картофель, овощи, корнеплоды
Серые лесные, дерново-подзолистые				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,7	0,7	0,7
Высокая	5	0,2	0,3	0,5
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,3
	7	0,0	0,0	0,2
	8	0,0	0,0	0,1
Черноземы: обыкновенные, выщелоченные, оподзоленные				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,7	0,7	0,8
Высокая	5	0,0	0,0	0,5
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,3
	7	0,0	0,0	0,2
	8	0,0	0,0	0,1
Черноземы южные и каштановые				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,5	0,7	0,7
Высокая	5	0,0	0,0	0,5
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,3
	7	0,0	0,0	0,2
	8	0,0	0,0	0,1

Приложение 2.

Поправочные коэффициенты к дозам фосфорных удобрений в зависимости от класса обеспеченности почв фосфором

Обеспеченность почв азотом	Класс	Культуры		
		Зерновые, зернобобовые	Пропашные и многолетние травы	Картофель, овощи, корнеплоды
Серые лесные, дерново-подзолистые				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,7	0,7	0,7
Высокая	5	0,2	0,3	0,5
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,2
	7	0,0	0,0	0,2
	8	0,0	0,0	0,1
Черноземы: обыкновенные, выщелоченные, оподзоленные				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,7	0,7	0,8
Высокая	5	0,2 в рядки	0,2 в рядки	0,3
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,2
	7	0,0	0,0	0,2
	8	0,0	0,0	0,1
Черноземы южные и каштановые				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,5	0,7	0,7
Высокая	5	0,3 в рядки	0,3 в рядки	0,3
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,2
	7	0,0	0,0	0,2
	8	0,0	0,0	0,1

Приложение 3.

**Поправочные коэффициенты к дозам калийных удобрений
в зависимости от класса обеспеченности почв калием**

Обеспеченность почв азотом	Класс	Культуры		
		Зерновые, зернобобовые	Пропашные и многолетние травы	Картофель, овощи, корнеплоды
Серые лесные, дерново-подзолистые				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,7	0,7	0,7
Высокая	5	0,2	0,3	0,5
Очень высокая	6	0,2	0,0	0,2
	7	0,0	0,0	0,2
	8	0,0	0,0	0,1
Черноземы: обыкновенные, выщелоченные, оподзоленные				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,7	0,7	0,8
Высокая	5	0,0	0,0	0,3
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,2
	7	0,0	0,0	0,0
	8	0,0	0,0	0,0
Черноземы южные и каштановые				
Очень низкая	1	1,4	1,4	1,4
Низкая	2	1,2	1,2	1,2
Средняя	3	1,0	1,0	1,0
Повышенная	4	0,5	0,7	0,7
Высокая	5	0,0	0,0	0,5
Очень высокая	6	0,0	0,0	0,2
	7	0,0	0,0	0,0
	8	0,0	0,0	0,0

Приложение 4.

Рекомендуемые нормы минеральных удобрений (кг д.в.)

Культуры	Серые лесные почвы, дерново-подзолистые			Черноземы: обыкновенный, выщелоченный, оподзолен- ные			Черноземы южные и каштановые почвы		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерновые по пару		20-30 в рядки			20-30 в рядки			20-30 в рядки	
Зерновые по многолетним травам	40	40	40	30	40	30	30	40	30
Зерновые по удобренным пропашным	40	40	40	30	40	40	30	30	30
Зерновые по обороту пласта многолетних трав	40	40	40	30	40	30	30	30	30
Зерновые по зерновым	30	40	40	40	60	40	30	40	30
Зерновые по однолетним травам	40	40	40	30	40	40	30	40	30
Пропашные по зерновым	60	70-80	40	40	60	60	40	60	40
Многолетние травы	40	60	40	40	40	40	30	40	30
Однолетние травы	40	40	40	40	40		40	40	
Картофель по пару	40	60	60	40	60	60	40	60	60
Картофель по зерновым	60	90	90	60	90	90	60	90	90
Кукуруза на силос	60-90	60-90	90	60-90	60-90	90	60	60-90	90
Корнеплоды	60	90	60	40	60	90	40	60	90
Овощи: капуста среднепоздняя и поздняя	90-120	90-120	90-120	90-120	90	90	90	90	90
- огурцы	40-60	60	60	60	60	60	40	60	60
- томаты	60-90	90	60-90	45-60	60-90	60	45-60	60-90	60-90
- морковь	40-60	60	40	40-60	60	40	45-60	60	45-60
- свекла	60-90	60-90	60	45-60	60-90	45-60	45-60	60	30-40

Приложение 5

Возможные примеси микроэлементов в минеральных удобрениях
(средние данные)

Удобрение	Содержание, мг/кг					
	бора	кобальта	меди	марганца	молибдена	цинка
Мочевина	0	5	7	следы	-	10
Аммонийная селитра	0,8	-	-	0	0,3	3,2
Сульфат аммония	6,4	менее 5	9	следы	0,1	15
Натриевая селитра	0,4	-	-	5	1	менее 8
Суперфосфат простой	5	4	44	11	3,3	150
Суперфосфат двойной	-	-	10	255	-	816
Аммофос	-	следы	22	279	следы	109
Фосфоритная мука	-	28,2	64	338	менее 1	388
Термофосфат	6	8	5	332	-	25
Фосфатшлак	33,4	3	32,7	33000	9	20
Хлористый калий	-	1	5	5	0,2	10
Сульфат калия	4	0	4	6	0,2	-
Сырые калийные соли	8,4	0	10	42	менее 10	-
Калиевая селитра	0,7	менее 5	-	менее 5	-	0,4
Комплексные удобрения (NPK)	-	-	34	138	-	125

Приложение 6

Содержание микроэлементов в известняковых материалах (средние данные)

Элемент	Содержание, мг на 1 кг сухого вещества				
	известь	доломит	древесная зола	мартековский шлак*	известковый сапропель
Бор	1-18	3,8-8,0	203-476	-	9,4-73
Кобальт	0,7-2,1	-	5,4-7,3	5,1	1,7-14
Медь	0,3-10	3-23	-	1,3	2,5-45
Йод	0-20,4	0,01-0,4	0,06-0,09	-	-
Марганец	77-390	58-194	4820-62390	8800	225-375
Молибден	0,09-0,44	-	-	-	До 2
Цинк	4,-427	До 27	-	2,9	0-169

* содержание в вытяжке 1 н. азотной кислоты.

Сокращенные обозначения удобрений

Наа - аммоний азотнокислый
 На - аммоний сернокислый
 Nm - мочевины
 Nc - селитра натриевая
 Nck - селитра калиевая
 Nckц - селитра кальциевая
 Nц - цианамид кальция
 Nва - водный аммиак
 Nба - безводный аммиак
 Pс - суперфосфат простой
 Pсг - суперфосфат гранулиров.
 Pсд - суперфосфат двойной
 Pп - преципитат
 Pоф - обесфторенный фосфат
 Pф - фосфоритная мука
 Pфш - фосфатшлак
 ДАФ - диаммофос
 ДАФК - диаммофоска
 КАФ – карбоаммофос
 Kх - калий хлористый
 Kс - калий сернокислый
 Kкс - калийная соль
 Pам - аммофос
 Pдам - диаммофос
 НФ - нитрофос
 ФМ - фосфат мочевины
 НФК - нитрофоска
 НАФК - нитроаммофоска
 НАФ - нитроаммофос
 ПФА - полифосфат аммония
 МФА - метафосфат аммония
 МФК - метафосфат калия
 Н - навоз
 ТНК - торфо-навозный компост
 ТМАУ - торфо-минеральное
 аммиачное удобрение
 ТАУ - торфо-аммиачное удобрение
 КАФК – карбоаммофоска

Группировка культур по их отношению к кислотности

Группа культур	Культуры	Отношение растений к кислотности почвы и отзывчивость их на известкование	Оптимальное значение
1	пшеница озимая, клевер, люцерна, донник, райграс, ежа сборная, кострец, чеснок, сельдерей, свёкла столовая и кормовая, лук, капуста белокочанная, смородина	наиболее чувствительные к реакции среды; очень хорошо отзываются на известкование	6,5-7,2
2	пшеница яровая, ячмень, вика, лисохвост, овсяница луговая, мятлик, кукуруза, кормовые бобы, турнепс, брюква, соя, фасоль, горох, огурец, салат, тыква, яблоня, слива, вишня, земляника	чувствительные к повышенной кислотности; хорошо отзываются на известкование	5,7-7,0
3	овес, рожь озимая, гречиха, тимофеевка, редька, огурец, морковь, редис, томат, груша, малина	менее чувствительные к повышенной кислотности; положительно отзываются на известкование	5,3-6,0
4	картофель, лён	легко переносят умеренную кислотность и плохо – нарушение соотношения между кальцием, калием, магнием и бором	4,8-5,7
5	люпин, сераделла, крыжовник, щавель	переносят повышенную кислотность; слабо нуждаются в известковании	4,5-5,0

Приложение 9

Рекомендуемые нормы минеральных удобрений (кг д.в.)

Культуры	Серые лесные почвы, дерново-подзолистые			Черноземы: обыкновенный, выщелоченный, оподзоленные			Черноземы южные и каштановые почвы		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерновые по пару		20-30 в рядки			20-30 в рядки			20-30 в рядки	
Зерновые по многолетним травам	40	40	40	30	40	30	30	40	30
Зерновые по удобренным пропашным	40	40	40	30	40	40	30	30	30
Зерновые по обороту пласта многолетних трав	40	40	40	30	40	30	30	30	30
Зерновые по зерновым	30	40	40	40	60	40	30	40	30
Зерновые по однолетним травам	40	40	40	30	40	40	30	40	30
Пропашные по зерновым	60	70-80	40	40	60	60	40	60	40
Многолетние травы	40	60	40	40	40	40	30	40	30
Однолетние травы	40	40	40	40	40		40	40	
Картофель по пару	40	60	60	40	60	60	40	60	60
Картофель по зерновым	60	90	90	60	90	90	60	90	90
Кукуруза на силос	60-90	60-90	90	60-90	60-90	90	60	60-90	90
Корнеплоды	60	90	60	40	60	90	40	60	90
Овощи: капуста среднепоздняя и поздняя	90-120	90-120	90-120	90-120	90	90	90	90	90
- огурцы	40-60	60	60	60	60	60	40	60	60
- томаты	60-90	90	60-90	45-60	60-90	60	45-60	60-90	60-90
- морковь	40-60	60	40	40-60	60	40	45-60	60	45-60
- свекла	60-90	60-90	60	45-60	60-90	45-60	45-60	60	30-40

Приложение 10

Группировка почв по содержанию гидролизуемого азота, определяемого по методам Тюрина-Кононовой, Корнфилда

№ группы	Содержание гидролизуемого азота	По методу	
		Тюрина-Кононовой	Корнфилда
		мг/кг почвы	
1	Очень низкое	Менее 30	Менее 100
2	Низкое	31-40	101-150
3	Среднее	41-50	151-200
4	Повышенное	51-70	Более 200
5	Высокое	71-100	
6	Очень высокое	Более 100	

Приложение 11

Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора

Группа почв*	Содержание подвижных форм фосфора	P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы		
		по Кирсанову (в 0,2н HCl), для дерново-подзолистых и серых лесных почв	по Чирикову (в 0,05н CH ₃ COOH), для некарбонатных черноземов	по Мачигину (в 1 % (NH ₄) ₂ CO ₃) для карбонатных черноземов, каштановых и др.
1	Очень низкое	< 2,5	< 2	< 1
2	Низкое	2,5-5,0	5-5	1,0-1,5
3	Среднее	5-10	5-10	1,5-3,0
4	Повышенное	10-15	10-15	3,0-4,5
5	Высокое	15-25	15-20	4,5-6,0
6	Очень высокое	> 25	> 20	> 6,0

* 2 – низкое для зерновых; 3 – низкое для кормовых, корнеплодов и картофеля; 4 – низкое для овощных, цитрусовых, винограда.

Приложение 12

Группировка почв по содержанию обменного калия

Группа почв*	Содержание обменного калия	K ₂ O, мг на 100 г почвы			
		по Кирсанову	по Масловой	по Чирикову для некарбонатных черноземов	по Мачигину для карбонатных черноземов, каштановых и др.
		для дерново-подзолистых и серых лесных почв			
1	Очень низкое	< 4	< 5	< 2	< 5
2	Низкое	4-8	5-10	2-4	5-10
3	Среднее	8-12	10-15	4-8	10-20
4	Повышенное	12-17	15-20	8-12	20-30
5	Высокое	17-25	20-30	12-18	30-40
6	Очень высокое	> 25	> 30	> 18	> 40

* 2 – низкое для зерновых; 3 – низкое для кормовых, корнеплодов и картофеля; 4 – низкое для овощных, цитрусовых, винограда.

Приложение 13

Группировка почв по кислотности

pH	Почва по уровню кислотности или щелочности	Название почв
< 4,5	Сильнокислая	Болотные, болотно-подзолистые, подзолистые, красноземы, тропические
4,6-5,0	Кислая	Подзолистые, дерново-подзолистые, красноземы, тропические
5,1-5,5	Слабокислая	То же
5,6-6,0	Близкая к нейтральной	Окультуренные дерново-подзолистые и красноземы, серые лесные
6,1-7,1	Нейтральная	Серые лесные, черноземы
7,2-7,5	Слабощелочная	Черноземы южные, каштановые, сероземы с признаками солонцеватости
7,6-8,5	Щелочная	Солонцы, солончаки
> 8,5	Сильнощелочная	Содовые солонцы, солончаки

Приложение 14

Оценка структурного состояния почвы

Содержание водопрочных агрегатов > 0,25 мм, %	Оценка структурного состояния почвы
> 70	отличное
70-55	хорошее
55-40	удовлетворительное
40-20	неудовлетворительное
< 20	плохое

Приложение 15

Оценка общей пористости почвы

Общая пористость, %	Оценка общей пористости почвы
< 66-70	Избыточно пористая. Почва вспушена
56-66	Отличная. Культурный пахотный горизонт
51-55	Удовлетворительная для пахотного горизонта
41-55	Неудовлетворительная для пахотного горизонта
< 40	Чрезвычайно низкая

Приложение 16

Оценка плотности почвы

Плотность, г/см ³	Оценка плотности почвы
< 1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,0-1,2	Типичная величина для культурной свежевспаханной пашни
1,2-1,3	Пашня уплотнена
1,3-1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4-1,6	Типичная величина для подпахотных горизонтов различных почв (кроме черноземов)
1,6-1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Приложение 17

Оценка запасов продуктивной влаги, мм

Оценка запасов продуктивной влаги	Слой почв, см	
	0-25	0-100
Очень хорошая	–	> 160
Хорошая	> 50	130-160
Удовлетворительная	25-50	90-130
Плохая	< 25	60-90
Очень плохая	–	< 60

Приложение 18

Поправочные коэффициенты на гранулометрический состав

Почва	Глина легкая	Тяжелый суглинок	Средний суглинок	Легкий суглинок	Супесь	Песок
Светло-серая лесная Пойменная дерновая слоистая	0,85	1,0	0,98	0,92	0,68	0,45
Серая и темно-серая лесная Пойменная дерновая зернистая	0,95	1,0	0,97	0,90	0,65	0,40
Чернозем оподзоленный	0,97	1,0	0,95	0,88	0,60	–
Чернозем выщелоченный и типичный Черноземно-луговая Пойменная луговая и луго-воболотная	0,98	1,0	0,93	0,87	0,57	–

Приложение 20

Поправочные коэффициенты на степень солонцеватости

Степень проявления	Поправочный коэффициент
1. Несолонцеватая	1,00
2. Слабосолонцеватая	0,90
3. Среднесолонцеватая	0,80
4. Сильносолонцеватая	0,60

Приложение 21

Поправочные коэффициенты на эродированность почв (по К.А. Кузнецову)

Степень эродированности	Коэффициент
Несмытые	1,00
Слабосмытые	0,75
Среднесмытые	0,50
Сильносмытые	0,20

Приложение 22

Значения совокупных баллов степени деградации и уровня окультуренности почв

Степень деградации, уровень окультуренности почв	Совокупные оценочные баллы
1. Сильнодеградированные (территория экологического бедствия)	< 1,50
2. Среднедеградированные почвы	1,51-2,50
3. Освоенные почвы	2,51-3,50
4. Окультуренные почвы (экономически целесообразный уровень)	3,51-4,50
5. Высокоокультуренные почвы (агрономически оптимальный уровень)	4,51-5,00

Коэффициенты перевода продукции растениеводства в зерновые единицы

Продукция	Коэффициент
Рожь, пшеница, ячмень	1,00
Овес	0,80
Горох	1,30
Просо	1,20
Гречиха	1,30
Лен-долгунец:	
волокно	3,85
семена	1,65
солома	0,41
Конопля среднерусская:	
волокно	3,85
семена	1,63
солома	0,40
Подсолнечник	1,47
Лен-кудряш (семена)	1,65
Горчица	1,56
Табак	1,65
Махорка	1,47
Кунжут	1,75
Мак	1,14
Рыжик	1,44
Сахарная свекла	0,26
Сахарная свекла (ботва)	0,10
Хлопок-сырец	1,50
Картофель (клубни)	0,25
Картофель (ботва)	0,10
Овощи	0,16
Кормовые корнеплоды	0,20
Сено однолетних трав	0,40
Сено многолетних трав	0,50
Солома озимых культур	0,20
Солома яровых культур	0,25
Кукуруза на силос и зеленый корм	0,17
Концентраты	1,00
Ягоды	0,12
Виноград	0,22
Косточковые плоды	0,14
Семечковые плоды	0,22
Цикорий	0,26
Клещевина	1,75
Эфиромасличные	1,24

Приложение 24

Установление потребности в известковании почв по величине рН_{сол} для средне- и тяжелосуглинистых разновидностей

Группа	Потребность почв в известковании	рН _{сол}
1	Почва сильно нуждается в известковании	< 4,5
2	Почва средне нуждается в известковании	4,6-5,1
3	Почва слабо нуждается в известковании	5,2-5,5
4	Почва не нуждается в известковании	> 5,5

Приложение 25

Ориентировочные дозы извести для почв в зависимости от рН_{кел}

Гранулометрический состав	Доза СаСО ₃ (т/га. при рН солевой вытяжки)					
	до 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Песчаный	2,5	2,1	1,6	1,3	1,0	0,7-0,5
Супесчаный	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,2-1,0
Легкосуглинистый	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
Среднесуглинистый	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистый	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5
Глинистый	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5

Приложение 26

Оптимальные значения рН_{кел} и степени насыщенности почв основаниями (V), при достижении которых известкование не требуется

Гранулометрический состав	Севообороты					
	полевые с картофелем и со злаковыми травами		полевые с сахарной свеклой и бобовыми травами		овощные, кормовые	
	рН	V, %	рН	V, %	рН	V, %
Песчаные и супесчаные	5,4	80	6,0	90	6,0	90
Легкосуглинистые и суглинистые	5,6	85	6,5	95	6,4	95
Тяжелосуглинистые и глинистые	5,8	90	6,7	98	6,2	98

Приложение 27

Ассортимент известковых удобрений

Удобрение	Содержание CaCO ₃ (CaCO ₃ +MgCO ₃)	Влажность не более, %	Количество неде- ятельных частиц больше 1 мм, %
Доломитовая мука	95	1,5	Не более 3
Известковая мука	85	1,5	Не более 5
Мергель	25–50	3,0	Не более 15
Сланцевая зола	60–75	1,5	Не более 5
Дефекат	60–75	5,0	Не более 15
Металлургические шлаки	30–40	3,0	Не более 10

Приложение 28

Агрехимические противоэрозионные мероприятия

Крутизна, град.	Степень эродированности	Виды агрохимических противоэрозионных мероприятий
До 2°	Слабосмытые	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зяблевая вспашка поперек склона на глубину 25–30 см. 2. Посев культур поперек склона. 3. Снегозадержание. 4. Регулирование снеготаяния: <ol style="list-style-type: none"> А. полосное зачернение снега; Б. создание валов из снега поперек склонов снегопахом.

От 2 до 7°	Среднесмытые	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зяблевая вспашка поперек склона на глубину 25–30 см в сочетании с обвалованием, прерывистым бороздованием, лункованием, кротованием. 2. Посев культур сплошного сева поперек склона. 3. Щелевание и кротование поперек склонов посевов озимых культур и многолетних трав. 4. Снегозадержание. 5. Регулирование снеготаяния: <ol style="list-style-type: none"> А. полосное зачернение снега; Б. создание валов из снега поперек склонов снегопахом. 6. Перекрестная культивация под яровые культуры (первая – на глубину 10–12 см, вторая – на глубину заделки семян).
Более 7°	Сильносмытые	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ступенчатая зяблевая вспашка в сочетании с обвалованием, прерывистым бороздованием, лункованием, кротованием. 2. Посев культур сплошного сева поперек склона. 3. Введение противоэрозионных севооборотов. 4. Щелевание и кротование поперек склонов посевов озимых культур и многолетних трав. 5. Снегозадержание. 6. Регулирование снеготаяния: <ol style="list-style-type: none"> А. полосное зачернение снега; Б. создание валов из снега поперек склонов снегопахом. 7. Перекрестная культивация под яровые культуры (первая – на глубину 10–12 см, вторая – на глубину заделки семян).

Приложение 29

**Ширина рабочих участков полей со стокорегулирующими поло-
сами, м**

Почвы	Крутизна склона, град.		
	1,5–2,0	3–4	4 и более
Серые лесные	180–220	160	140
Выщелоченные черноземы	260–320	230	200
Черноземы обыкновенные	240–290	210	190
Черноземы южные	190–230	170	150

Приложение 30

**Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора и калия
для полевых культур**

№ груп- пы	Степень обеспеченности почвы	Содержание (мг/кг) по методу		
		Кирсанова	Чирикова	Мачигина
Подвижный фосфор				
1	очень низкая	<25	<20	<10
2	низкая	26-50	21-50	11-15
3	средняя	51-100	51-100	16-30
4	повышенная	101-150	101-150	31-45
5	высокая	151-250	151-200	46-50
6	очень высокая	>250	>200	>50
Подвижный калий				
1	очень низкая	<40	<20	<50
2	низкая	41-80	21-40	51-100
3	средняя	81-120	41-80	101-200
4	повышенная	121-170	81-120	201-300
5	высокая	171-250	121-180	301-400
6	очень высокая	>250	>180	>400

Примерное потребление (нормативный вынос) питательных элементов с урожаями некоторых с/х культур (по данным ряда авторов)

Культура	Основная продукция	Вынос с основной и побочной продукцией, кг/т		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Яровая пшеница	зерно	35	12	25
Озимая пшеница	зерно	30	13	25
Озимая рожь	зерно	25	12	26
Ячмень	зерно	25	11	22
Овес	зерно	33	14	29
Картофель	клубни	5,0	2,0	8,0
Люцерна	сено	9,0	6,5	15
Просо	зерно	33	10	34
Гречиха	зерно	30	10,5	40
Горох	зерно	22	16	20
Подсолнечник	семена	60	26	180
Рапс	семена	55	30	50
Сахарная свекла	корнеплоды	5,9	1,8	7,5
Кормовая свекла	корнеплоды	4,9	1,5	6,7
Турнепс	корнеплоды	4,8	1,7	5,7
Кормовая морковь	корнеплоды	5,2	1,9	6,0
Столовая свекла	корнеплоды	3,2	1,6	5,0
Вика с овсом	сено	15	6	20
Клевер с тимофеевкой	сено	15	6	20
Эспарцет	сено	15	5	13
Сераделла	сено	15	9	22
Естественные пастбища	сено	15	5	17
Клевер	сено	7,3	7,0	14
Тимофеевка	сено	16	7	24
Подсолнечник	зеленая масса	3	1,0	4,5
Кукуруза	зеленая масса	3	1,2	4,5
Горох с овсом	зеленая масса	3	1,4	5,0
Вика с овсом, озимая рожь	зеленая масса	3	1,2	4,5
Рапс	зеленая масса	4,5	1,5	6,8
Капуста белокочанная	кочаны	3,8	1,1	4,2
Томаты	плоды	3,5	1,2	5,0
Огурцы	плоды	3,6	1,6	4,5
Лук	луковицы	3	1,2	4
Плодовые и ягодные	плоды и ягоды	5	3	6

Приложение 32

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм азота из почвы

Культуры	Нечерноземные почвы		Черноземные почвы	
	минеральный*	щелочно-гидролизуемый**	минеральный	щелочно-гидролизуемый
Яровые зерновые и однолетние травы	0,45-0,65	0,20-0,35	0,35-0,55	0,20-0,35
Озимые зерновые, многолетние травы	0,55-0,75	0,25-0,40	0,45-0,65	0,25-0,40
Пропашные	0,65-0,95	0,30-0,50	0,55-0,75	0,30-0,50

Приложение 33

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм фосфора из почвы

Культуры	Группа обеспеченности почвы подвижными формами фосфора				
	I-II группы	III группа	IV группа	V группа	VI группа
Нечерноземные почвы*					
Яровые зерновые и однолетние травы	0,07-0,11	0,06-0,08	0,05-0,07	0,03-0,05	0,025-0,04
Озимые зерновые, многолетние травы	0,09-0,14	0,07-0,10	0,06-0,09	0,04-0,06	0,03-0,05
Пропашные	0,13-0,20	0,10-0,15	0,08-0,13	0,06-0,09	0,05-0,07
Черноземные почвы**					
Яровые зерновые и однолетние травы	0,07-0,12	0,06-0,10	0,05-0,08	0,04-0,06	0,03-0,04
Озимые зерновые, многолетние травы	0,10-0,15	0,08-0,12	0,07-0,10	0,05-0,07	0,04-0,05
Пропашные	0,15-0,22	0,12-0,18	0,10-0,14	0,07-0,11	0,05-0,08

Прим.: *- определение подвижных форм P₂O₅ по Кирсанову;

** - определение подвижных форм P₂O₅ по Чирикову.

Приложение 34

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм калия из почвы (рекомендации автора)

Культуры	Группа обеспеченности почвы подвижными формами калия				
	I-II группы	III группа	IV группа	V группа	VI группа
Нечерноземные почвы*					
Яровые зерновые, однолетние травы	0,14-0,21	0,11-0,16	0,09-0,13	0,06-0,10	0,05-0,07
Озимые зерновые, многолетние травы	0,18-0,26	0,14-0,20	0,11-0,17	0,08-0,12	0,06-0,09
Пропашные	0,26-0,40	0,20-0,30	0,16-0,24	0,12-0,18	0,09-0,13
Черноземные почвы**					
Яровые зерновые, однолетние травы	0,18-0,27	0,14-0,20	0,11-0,16	0,07-0,11	0,06-0,08
Озимые зерновые, многолетние травы	0,23-0,34	0,17-0,26	0,14-0,20	0,09-0,14	0,07-0,11
Пропашные	0,34-0,50	0,25-0,37	0,19-0,29	0,14-0,20	0,10-0,15

Прим.: *- определение подвижных форм P_2O_5 по Кирсанову;

** - определение подвижных форм P_2O_5 по Чирикову

Приложение 35

Примерные коэффициенты питательных элементов из удобрений

Годы действия	Коэффициенты использования		
	N	P_2O_5	K_2O
Минеральные удобрения			
За ротацию	0,65-0,75	0,35-0,50	0,65-0,85
в т. ч за 1-ый год	0,55-0,70	0,10-0,30	0,40-0,60
за 2-ой год	0,03-0,05	0,10-0,15	0,10-0,15
за 3-ый год	-	0,05-0,10	0,05-0,10
Органические удобрения			
За ротацию	0,50-0,60	0,50-0,60	0,70-0,90
в т. ч за 1-ый год	0,20-0,30	0,35-0,40	0,40-0,60
за 2-ой год	0,15-0,20	0,10-0,15	0,15-0,20
за 3-ый год	0,05-0,10	0-0,05	0,05-0,10

Приложение 36

Содержание питательных веществ в основных макроудобрениях

Удобрение, марка и сорт	Главные компоненты (химическая формула)	Примерное содержание питательных веществ (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O)
1	2	3
Натриевая селитра, 1 сорт	NaNO ₃	16:0:0
Кальциевая селитра	Ca(NO ₃) ₂	17:0:0
Сульфат аммония, 1 сорт	(NH ₄) ₂ SO ₄	21:0:0
Хлористый аммоний, 1 сорт	NH ₄ Cl	25:0:0
Аммиачная селитра, марка В	NH ₄ NO ₃	34:0:0
Мочевина (карбамид), марка В	CO(NH ₂) ₂	46:0:0
Аммиак жидкий, 3 сорт	NH ₃	82:0:0
Аммиак водный, 1 сорт	NH ₄ OH + NH ₃	20:0:0
Карбамидно-аммиачная селитра	NH ₄ NO ₃ + CO(NH ₂) ₂	30:0:0
Уреаформ (МФУ)	(NH ₂ CONHCH ₂) _n	(33-42):0:0
Суперфосфат простой, 1 сорт	Ca(H ₂ PO ₄)·H ₂ O + 2CaSO ₄ ·2H ₂ O	0:20:0
Суперфосфат двойной гран. марка А	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	0:49:0
Суперфосфат двойной гран. марка В	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	0:43:0
Преципитат удобрительный	CaHPO ₄ ·2H ₂ O	0:38:0
Мартеновский фосфат-шлак	4CaO·P ₂ O ₅ ·CaSiO ₃	0:(10-12):0
Термофосфат	Na ₂ O·3CaO·P ₂ O ₅ ·SiO ₂	0:(20-30):0
Костяная мука	Ca ₃ (PO ₄) ₂ ·CaCO ₃ + орг. вещество	0:30:0
Фосфоритная мука, высший сорт	Ca ₃ (PO ₄) ₂ ·CaCO ₃ или	0:30:0
Фосфоритная мука, 2 сорт	Ca ₃ (PO ₄) ₂ ·CaF ₂	0:22:0
Фосфоритная мука, 3 сорт		0:19:0
Калий хлористый, 1 сорт	KCl	0:0:60
Калий хлористый, 2 сорт	KCl	0:0:57
Калий хлористый, 3 сорт	KCl	0:0:53
Калий сернокислый, 1 сорт	K ₂ SO ₄	0:0:50

Калимагнезия порошковид., марка В	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	0:0:29
Хлоркалий-электролит, марка А	KCl с примесью NaCl и $MgCl_2$	0:0:45
Сильвинит молотый	$KCl \cdot NaCl$	0:0:14
Калийная соль смешанная 40%	$KCl + KCl \cdot NaCl$	0:0:40
Калимаг (калийно-магн. кон- центрат)	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	0:0:18
Каинит природный	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	0:0:10
Селитра калийная	KNO_3	13:0:46
Аммофос гранулированный, марка А	$NH_4H_2PO_4 + (NH_4)_2HPO_4$	11:50:0
Аммофос гранулированный, марка Б	$NH_4H_2PO_4 + (NH_4)_2HPO_4$	11:46:0
Нитроаммофос, марка А	NH_4NO_3	23:23:0
Нитроаммофос, марка Б	$+(NH_4)_2HPO_4$	16:24:0
Нитроаммофос, марка В	$+NH_4H_2PO_4$	25:20:0
Нитроаммофоска, марка А	$NH_4NO_3 + NH_4H_2$	17:17:17
Нитроаммофоска, марка Б	PO_4 $+KNO_3 + NH_4Cl$	13:19:19
Нитрофос, марка А	$NH_4NO_3 + Ca-$	23:17:0
Нитрофос, марка Б	HPO_4 $+ Ca(H_2PO_4)_2$	24:14:0
Нитрофоска азотносульфат., марка Б	Ca- $HPO_4 \cdot 2H_2O + Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + N$ $H_4NO_3 + NH_4Cl$ $+KCl + KNO_3 + Ca$ $SO_4 \cdot 2H_2O$	11:10:11
Карбоаммофоска	$NH_4H_2PO_4 + CO(NH_2)_2 + KCl$	18:17:17
ЖКУ, марка 1:3:0	$NH_4H_2PO_4 + (NH_4)_3HPO_2O_7$ $+(NH_4)_5P_3O_{10} \cdot 2H_2O$ и др. поли- фосфаты аммо- ния	10:34:0

Приложение 37

Содержание действующих веществ в микроудобрениях

Удобрение	Действующее (питательное) вещество	Примерное содержание действующего вещества, %
Борная кислота	В	17,0
Бормагниевое удобрение	В	2,4
Борнодоталитовая мука	В	2,4
Боросуперфосфат (простой)	В:Р ₂ О ₅	0,2:20,0
Аммоний молибденовокислый	Мо	52,0
Молибденизованный простой суперфосфат	Мо: Р ₂ О ₅	0,1:20,0
Молибденизованный двойной суперфосфат	Мо: Р ₂ О ₅	0,2:43,0
Марганец сернокислый	Мп	24,6
Марганцевый шлам	Мп	10-17
Марганизированный простой суперфосфат	Мп: Р ₂ О ₅	1,5:20,0
Медный купорос	Сu	24,9
Огарки пиритные (колчеданные)	Сu	0,3-0,7
Сернокислый цинк	Зn	21,8-22,5
Порошок, содержащий цинк	Зn	8,1-9,9
ЖУСС 1	Сu:В	3,3-4,0:2,5-2,8
ЖУСС 2	Сu:Мо	3,2-4,0:1,4-2,2
ЖУСС 3	Сu:Зn	1,5-2,0:3,0-3,5
ЖУСС 6	Сu:Со	1,5-2,0:3,0-3,5

Приложение 38

Группировка почв по степени кислотности, определяемой в солевой вытяжке (обменная кислотность)

№№ группы	Цвет раскраски на картограмме	Степень кислотности	рН _{сол.}
1	розовый	очень сильнокислая	≤ 4,0
2	оранжевый	сильнокислая	4,1-4,5
3	желтый	среднекислая	4,6-5,0
4	зеленый	слабокислая	5,1-5,5
5	синий	близкая к нейтральной	5,6-6,0
6	фиолетовый	нейтральная	> 6,0

Приложение 39

Корректировка расчетной нормы внесения извести в зависимости от типа севооборота и некоторых других факторов

Нормы извести в долях от полной (α)	Севооборот (с/х угодья)	Прочие факторы
1,30	овощной	на почвах тяжелого гранулометрического состава
1,20	кормовой с корнеплодами	при внесении борных удобрений
1,00	полевой с мн. травами	картофель занимает площадь <15%
	кормовой с корнеплодами	без внесения борных удобрений
	льняной	на почвах тяжелого гранулометрического состава
	свекловичный	-
	сенокосы и пастбища	-
	овощной	на почвах легкого гранулометрического состава
0,75	сады и ягодники	под косточковые культуры, смородину, землянику
	полевой с мн. травами	картофель занимает площадь >15%
	картофельный	на почвах тяжелого гранулометрического состава
0,50	сады и ягодники	под малину
	льняной, картофельный	на почвах легкого гранулометрического состава
	сады и ягодники	под семечковые, крыжовник

Приложение 40

Группировка почв по величине гидролитической кислотности

№№ группы	Цвет раскраски на картограмме	Степень кислотности	Нг, ммоль /100 г.
1	фиолетовый	очень сильноокислая	> 6,0
2	сиреневый	сильноокислая	5,1-6,0
3	красный	среднеокислая	4,1-5,0
4	розовый	слабоокислая	3,1-4,0
5	оранжевый	близкая к нейтральной	2,1-3,0
6	светло-оранжевый	нейтральная	≤ 2,0

Приложение 41

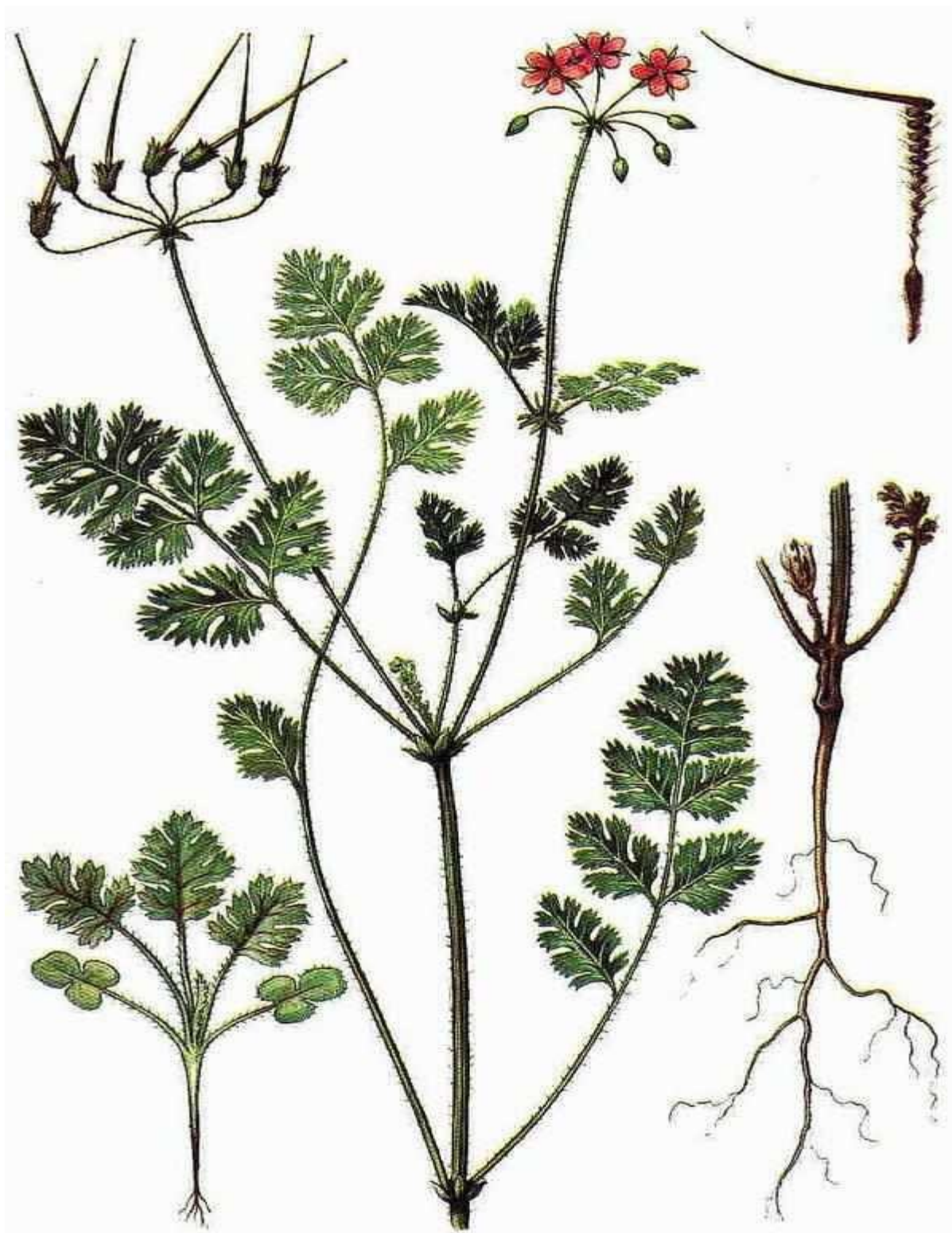
Коэффициенты перевода органических удобрений в подстилочный навоз

Органические удобрения	Коэффициенты перевода
Подстилочный навоз (влажность 75 %)	1,0
Твердая фракция бесподстилочного навоза	1,0
Бесподстилочный полужидкий навоз (влажность 90-93 %)	0,5
Жидкий навоз (влажность 93-97 %)	0,25
Навозные стоки (влажность более 97 %)	0,10
Торфонавозный компост	1,2
Торфопометный компост	1,3
Птичий помет подстилочный (влажность до 65 %)	1,2
Птичий помет полужидкий (влажность 80-90 %)	0,65
Солома (с добавлением 8-12 кг/т азота)	3,4
Сапропель (влажность 60 %)	0,8
Сидеральные удобрения (естественная влажность)	0,8
Осадки сточных вод и компосты из твердых бытовых отходов	0,8

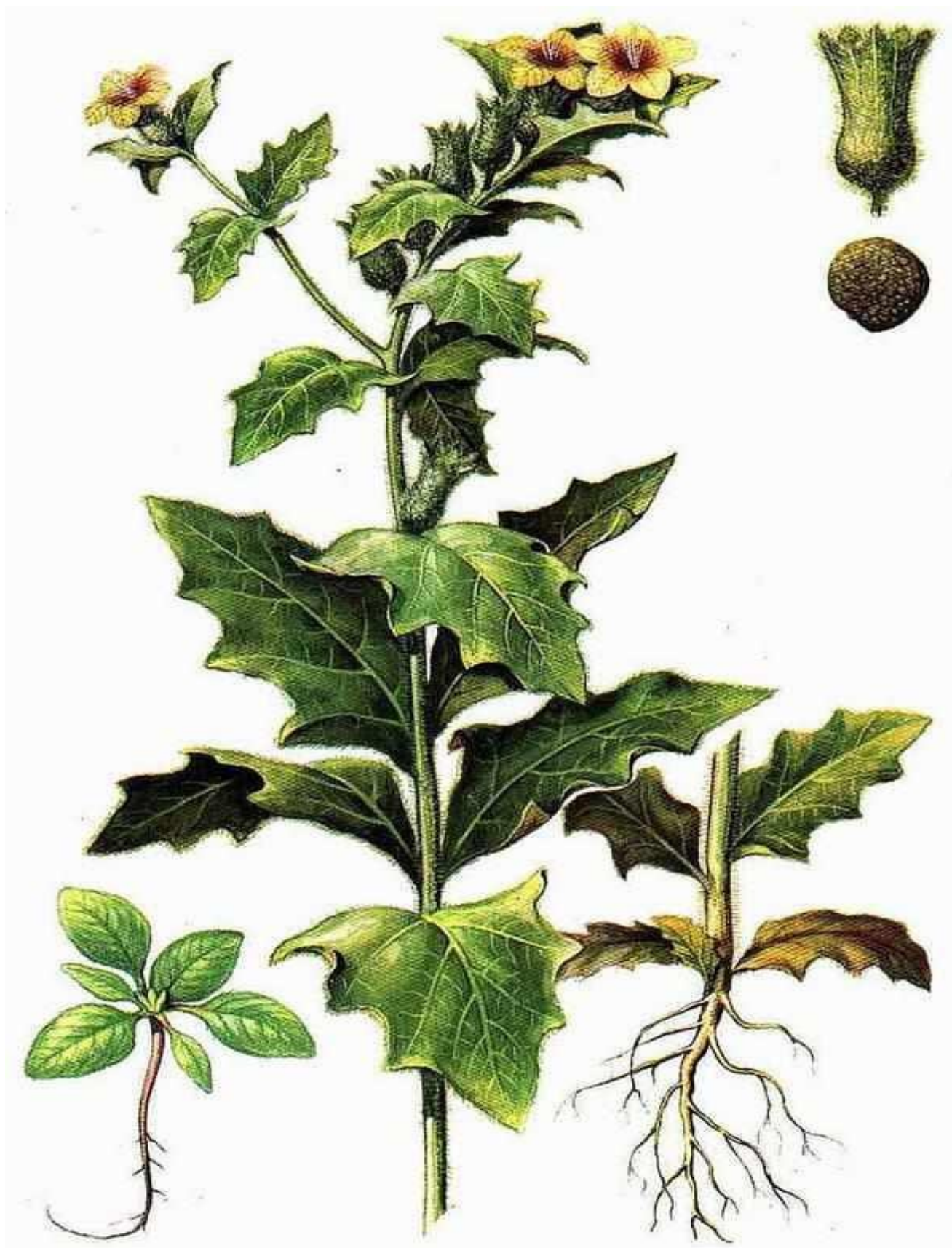
Примерное количество навоза (т), получаемого в год от одного животного при содержании на соломенной подстилке

Вид скота	Продолжительность стойлового периода, дни			
	220-240	200-220	200-180	Менее 180
Крупный рогатый скот	9-10	8-9	6-8	4-5
Лошади	7-8	5-6	4,0-4,5	2,5-3,0
Свиньи	2,5	1,75	1,5	1,0
Овцы и козы	1,0	0,9	0,6-0,8	0,4-0,5

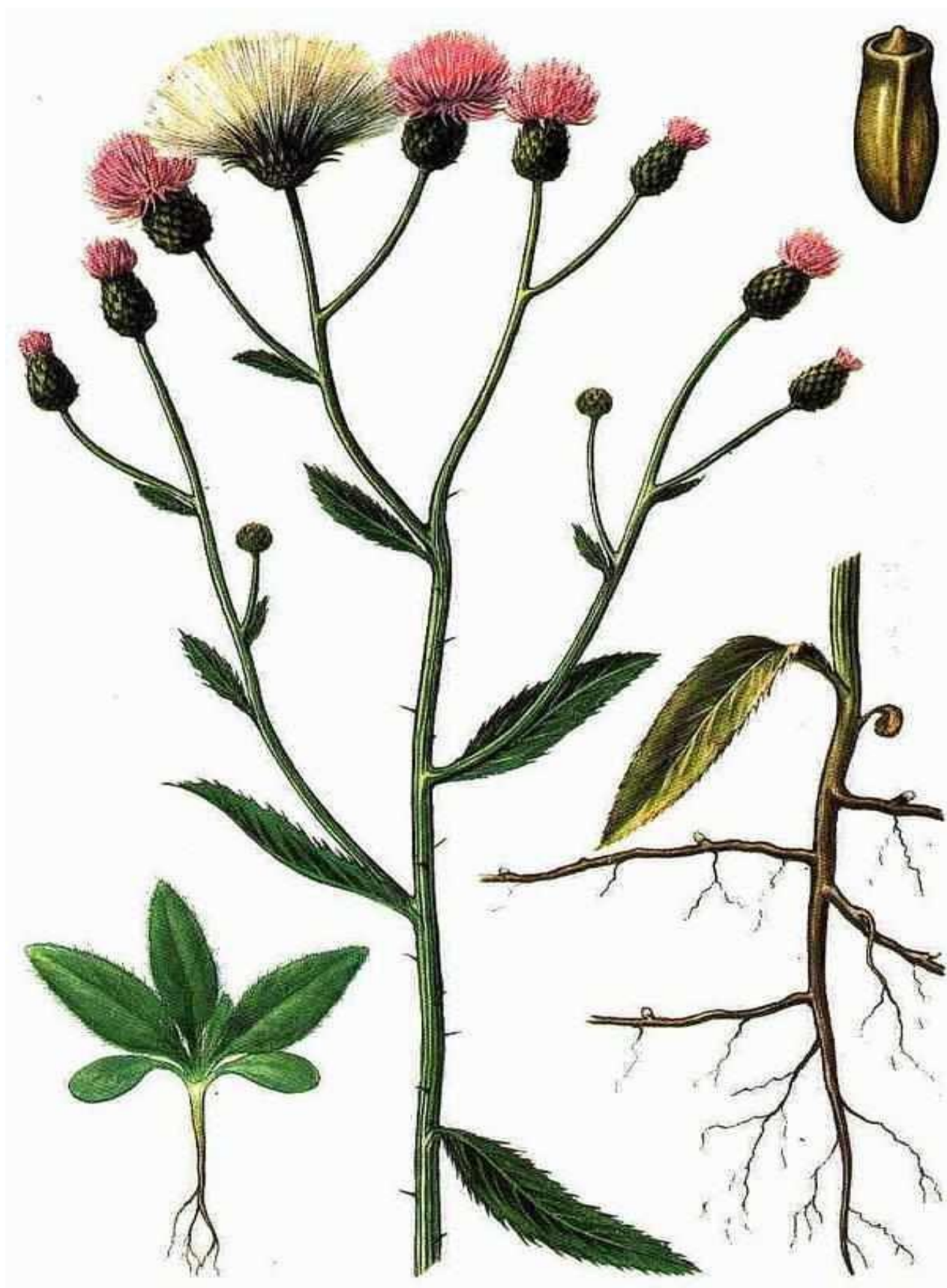
АЛЬБОМ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ



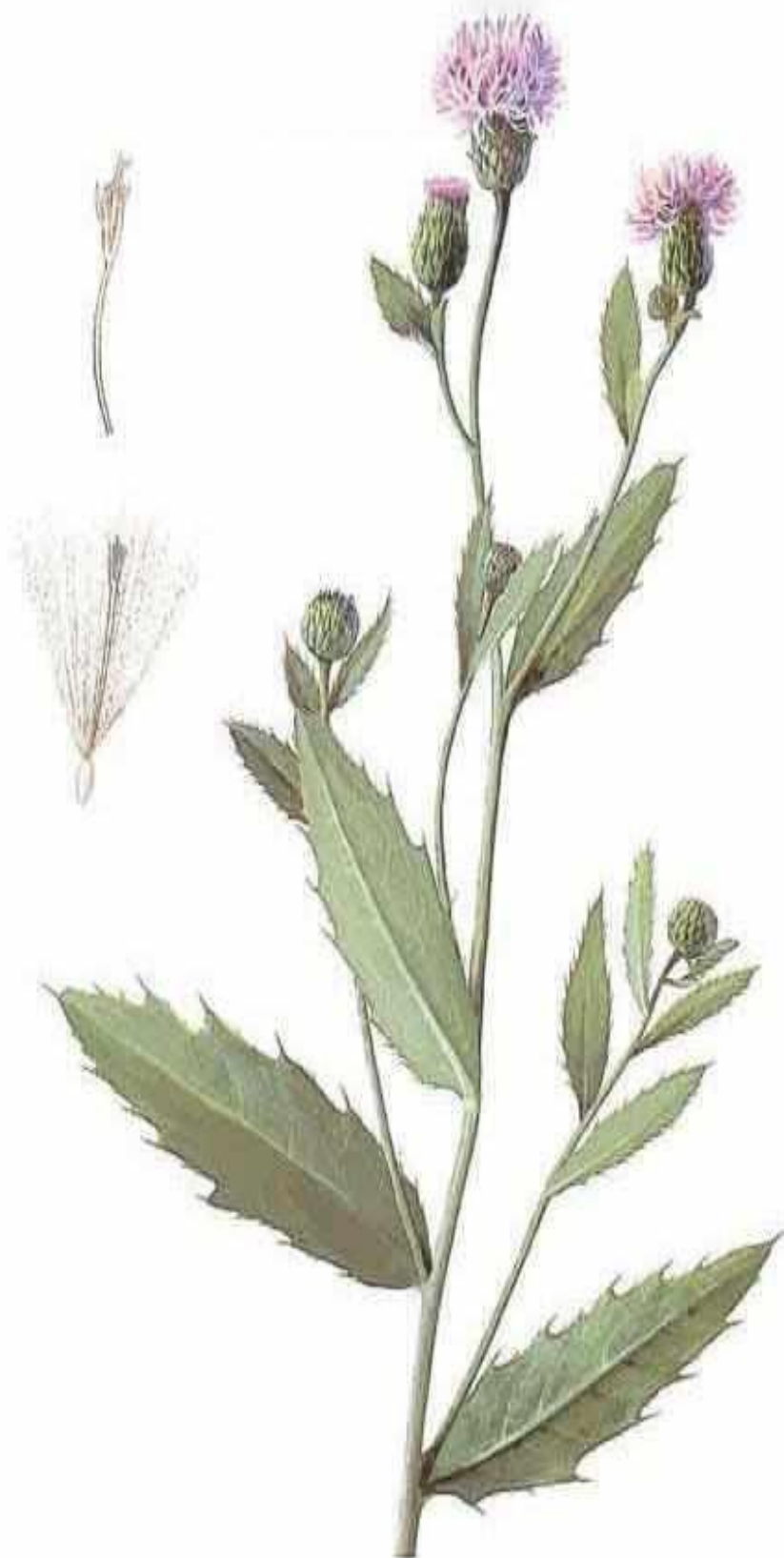
Аистник цикutowый, журавельник цикutowый, грабельки
Erodium cicutarium (L.)



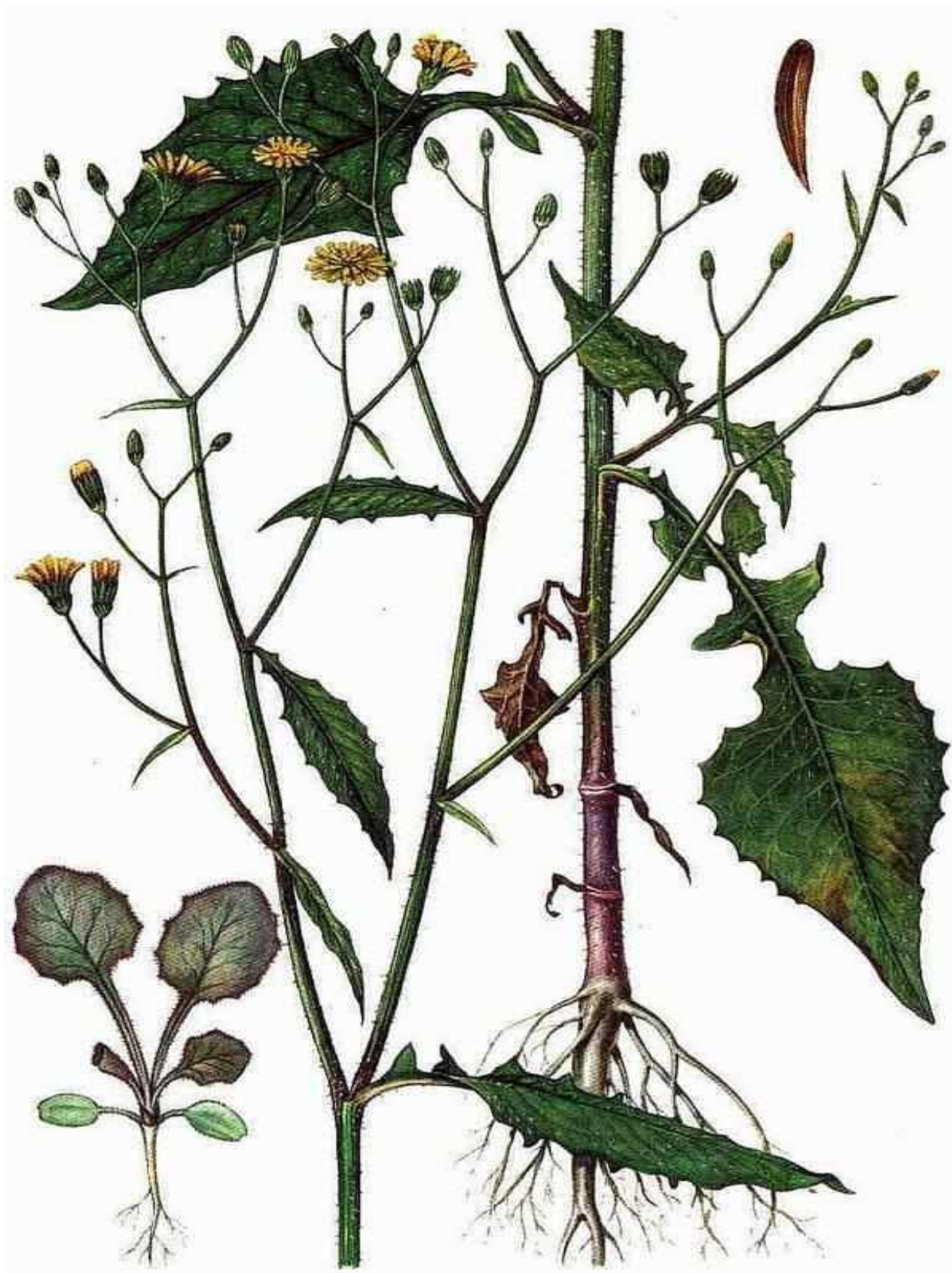
Белена черная
Hyoscyamus niger L



Бодяк полевой
Cirsium arvense (L.)



Бодяк щетинистый.
Cirsium arvense var. *integrifolium*

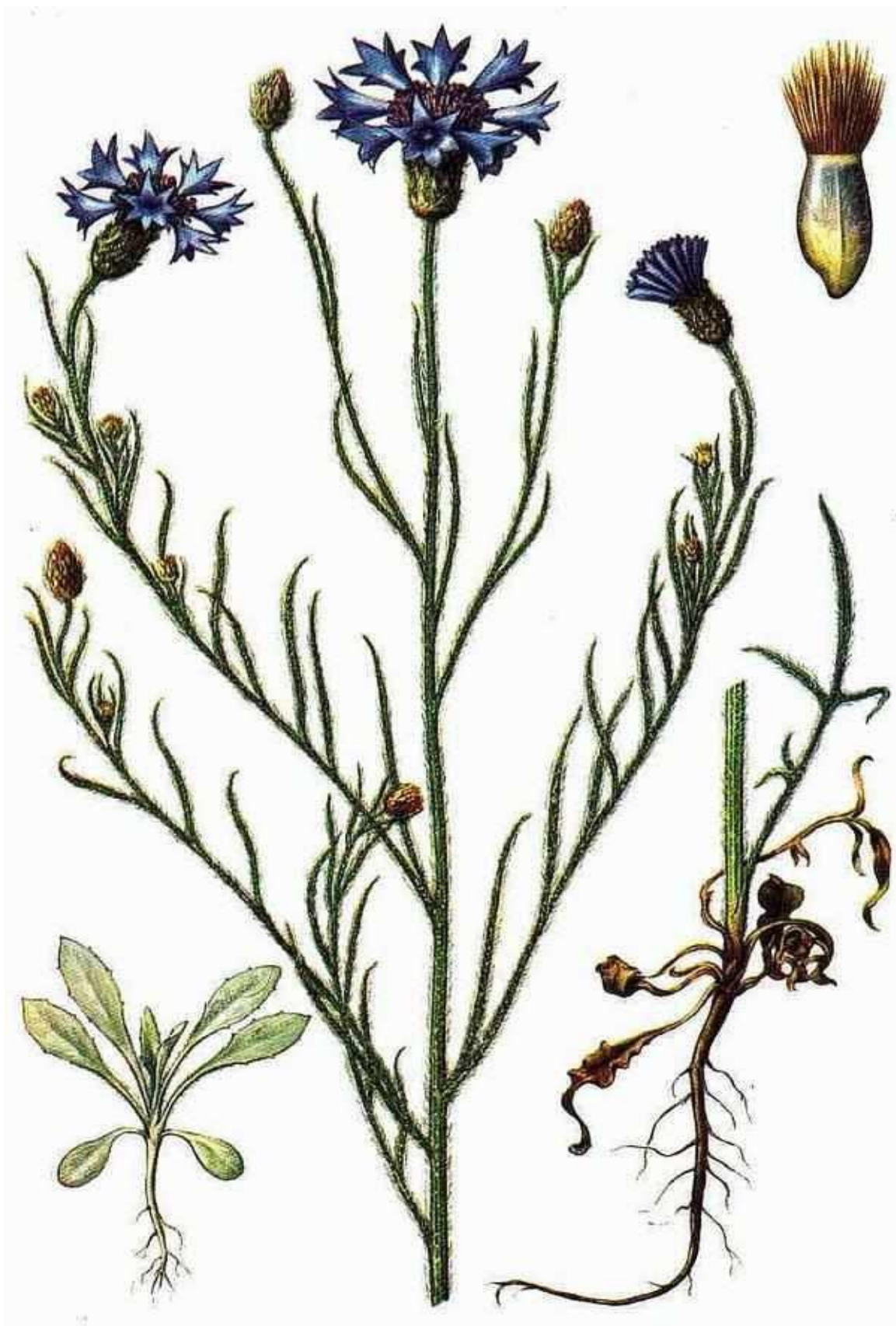


Бородавник обыкновенный.

Lapsana communis L.



Василек луговой
Centaurea jacea L.



Василек синий
Centaurea cyanus L.



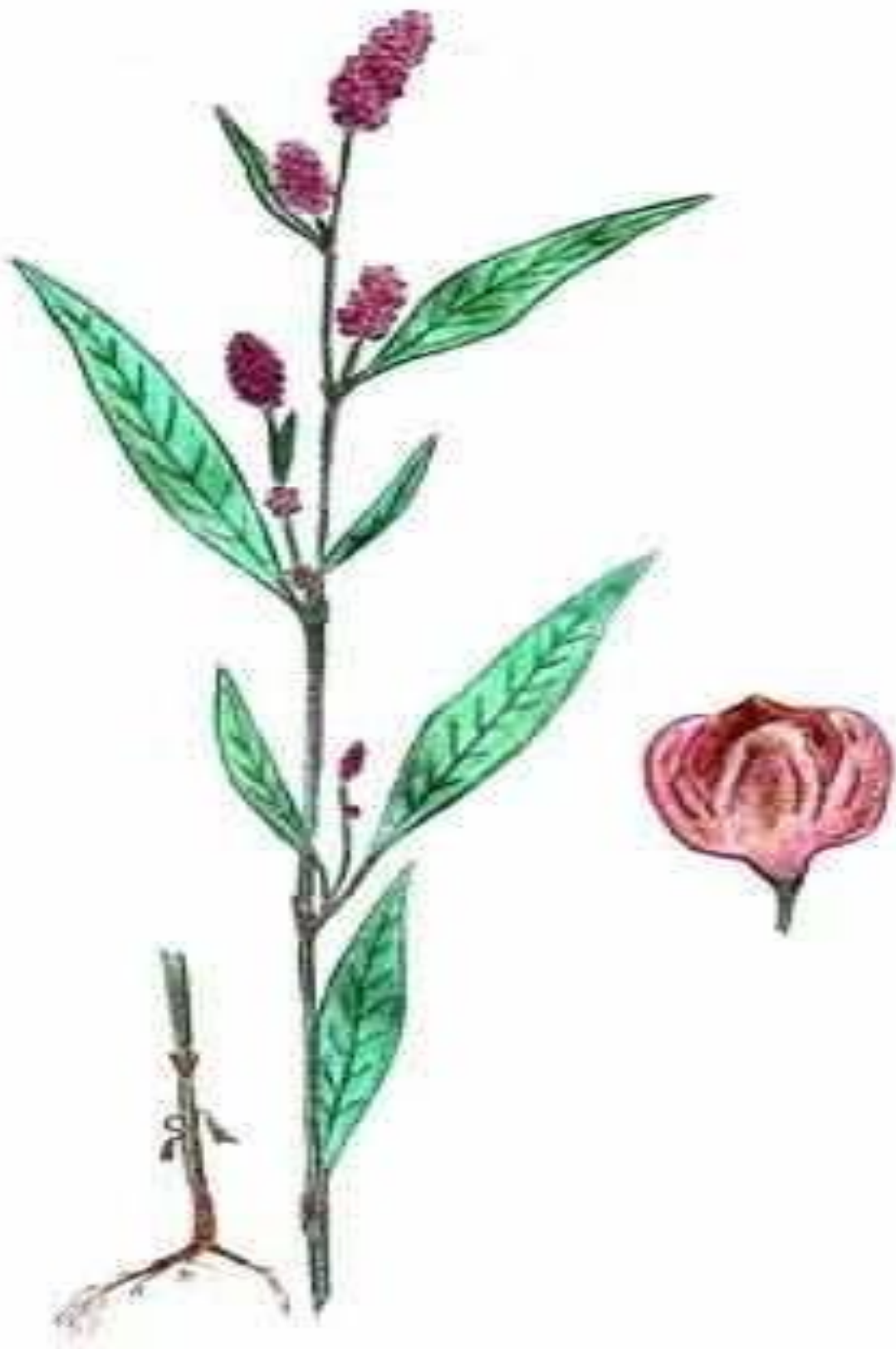
Воробейник полевой
Buglossoides arvensis (L.)



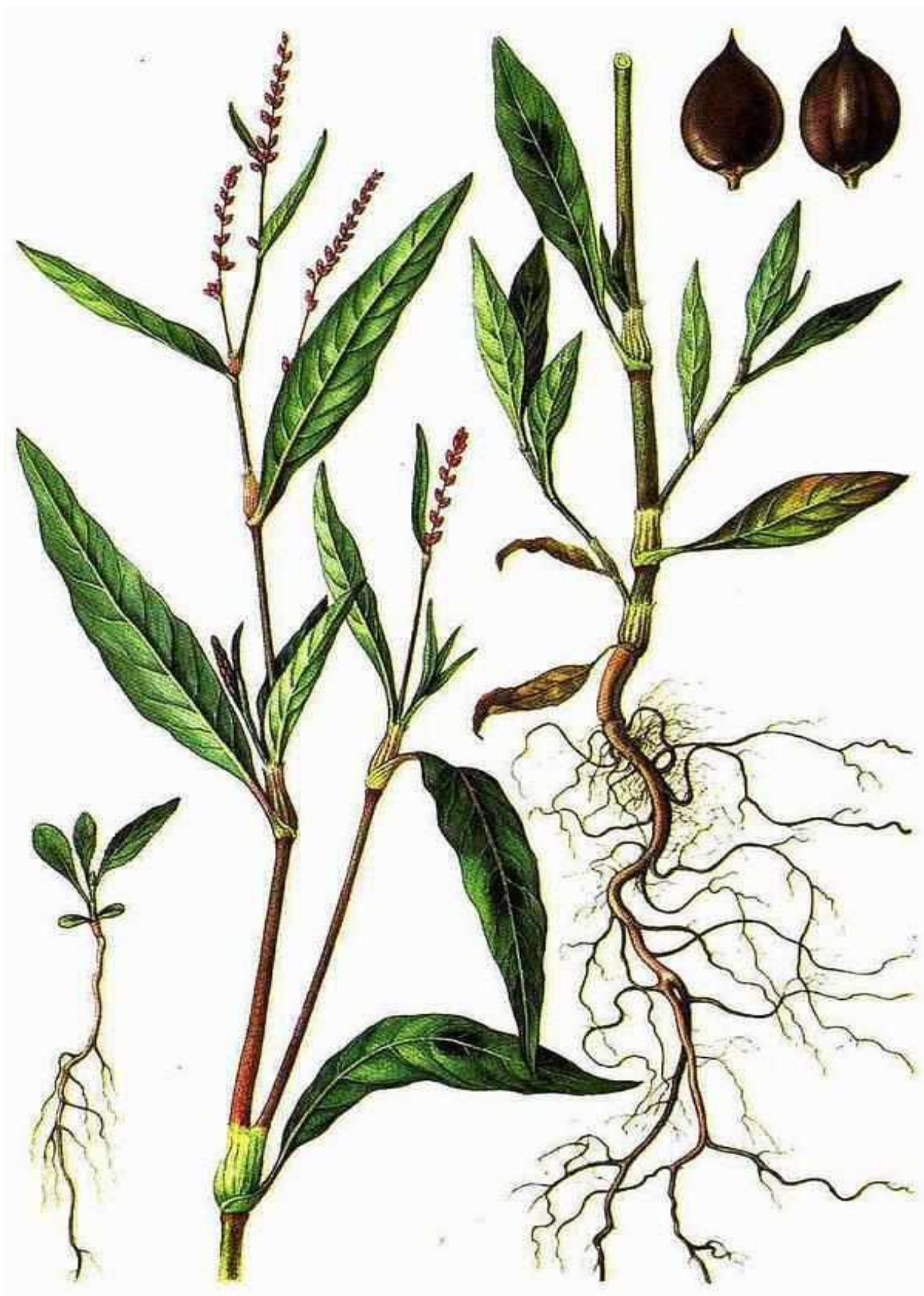
Вьюнок полевой, березка.
Convolvulus arvensis L.



Горец змеиный
Bistorta officinalis Delarbre



Горец льняной, клопец
Polygonum linicola



Горец перечный
Persicaria hydropiper



Горец птичий
Polygonum aviculare



Горец развесистый, щавелелистный, персикария развесистая
Persicaria lapathifolia



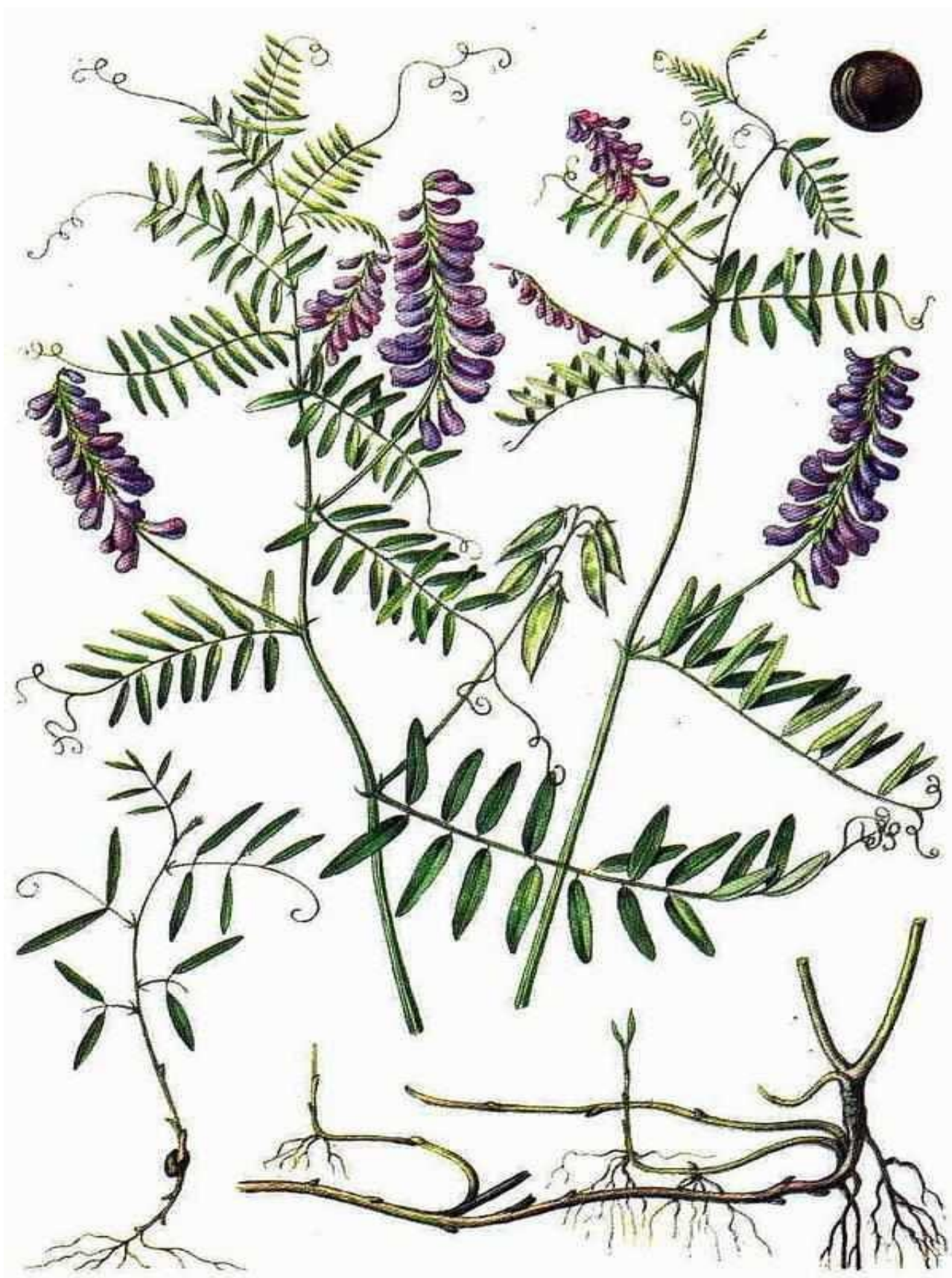
Горошек волосистый, вика волосистая

Vicia hirsuta (L.) Gray



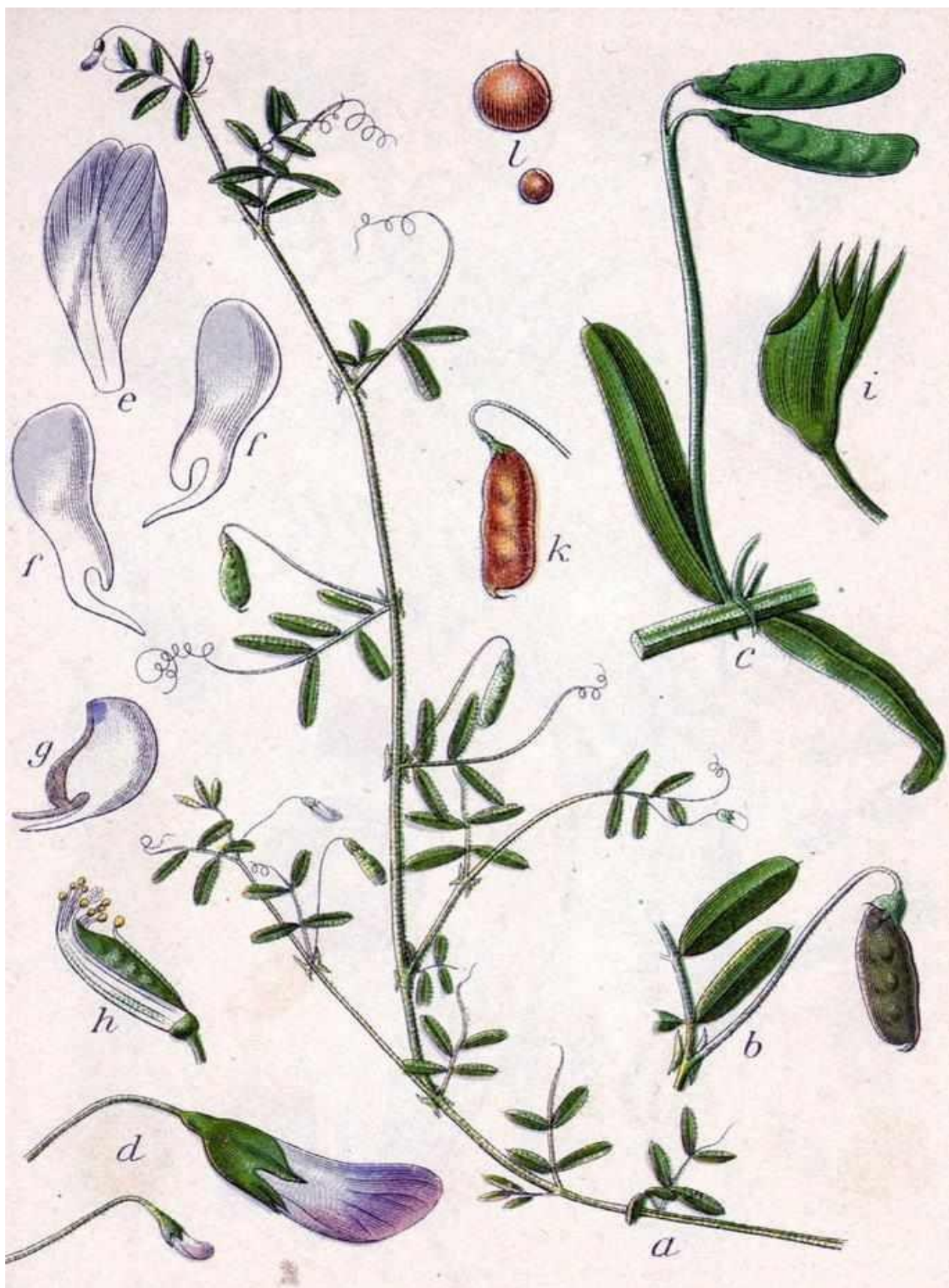
Горошек мохнатый, вика мохнатая

Vicia villosa

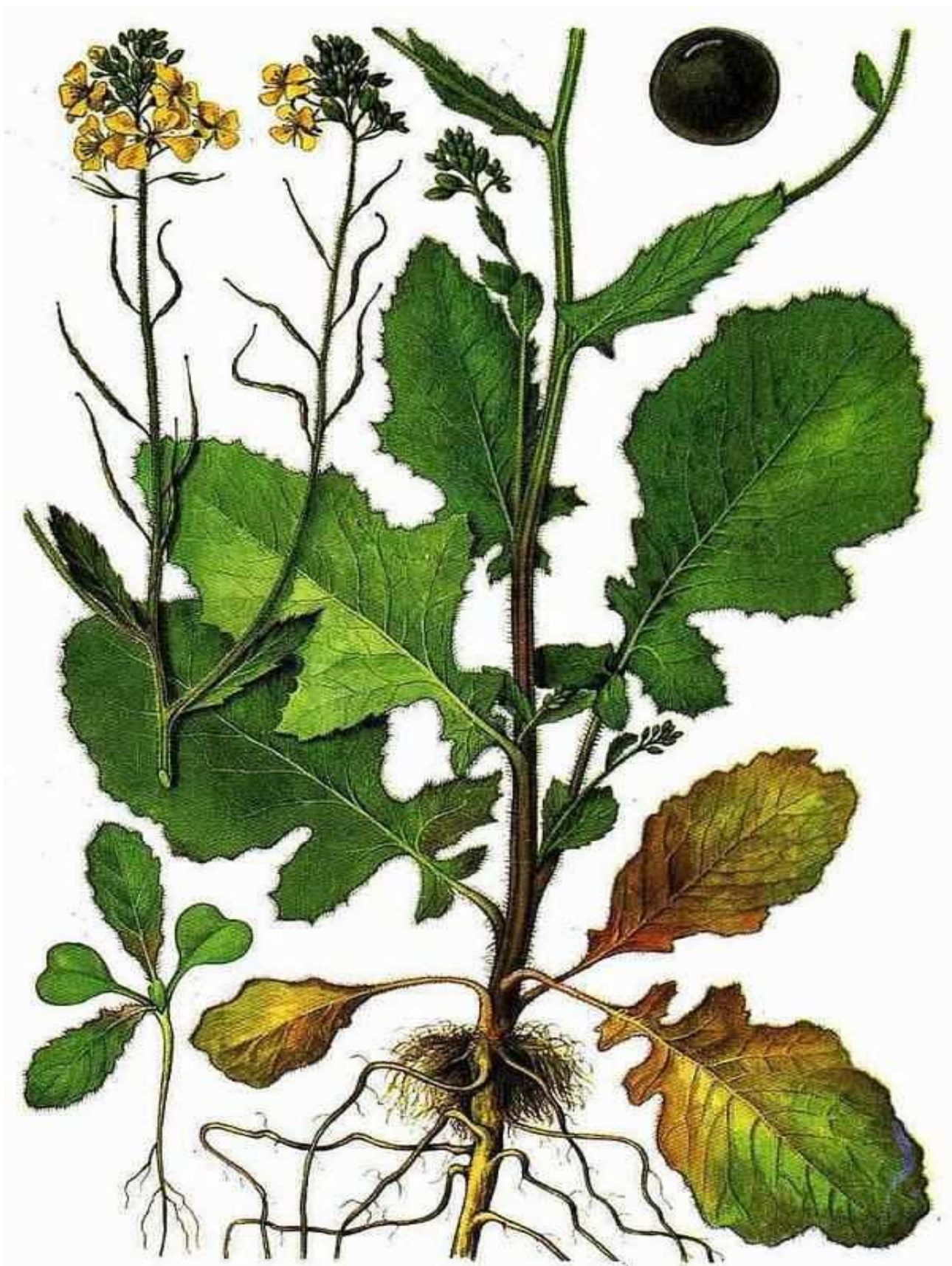


Горошек мышинный

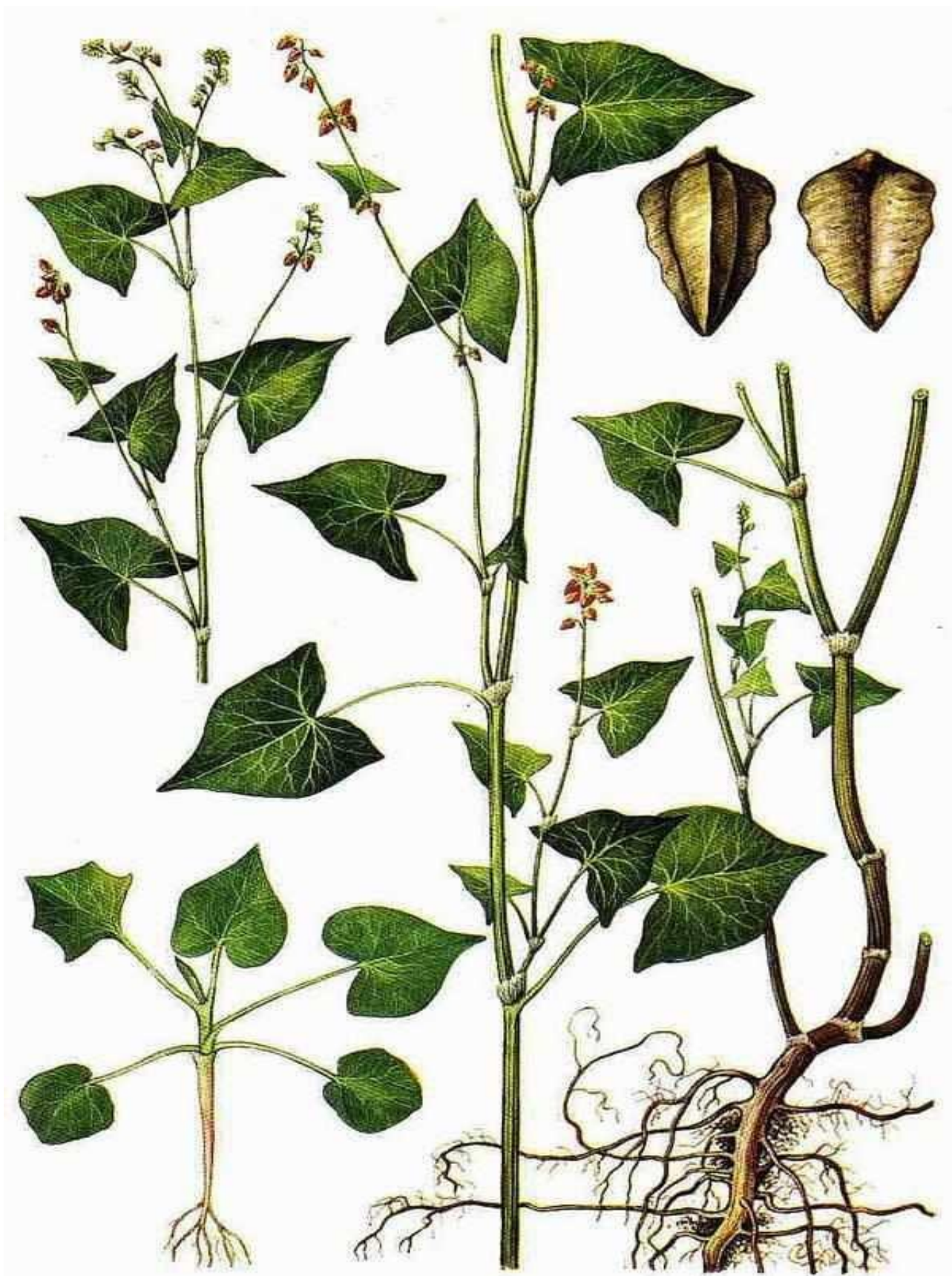
Vicia cracca



Горошек четырехсемянный, вика четырехсемянная
Vicia tetrasperma (L.)



Горчица полевая
Sinapis arvensis L.

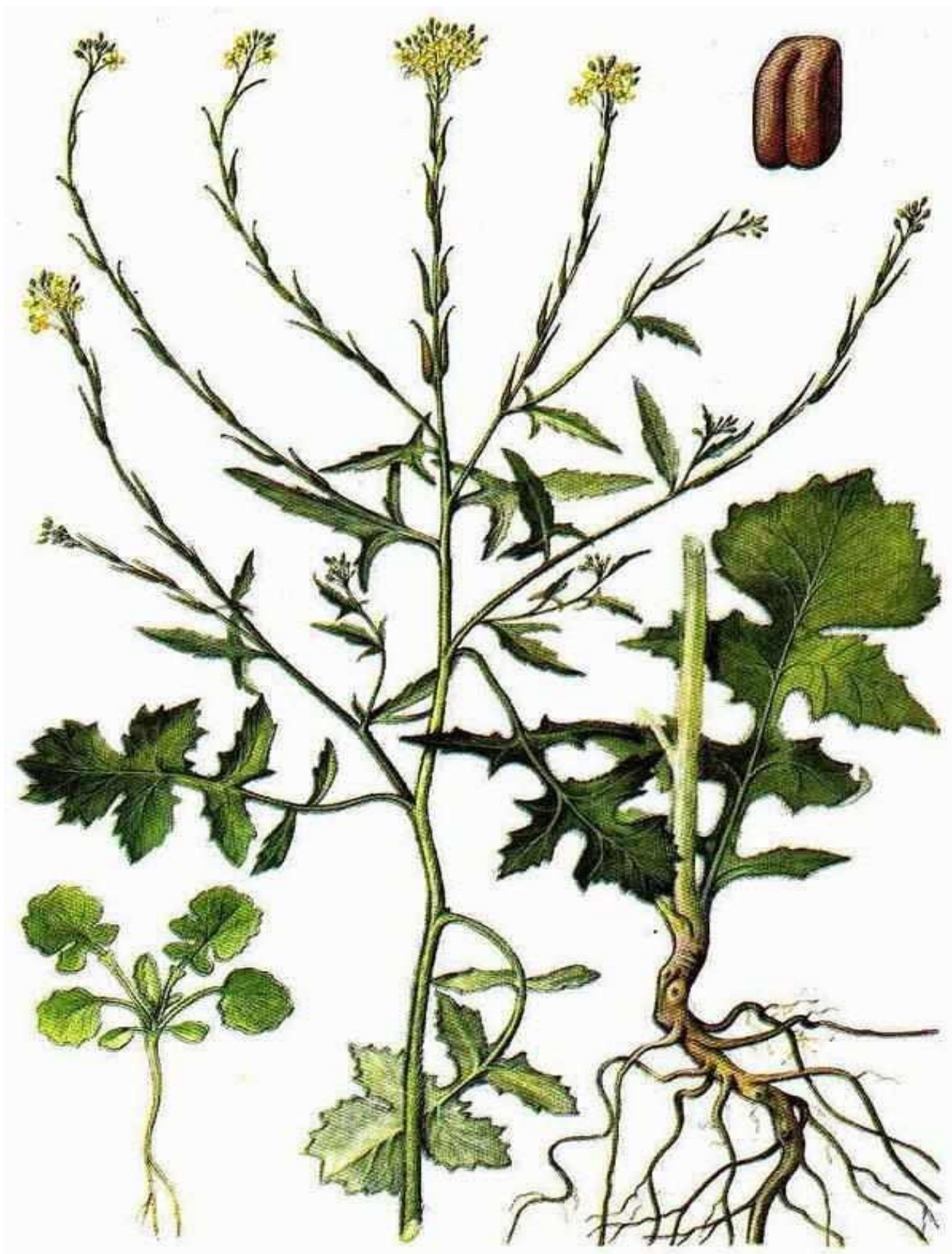


Гречиха татарская
Fagopyrum tataricum



Гречишка вьюнковая, фаллопия вьюнковая

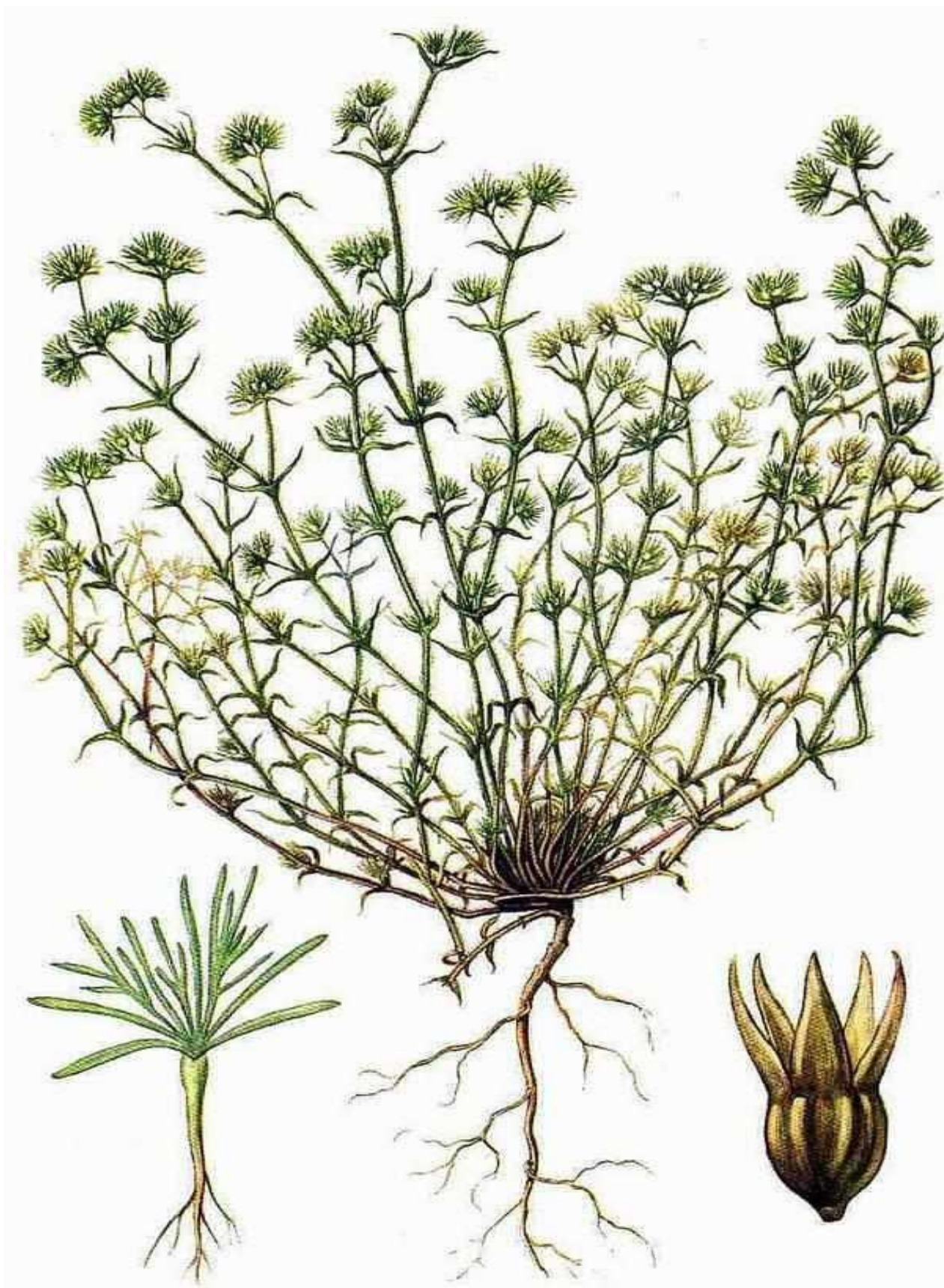
Polygonum convolvulus, Fallopia convolvulus



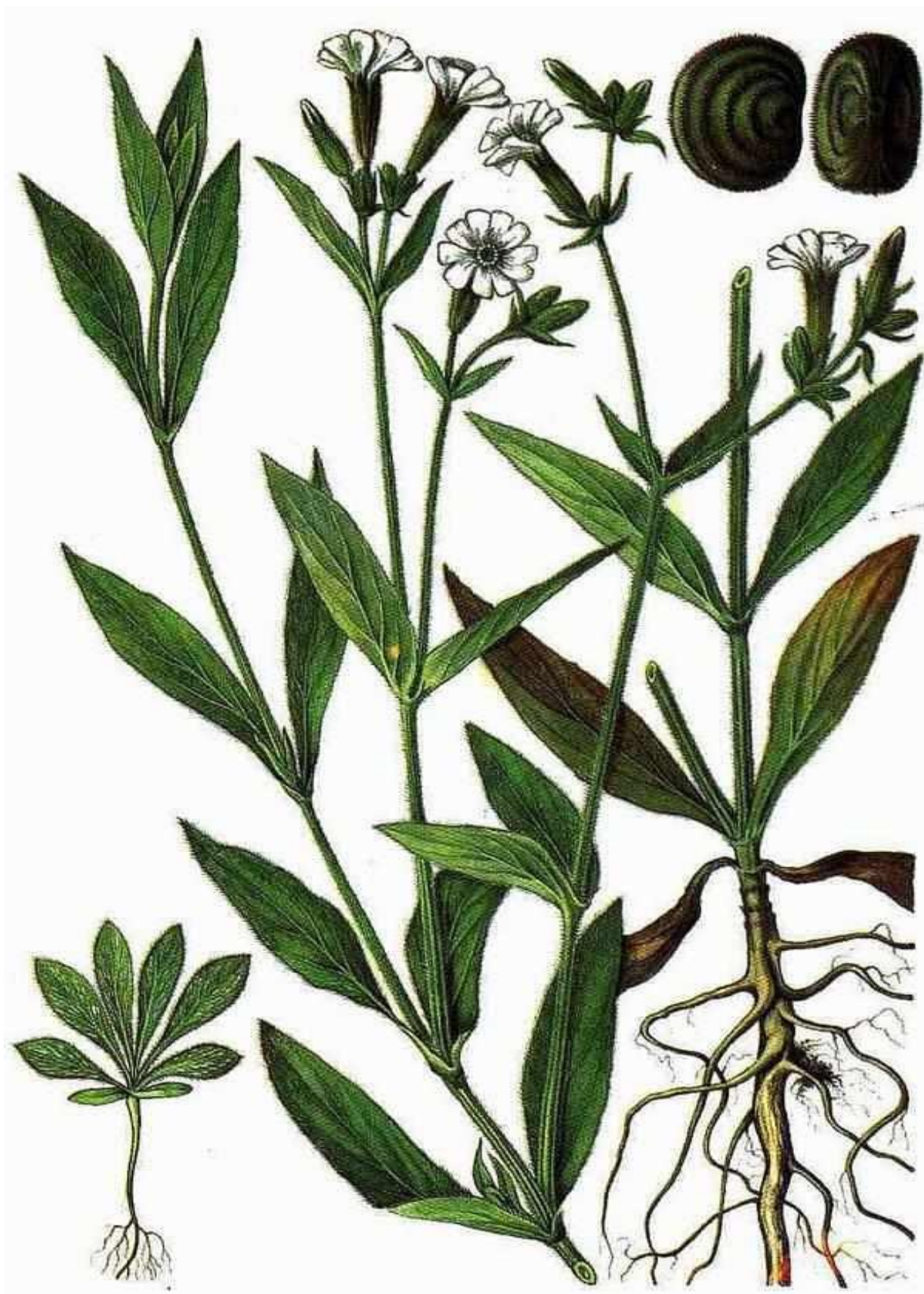
Гулявник лекарственный
Sisymbrium officinale L.



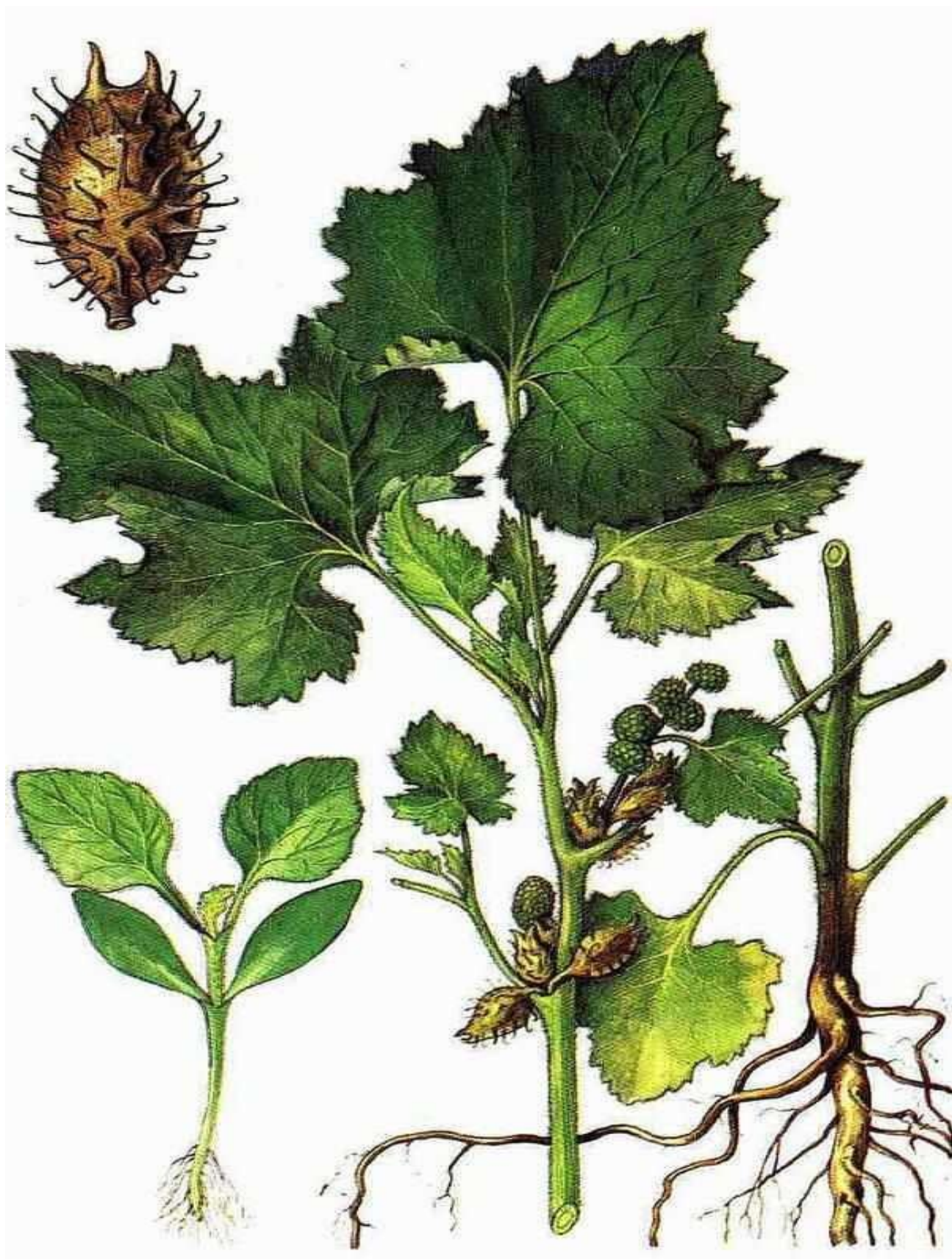
Дескурайния Софии
Descurainia sophia



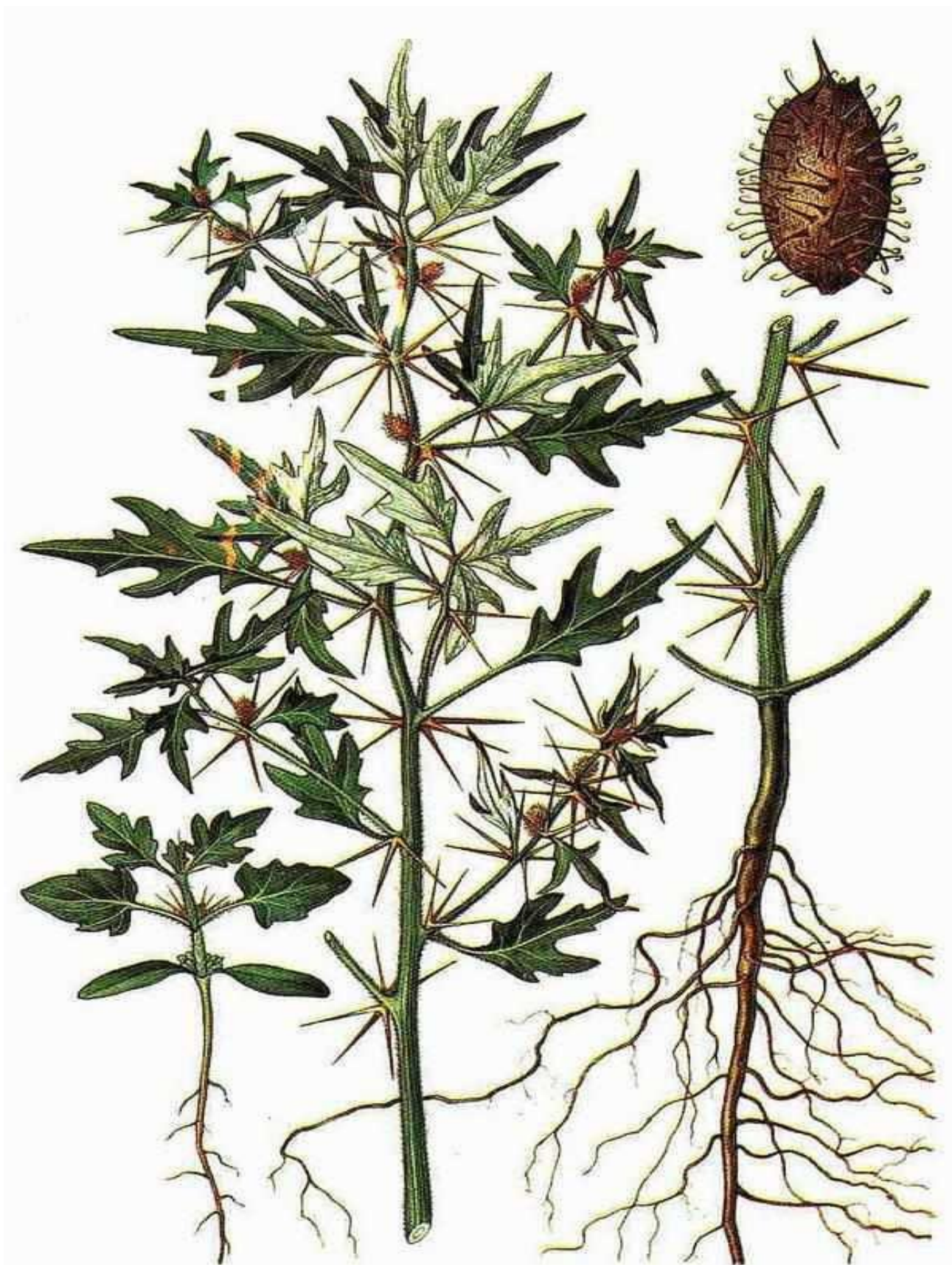
Дивала однолетняя
Scleranthus annuus L.



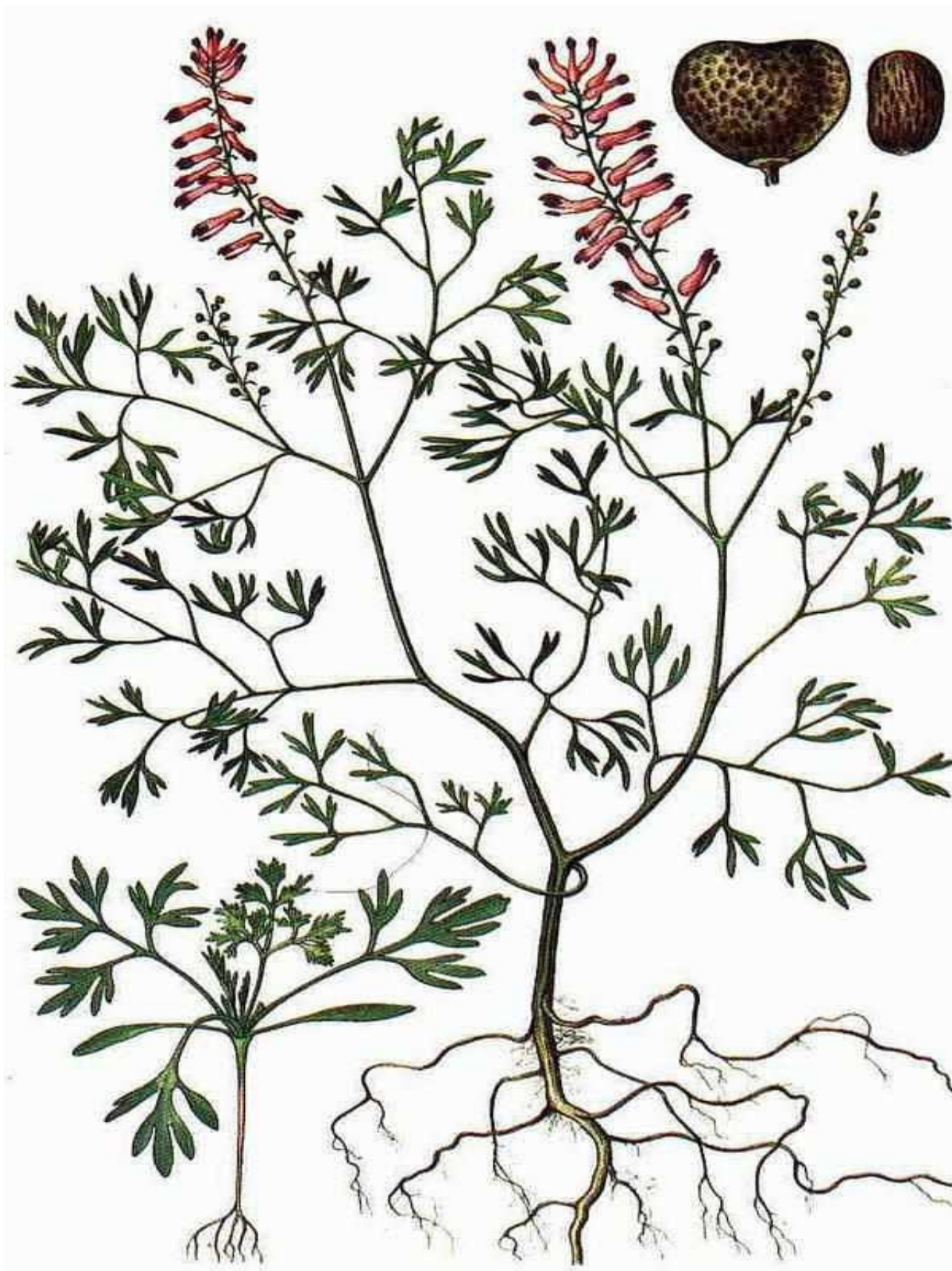
Дрема белая, беловатая, зорька белая
Melandrium album Mill.



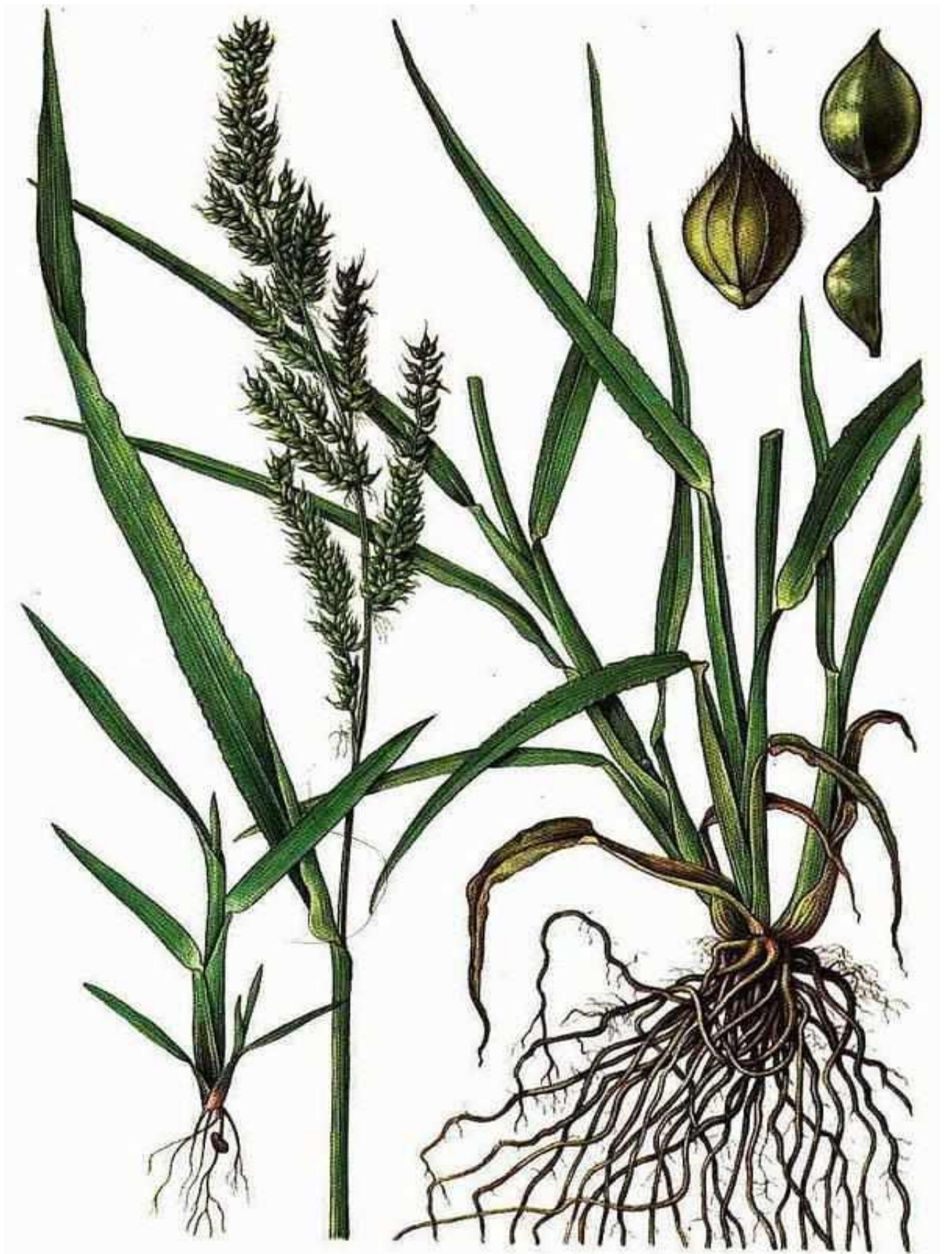
Дурнишник зобовидный или обыкновенный
Xanthium strumarium L.



Дурнишник колючий, игольчатый
Xanthium spinosum



Дымянка лекарственная, аптечная
Fumaria officinalis L.

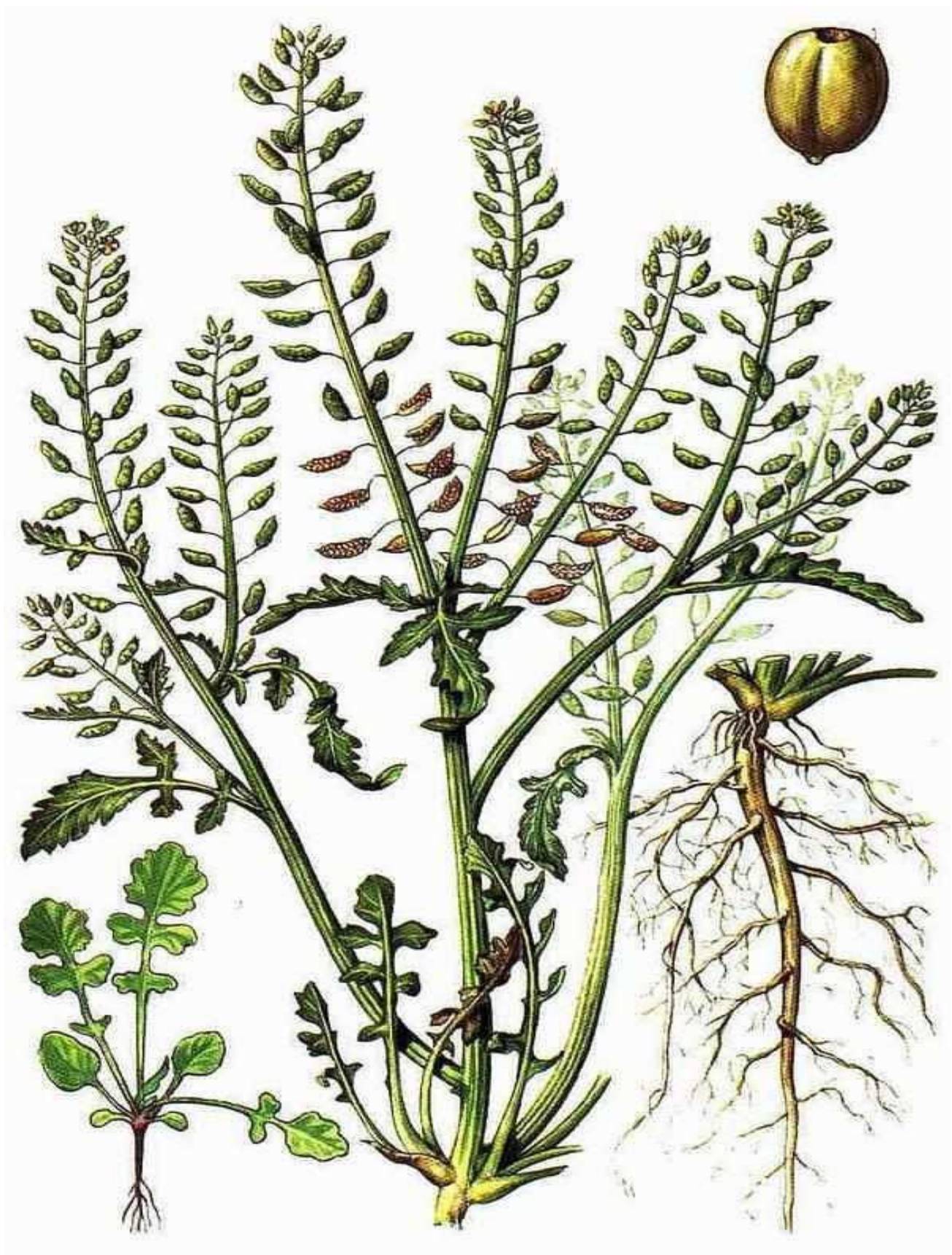


Ежовник обыкновенный, куриное или петушьё просо

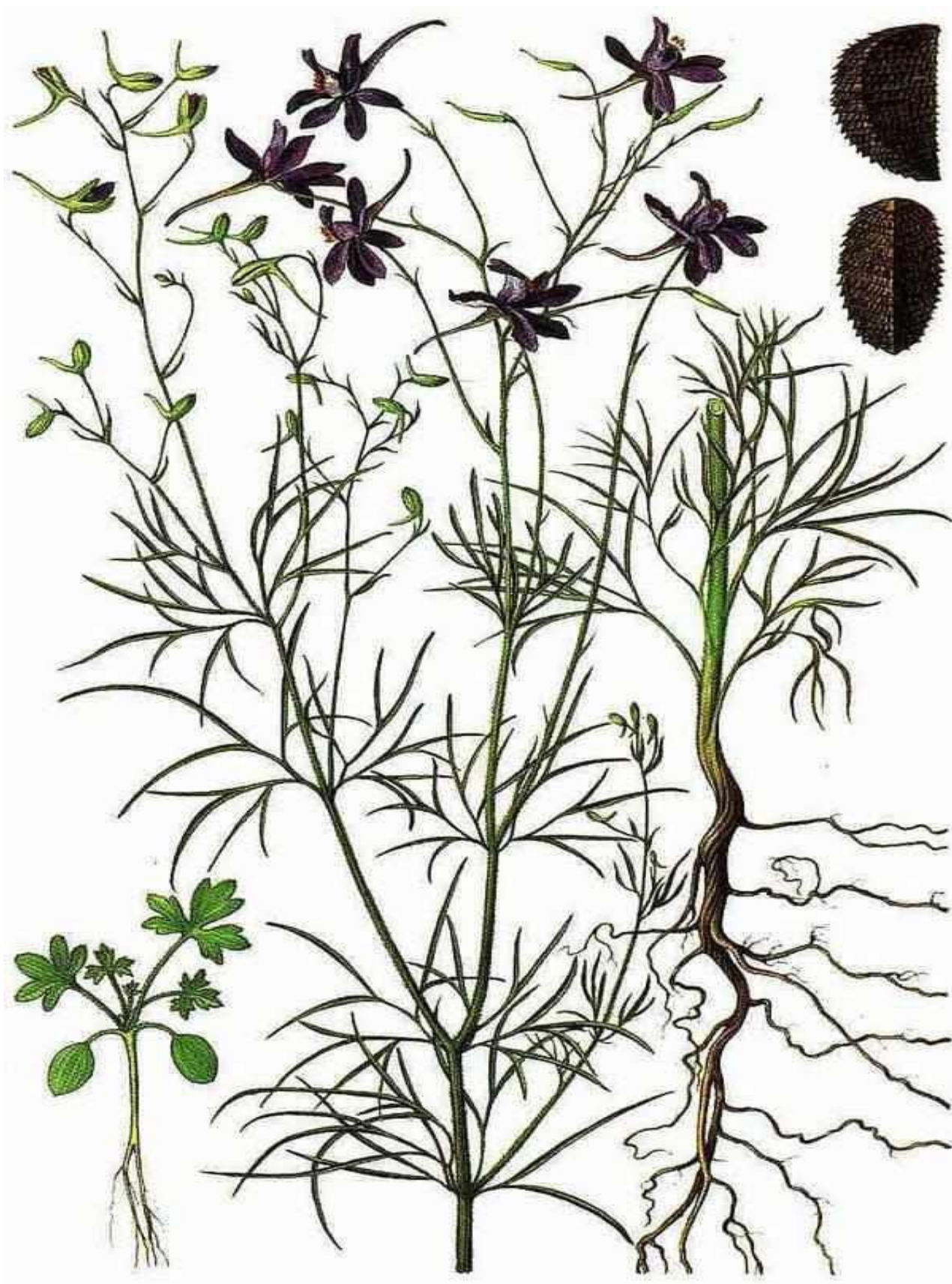
Echinochloa crus-galli



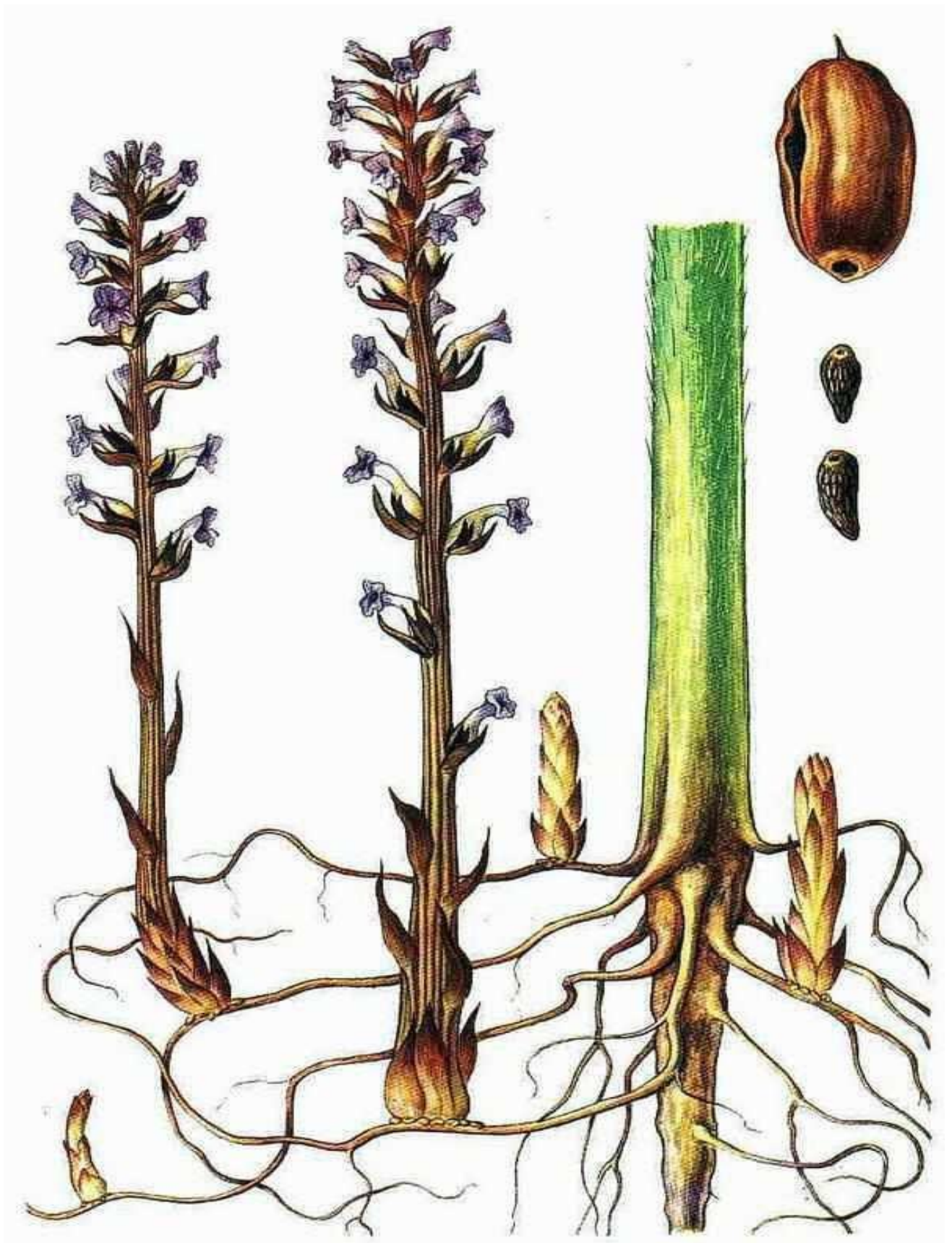
Желтушник левкоинный
Erysimum cheiranthoides L.



Жерушник болотный
Rorippa palustris (L.)



Живокость полевая
Consolida regalis

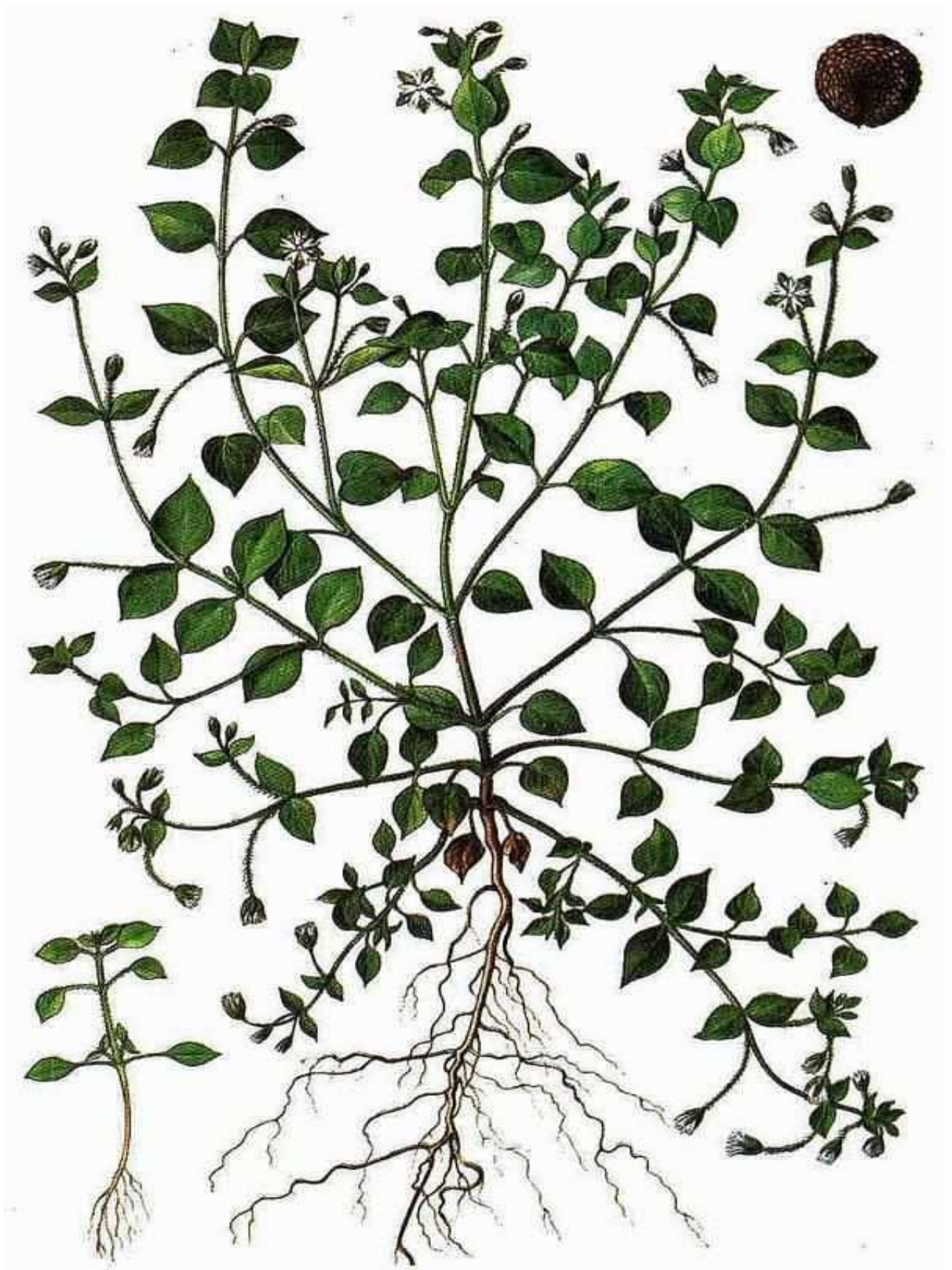


Заразиха ветвистая (конопляная)

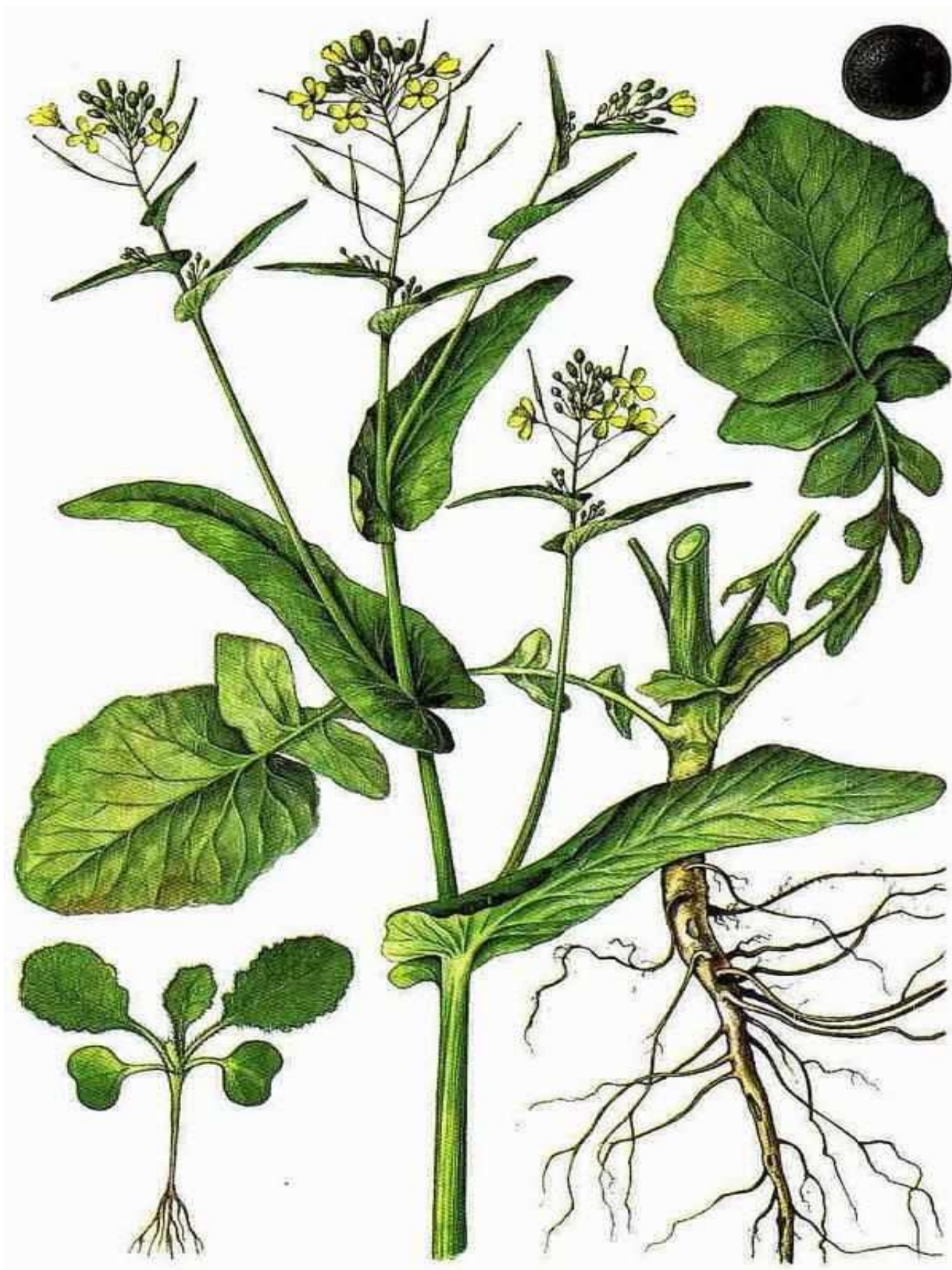
Orobanche ramosa



Звездчатка злаковидная, злачная, пьяная трава
Stellaria graminea



Звездчатка средняя, мокрица
Stellaria media



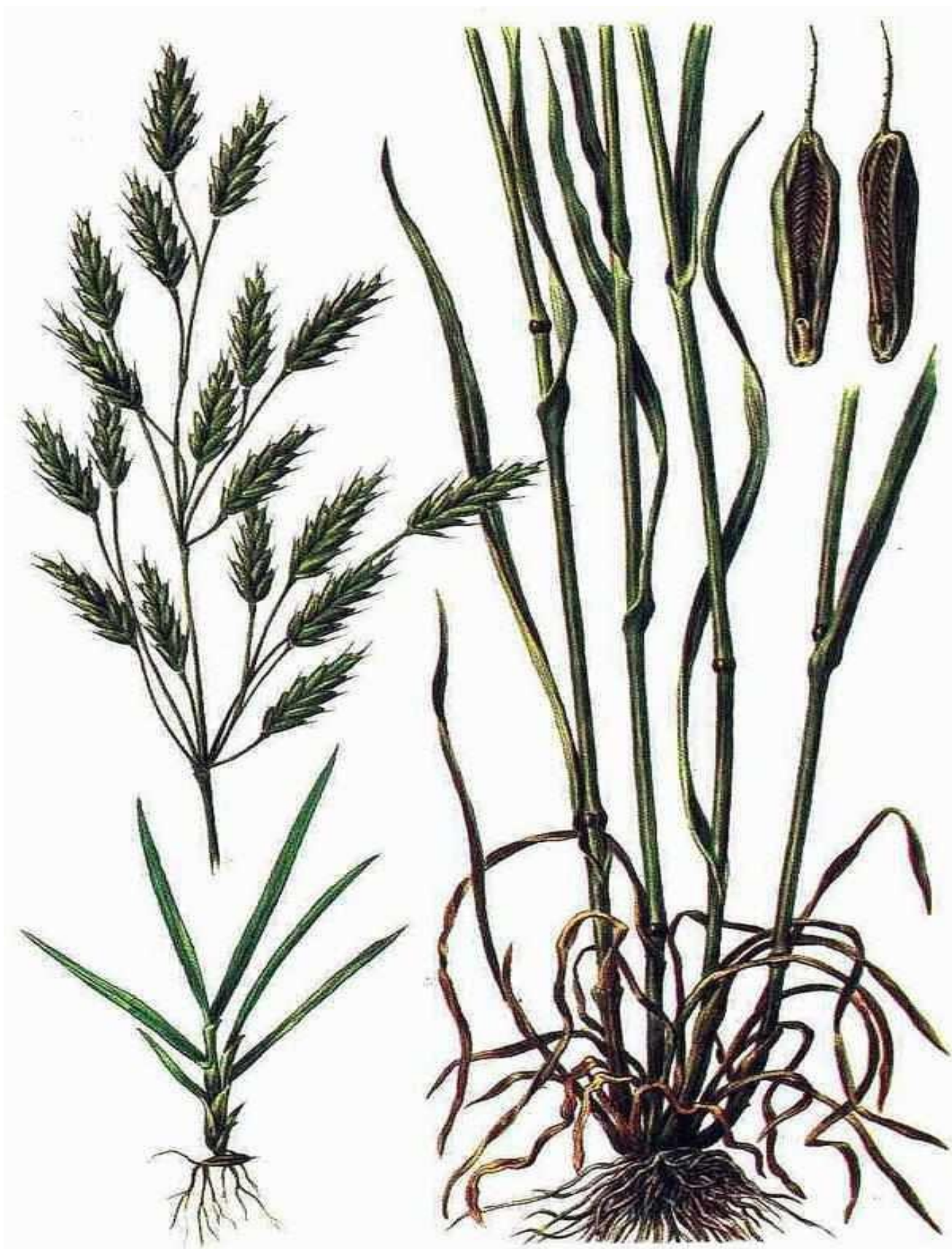
Капуста полевая.
Brassica rapa subsp. campestris



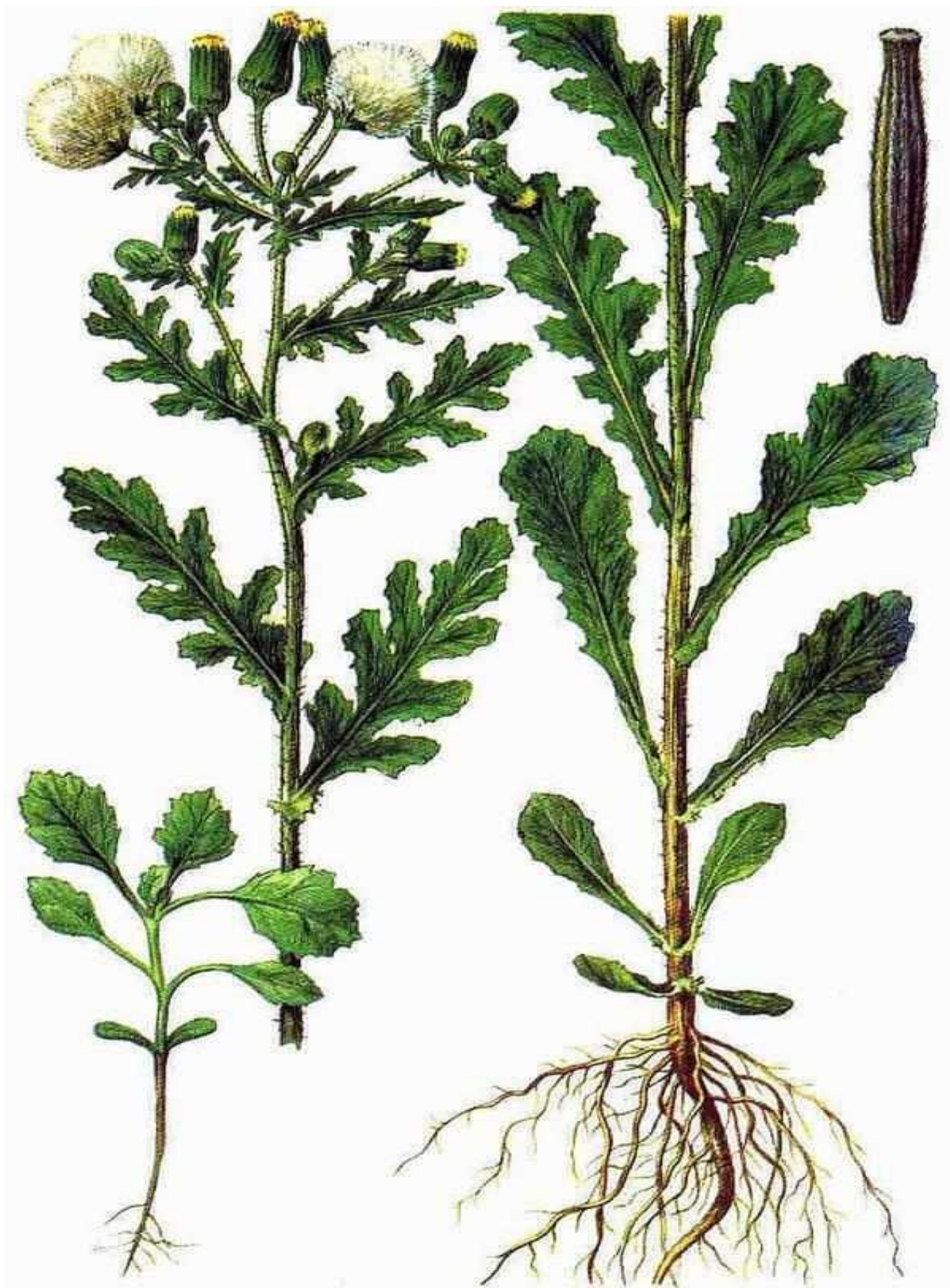
Клевер ползучий
Trifolium repens L.



Клубнекамыш морской
Bolboschoenus maritimus



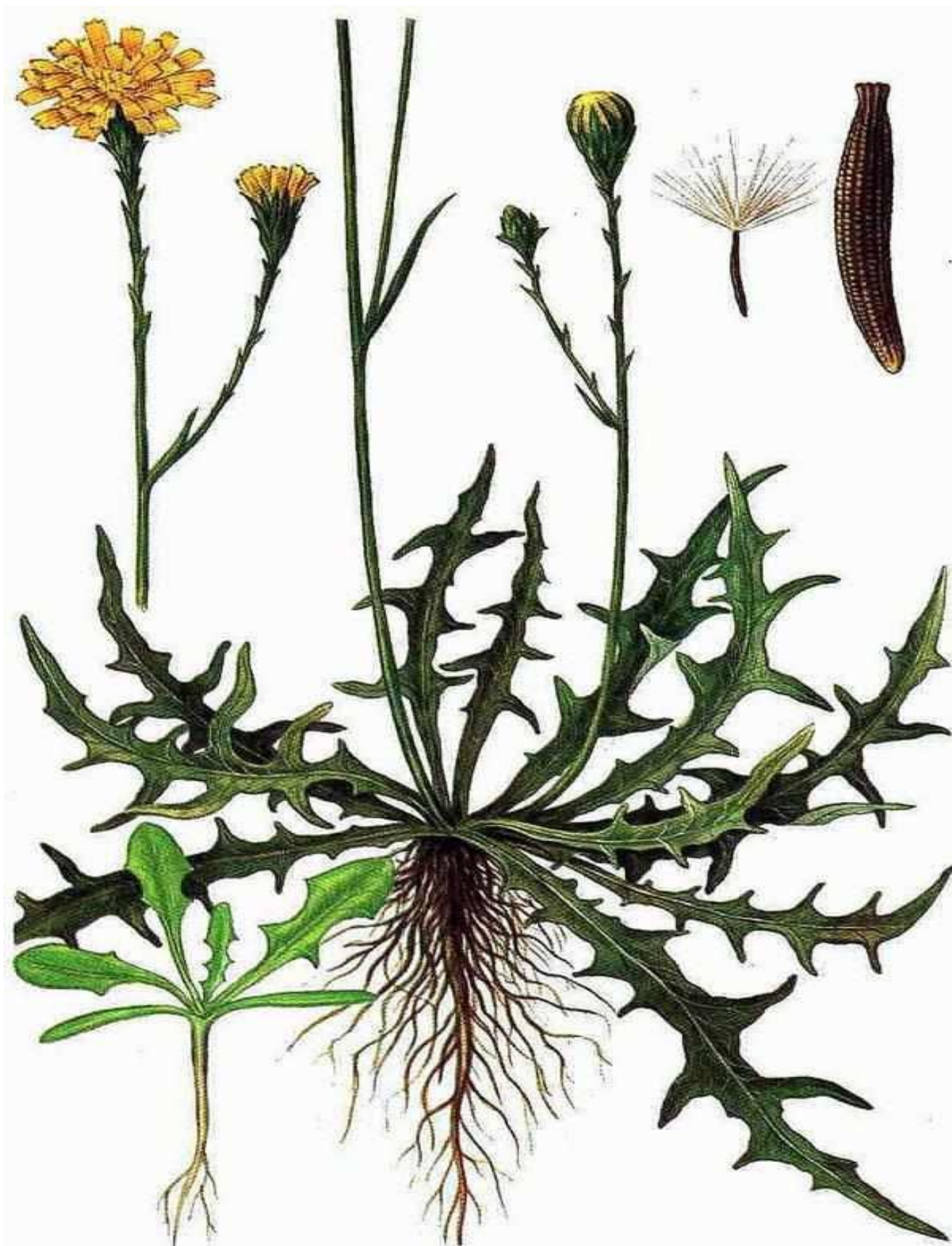
Костер ржаной
Bromus secalinus L.



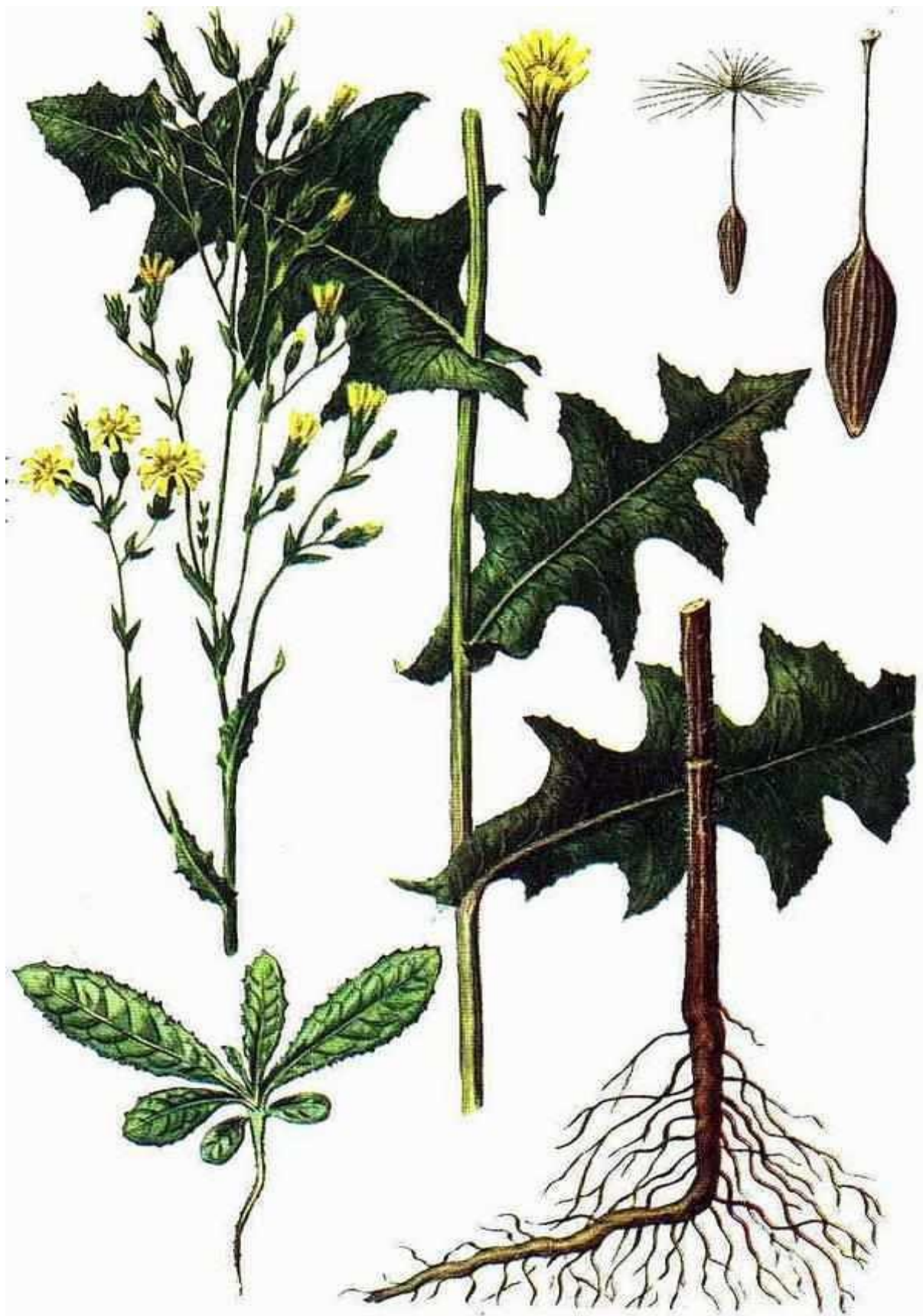
Крестовник обыкновенный
Senecio vulgaris L.



Кривоцвет полевой
Lycopeis arvensis L.



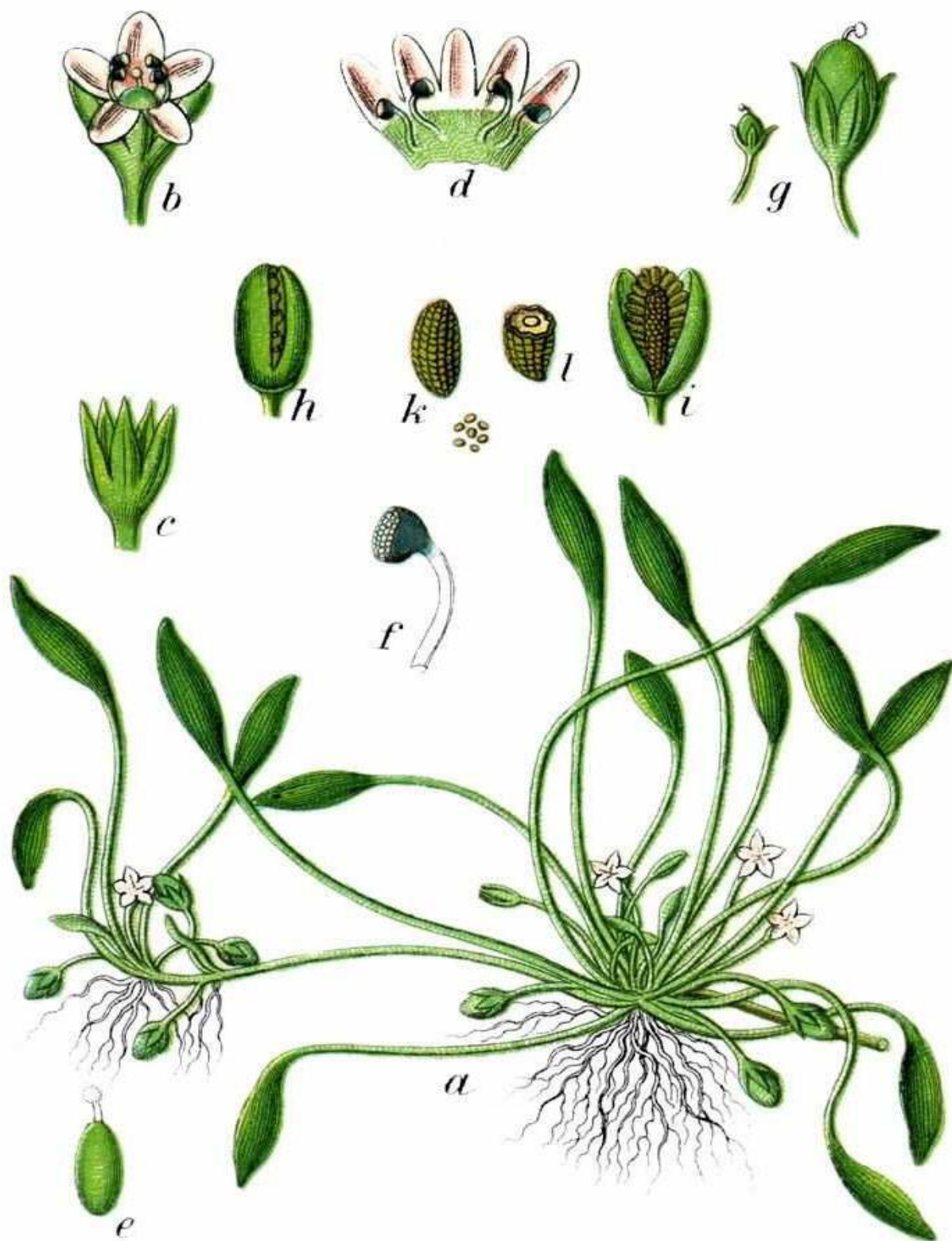
Кульбаба осенняя
Leontodon autumnalis L.



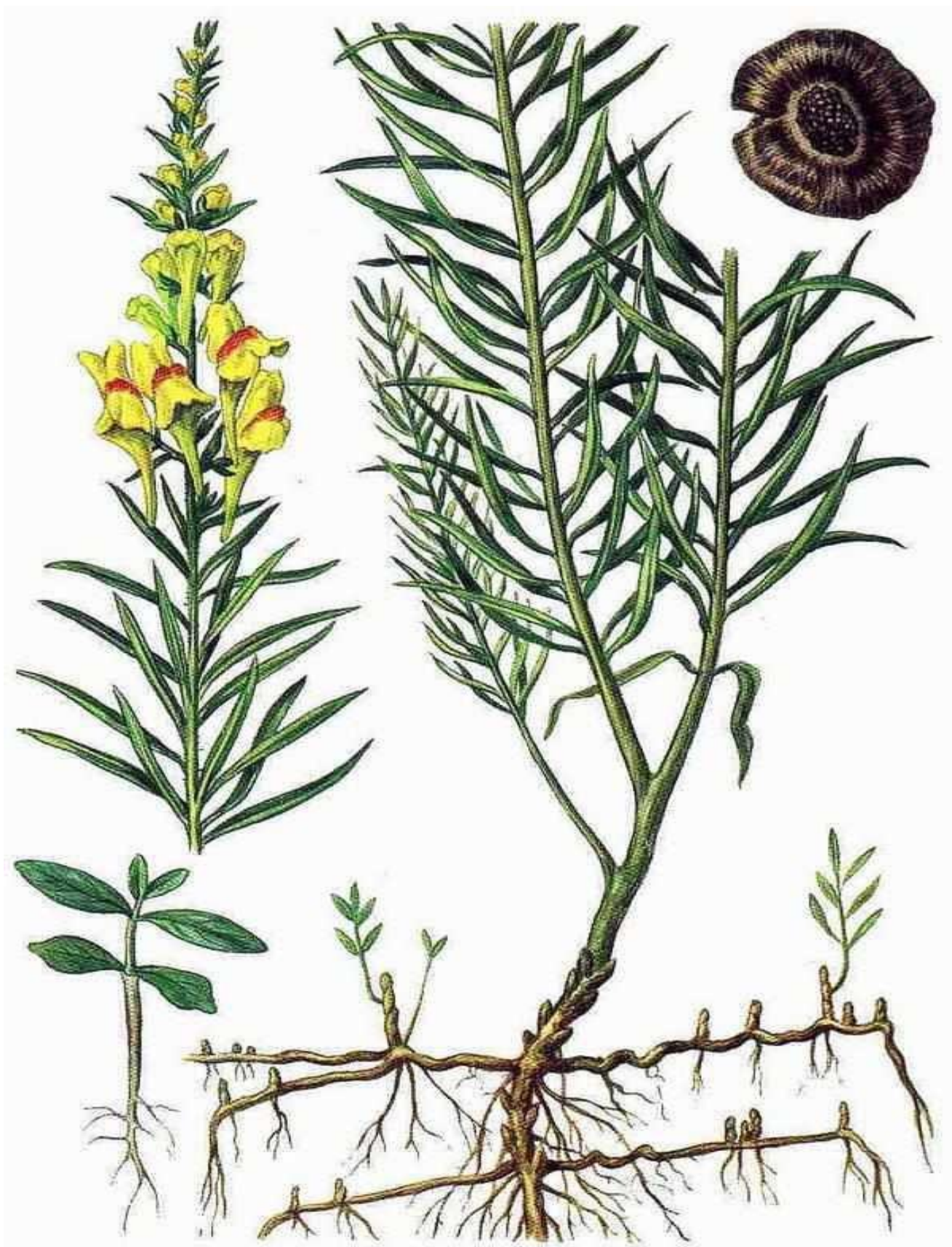
Латук компасный, салат дикий
Lactuca serriola L.



Липучка обыкновенная, оттопыренная, ежевидная
Lappula squarrosa



Лужница водяная
Limosella aquatica



Льянка обыкновенная
Linaria vulgaris



Лютик ползучий
Ranunculus repens L.



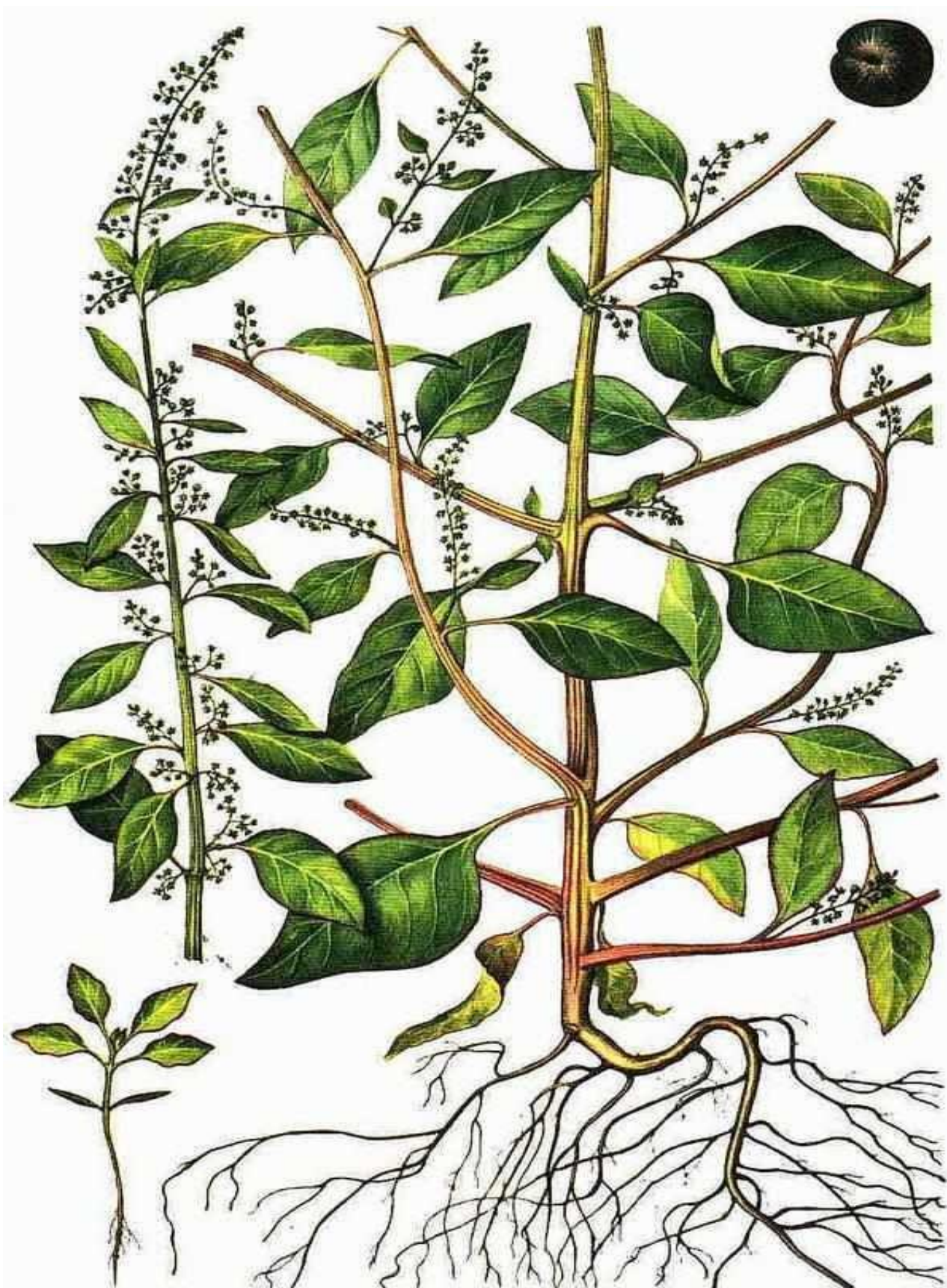
Марь белая
Chenopodium album



Марь зеленая
Chenopodium suecicum



Марь красная
Chenopodium rubrum L



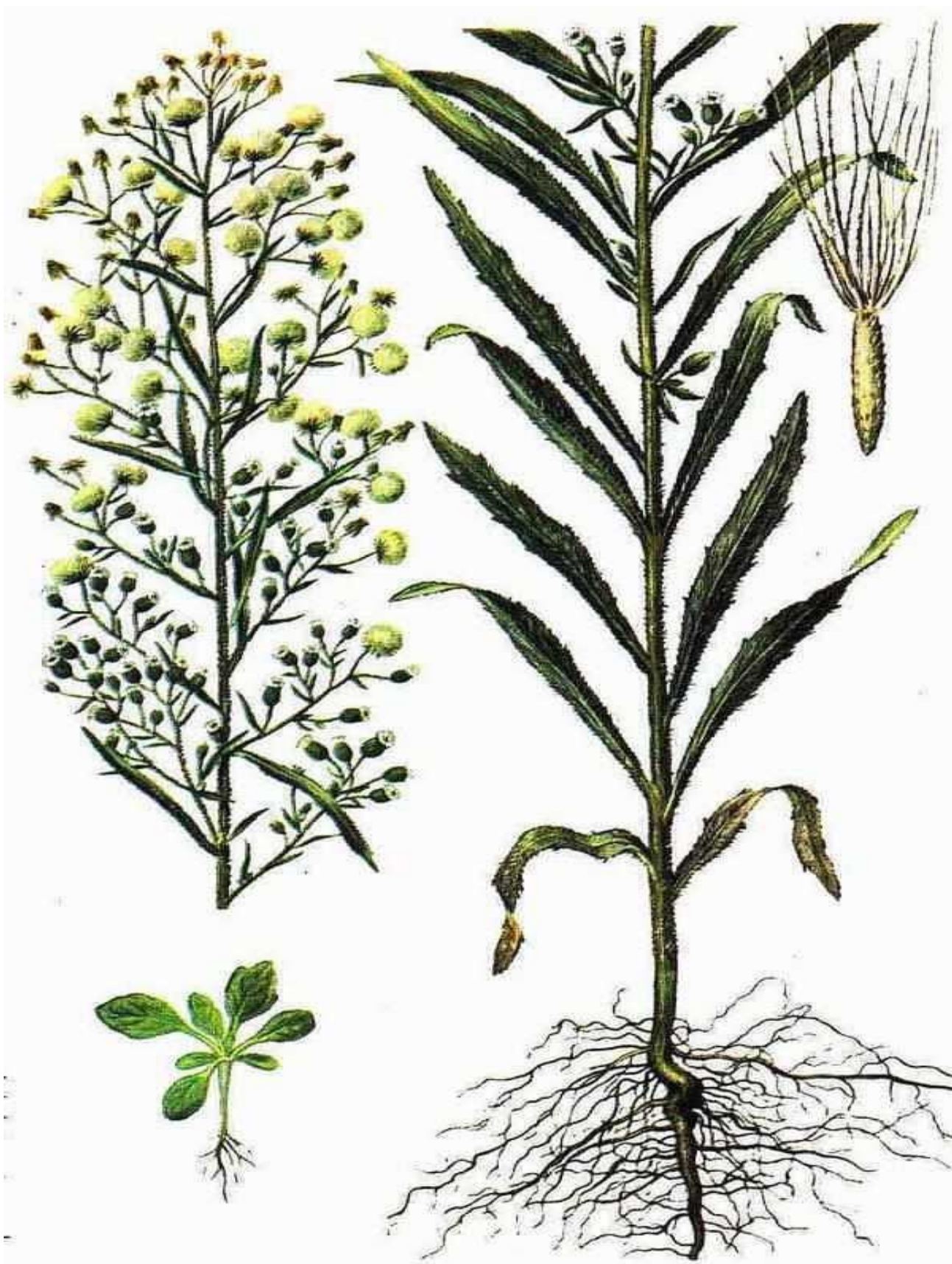
Марь многосемянная
Chenopodium polyspermum L



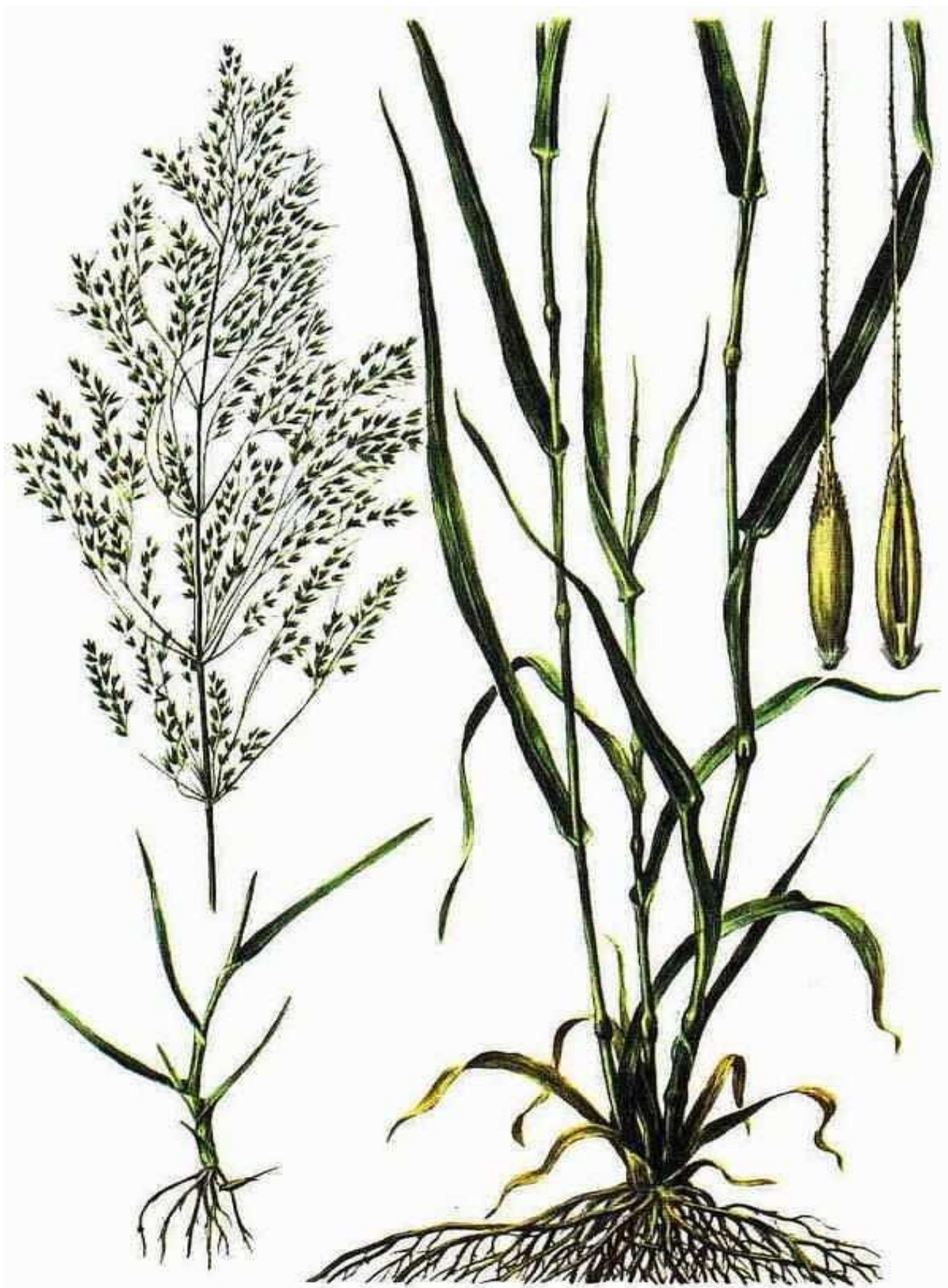
Марь сизая
Chenopodium glaucum L.



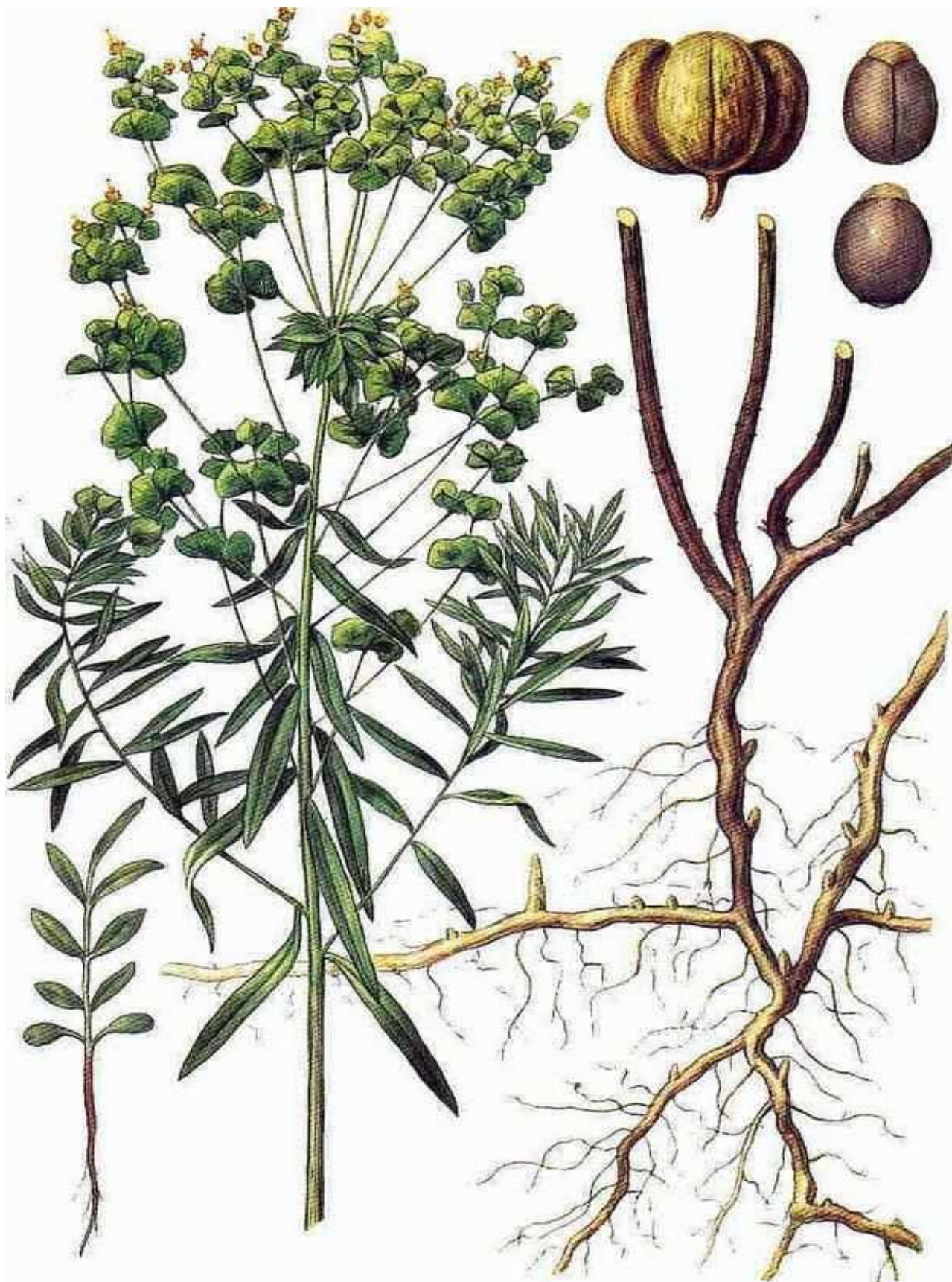
Мать и мачеха обыкновенная
Tussilago farfara L.



Мелколепестник канадский
Conyza canadensis



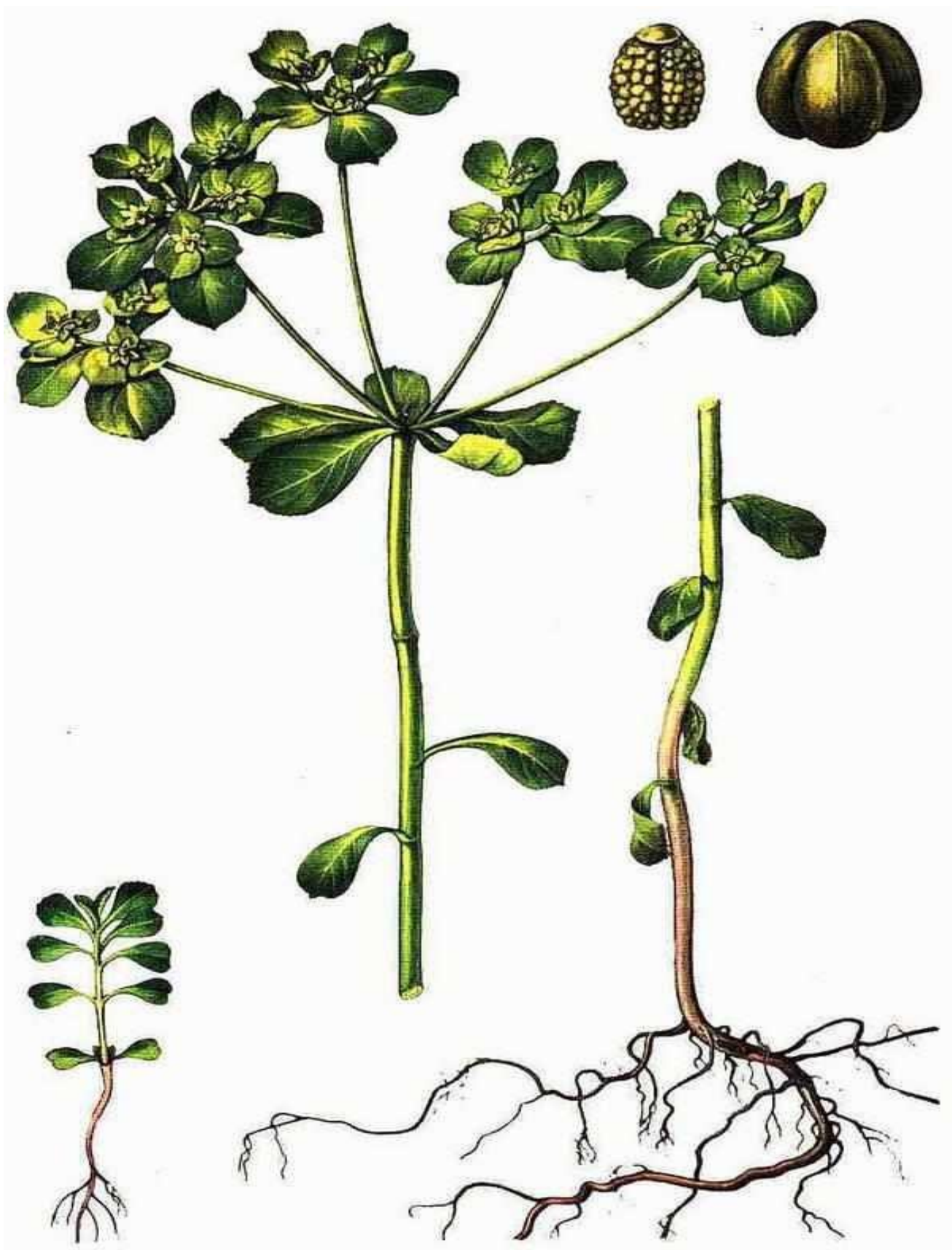
Метлица обыкновенная
Apera spica-venti L.



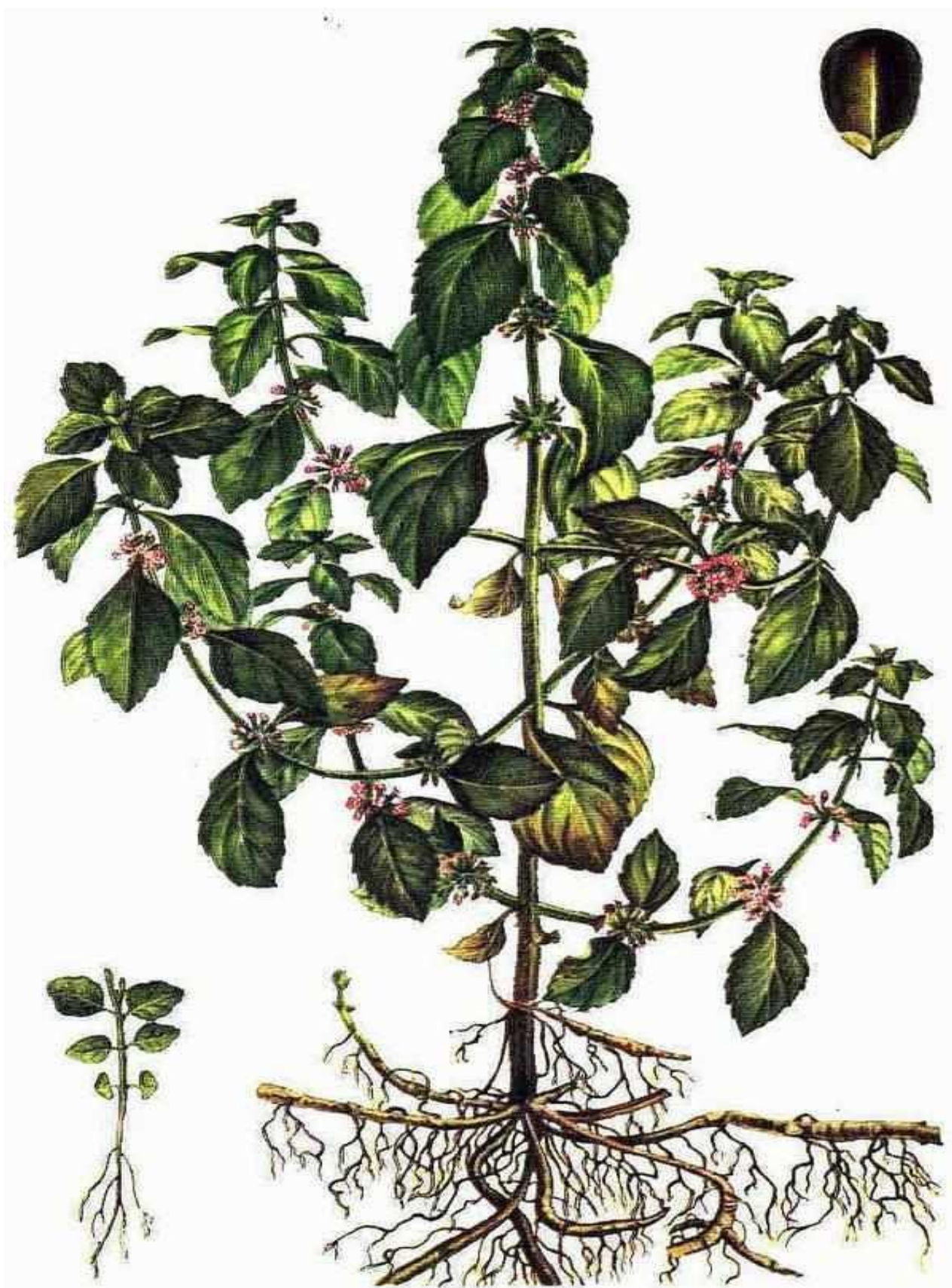
Молочай лозный, прутьевидный
Euphorbia virgata



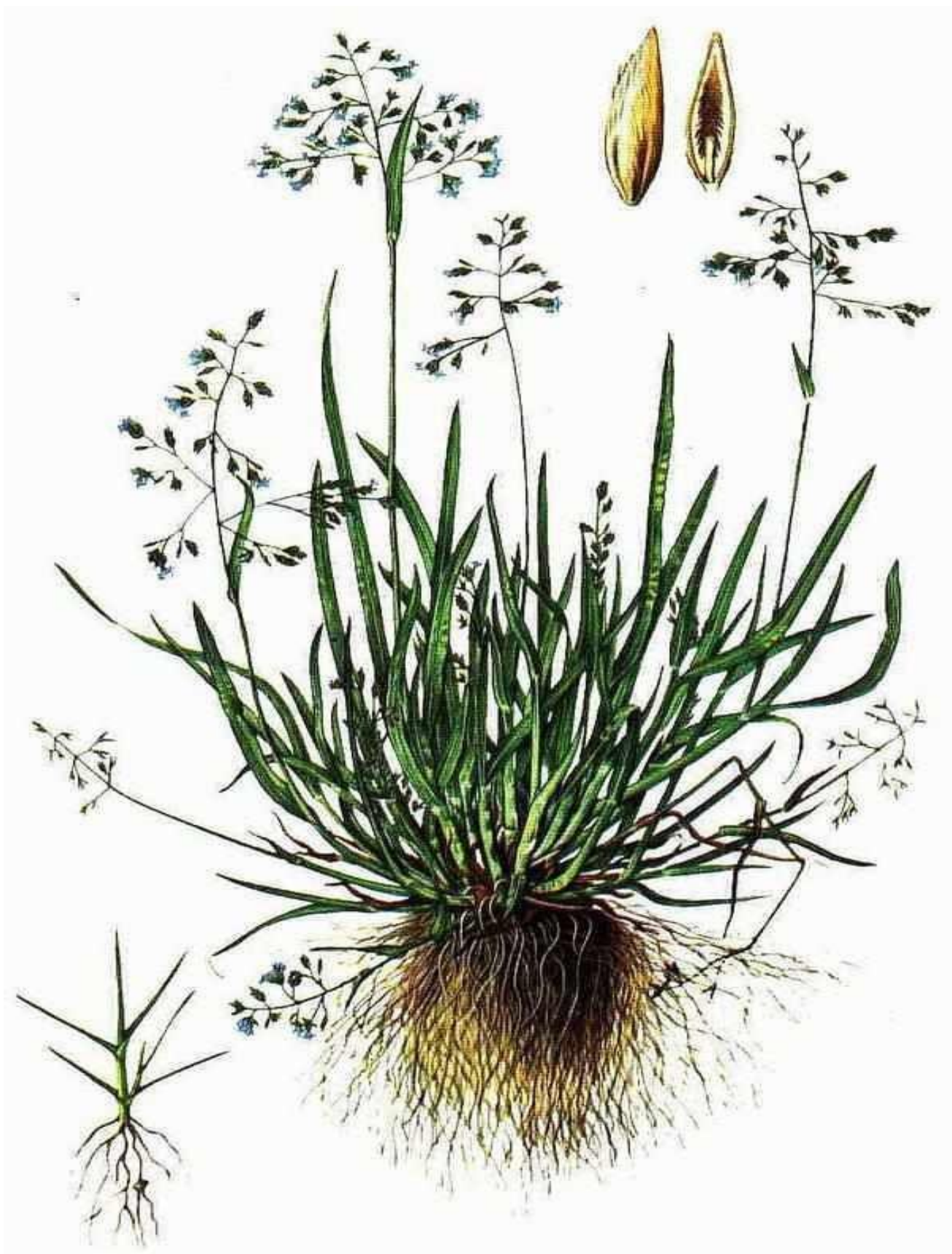
Молочай серповидный
Euphorbia falcata



Молочай солнцегляд.
Euphorbia helioscopia



Мята полевая
Mentha arvensis L.



Мятлик однолетний
Poa annua L.



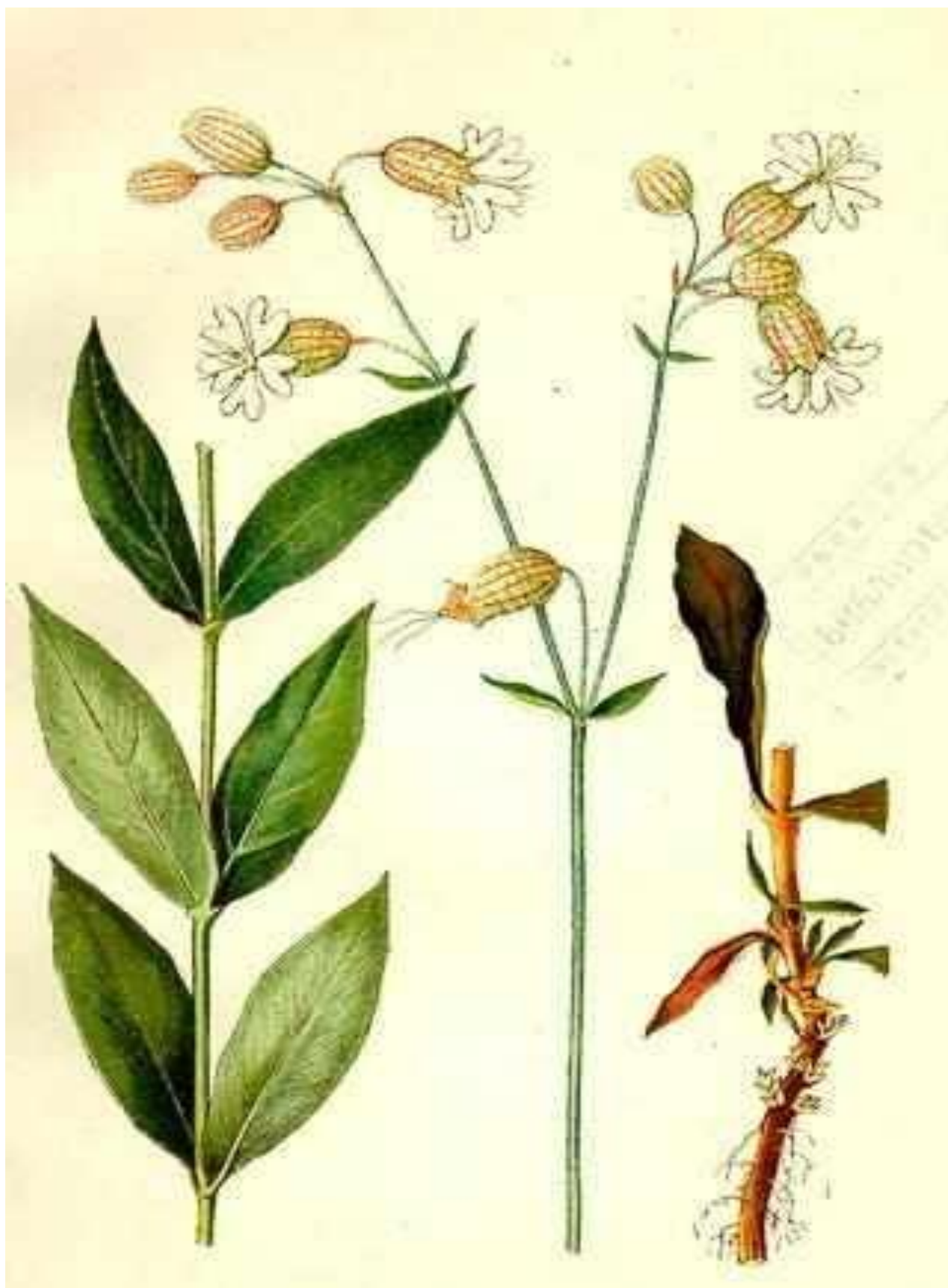
Незабудка полевая
Myosotis arvensis L. Hill.



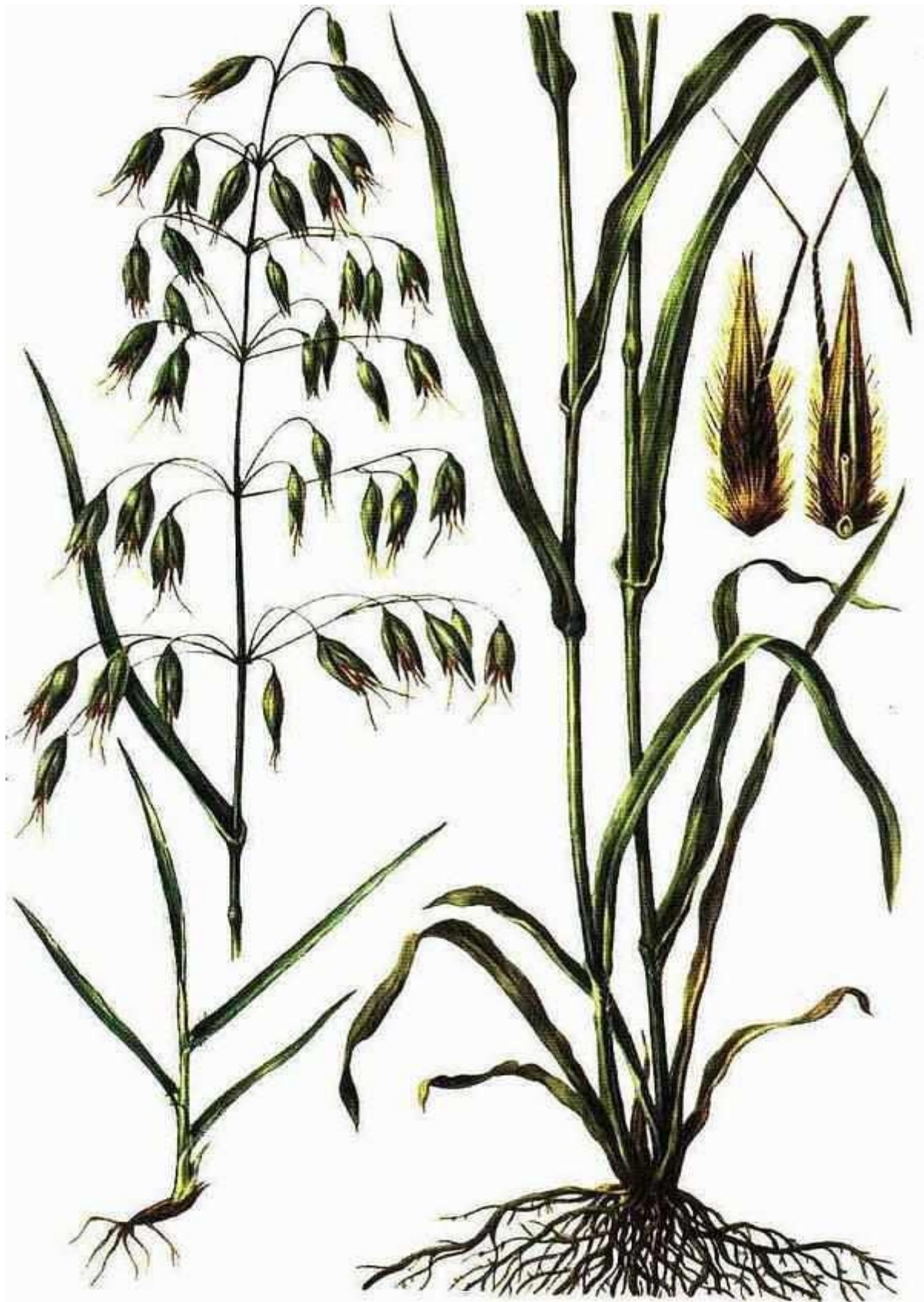
Неслия метельчатая, круглец метельчатый
Neslia paniculata



Нивяник обыкновенный, поповник луговой
Leucanthemum vulgare



Оберна Бехена, смолевка широколистная, смолевка
Oberna behen



Овес пустой, овсюг обыкновенный
Avena fatua



Одуванчик лекарственный, аптечный
Taraxacum officinale Weber



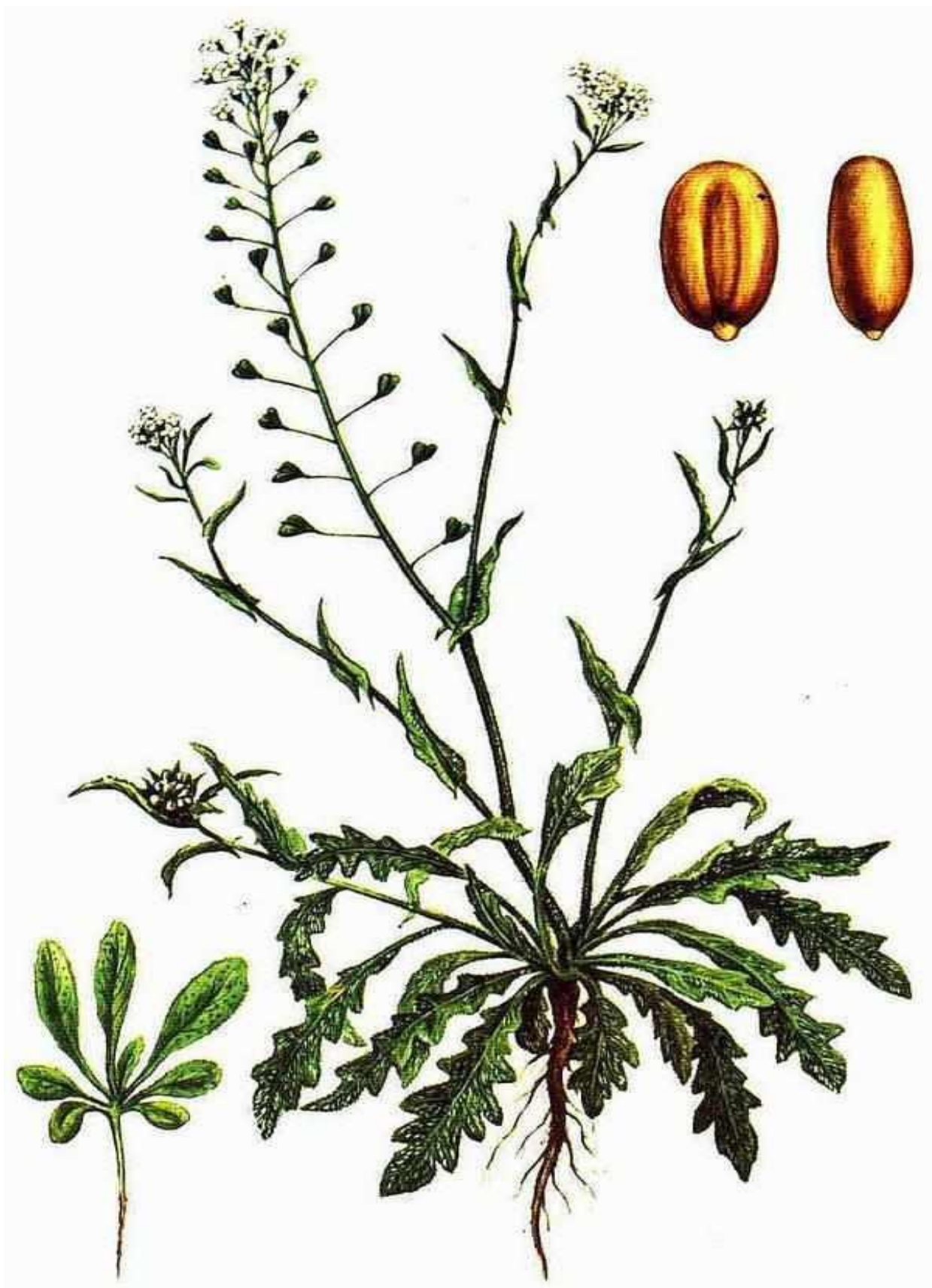
Осот полевой, осот желтый, или осот молочайный
Sonchus arvensis



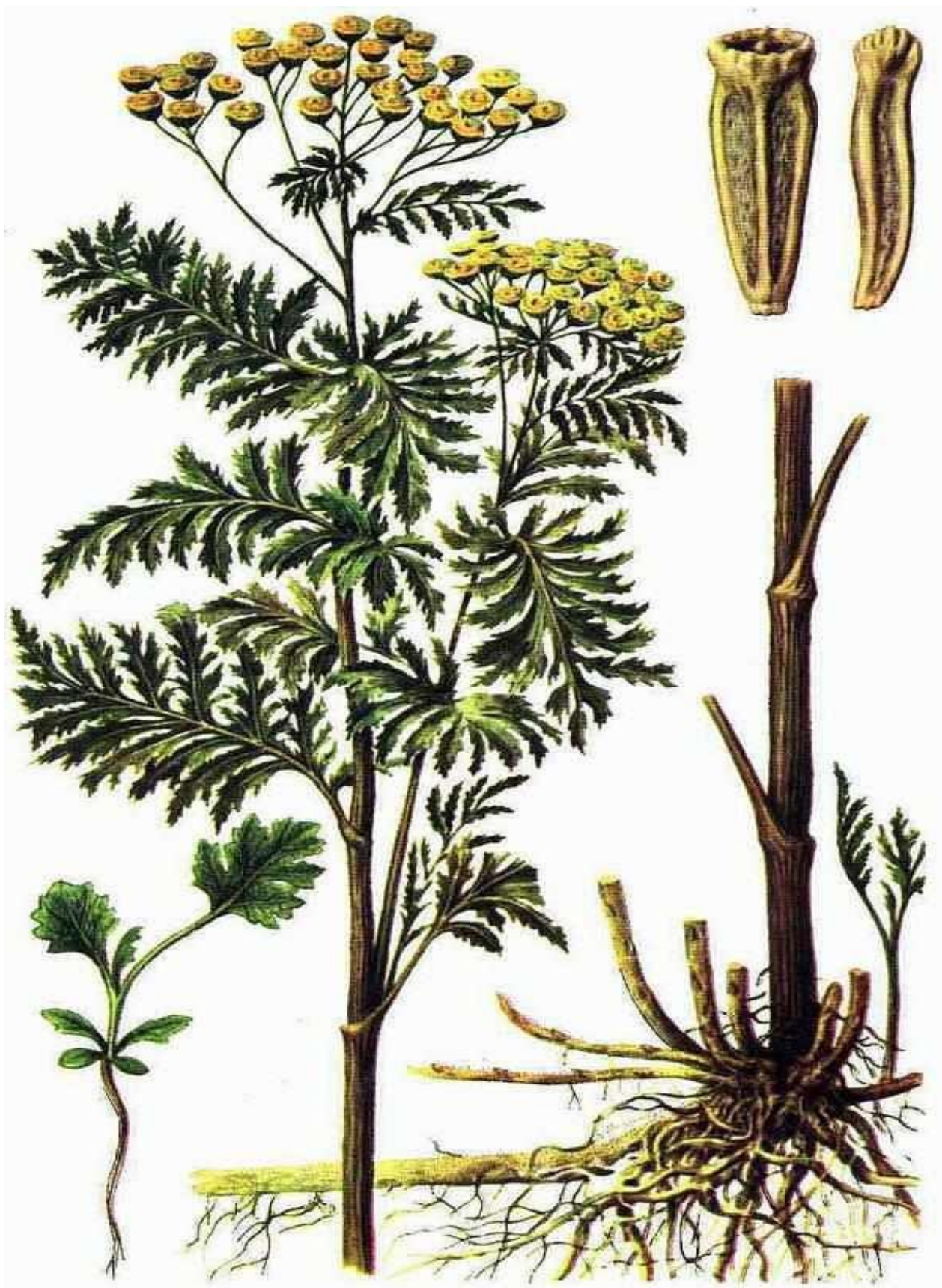
Осот шероховатый, острый
Sonchus asper L.



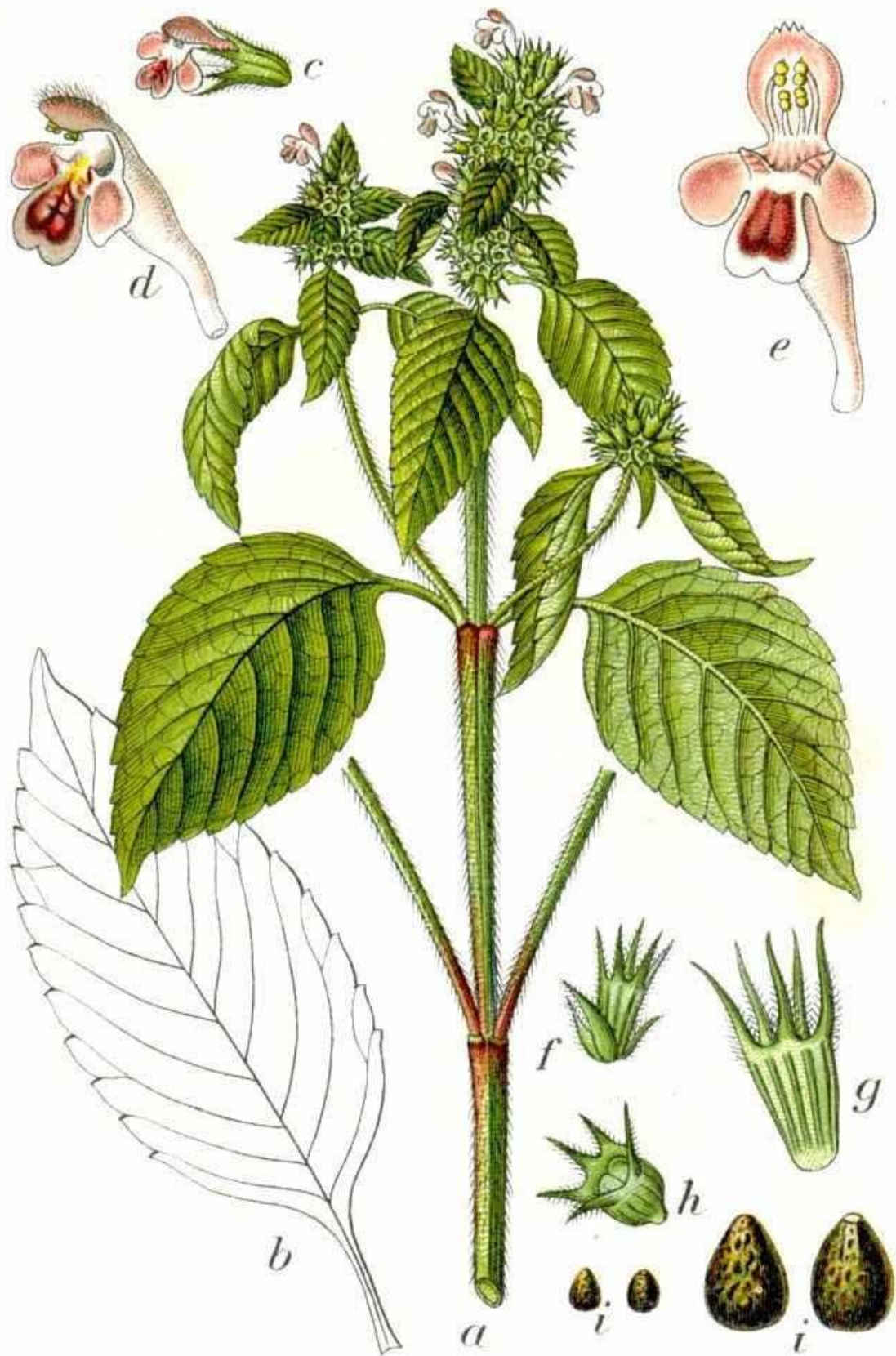
Паслен черный
Solanum nigrum



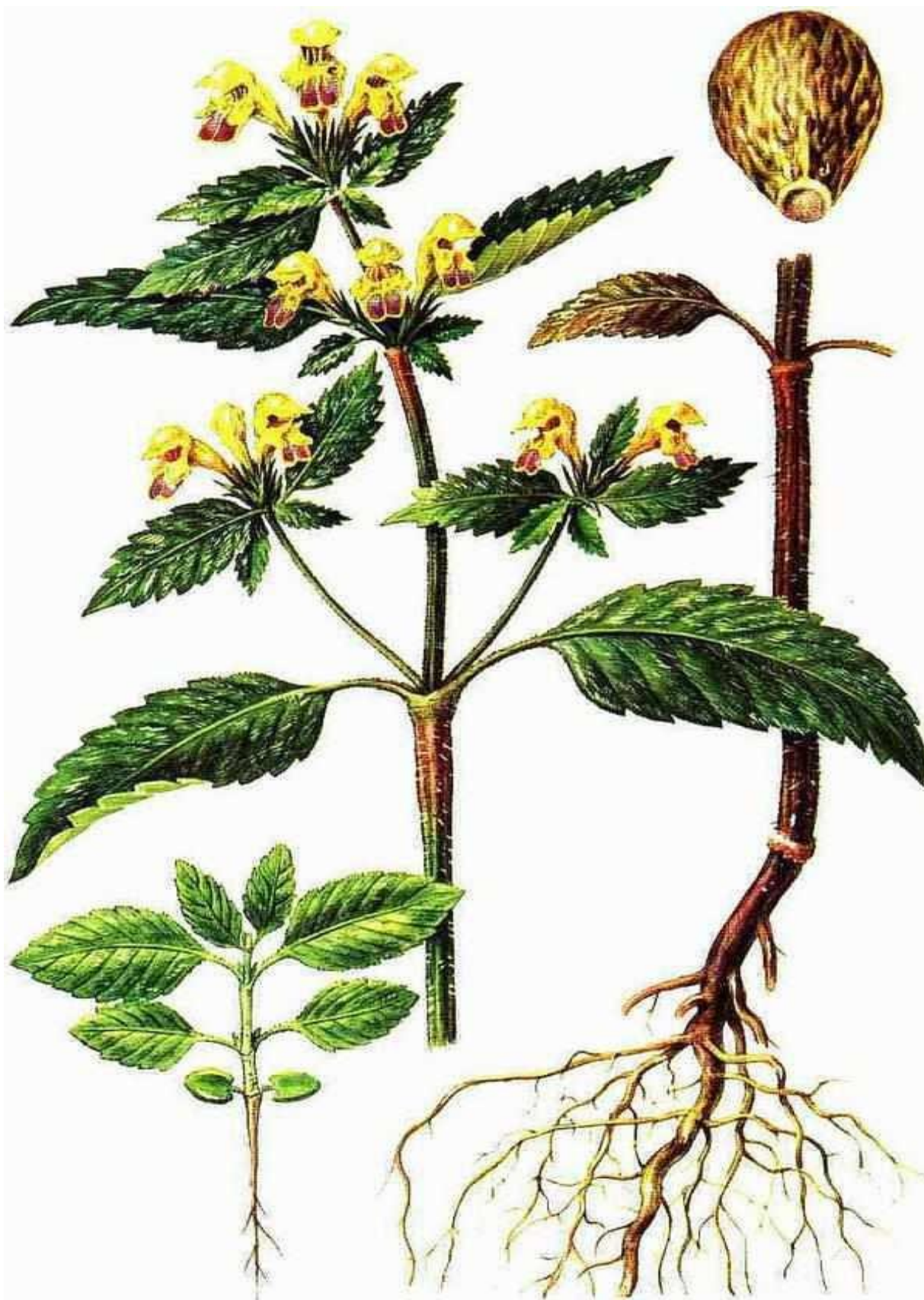
Пастушья сумка обыкновенная
Capsella bursa-pastoris



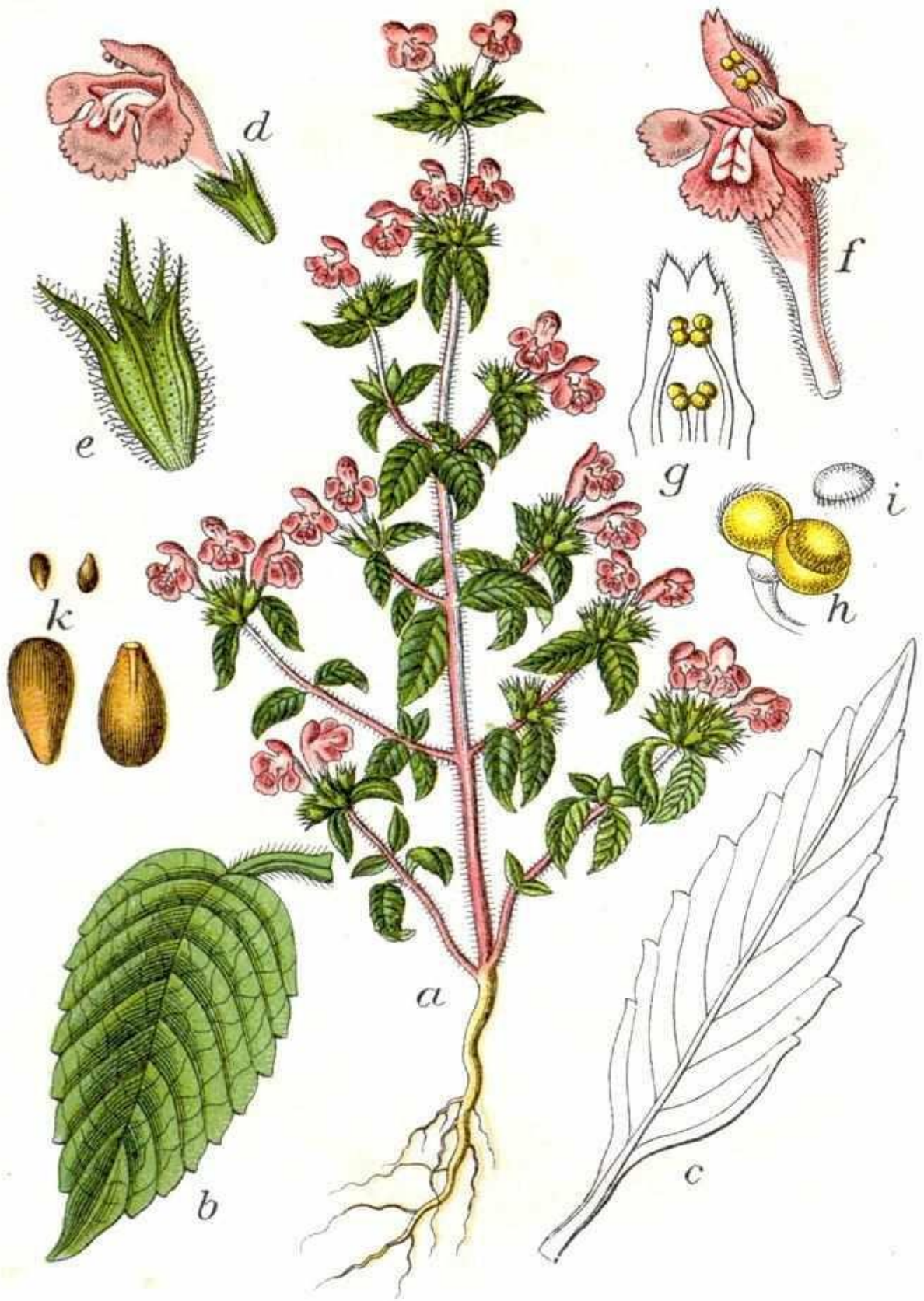
Пижма обыкновенная, дикая рябинка
Tanacetum vulgare



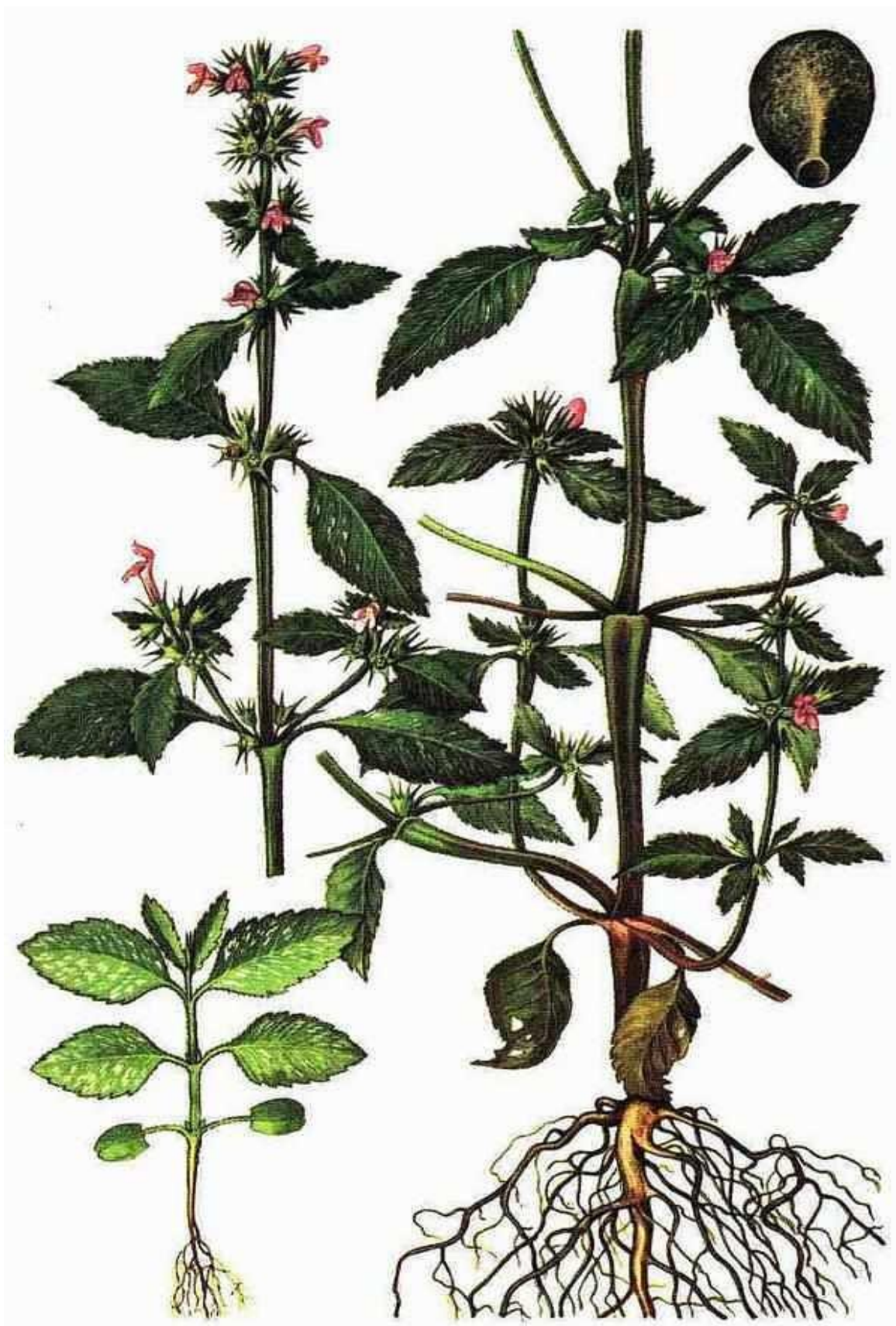
Пикульник двунадрезанный, двурасщепленный, жабрей
Galeopsis bifida



Пикульник заметный, красивый, зябра, жабрей
Galeopsis speciosa



Пикульник ладанниковый, мягковолосый, медунка
Galeopsis ladanum



Пикульник обыкновенный, жабрей
Galeopsis tetrahit



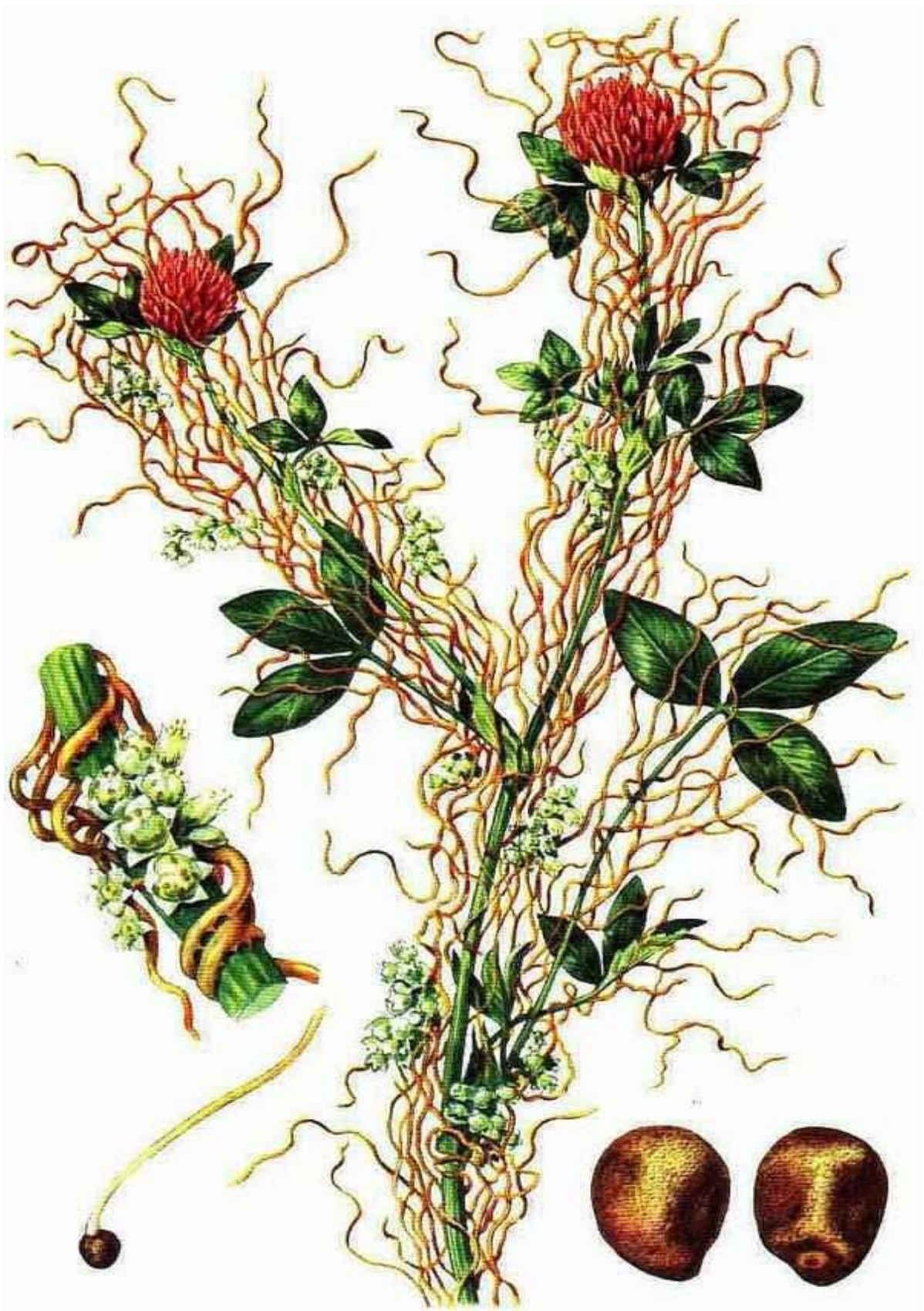
Плевел расставленный
Lolium remotum



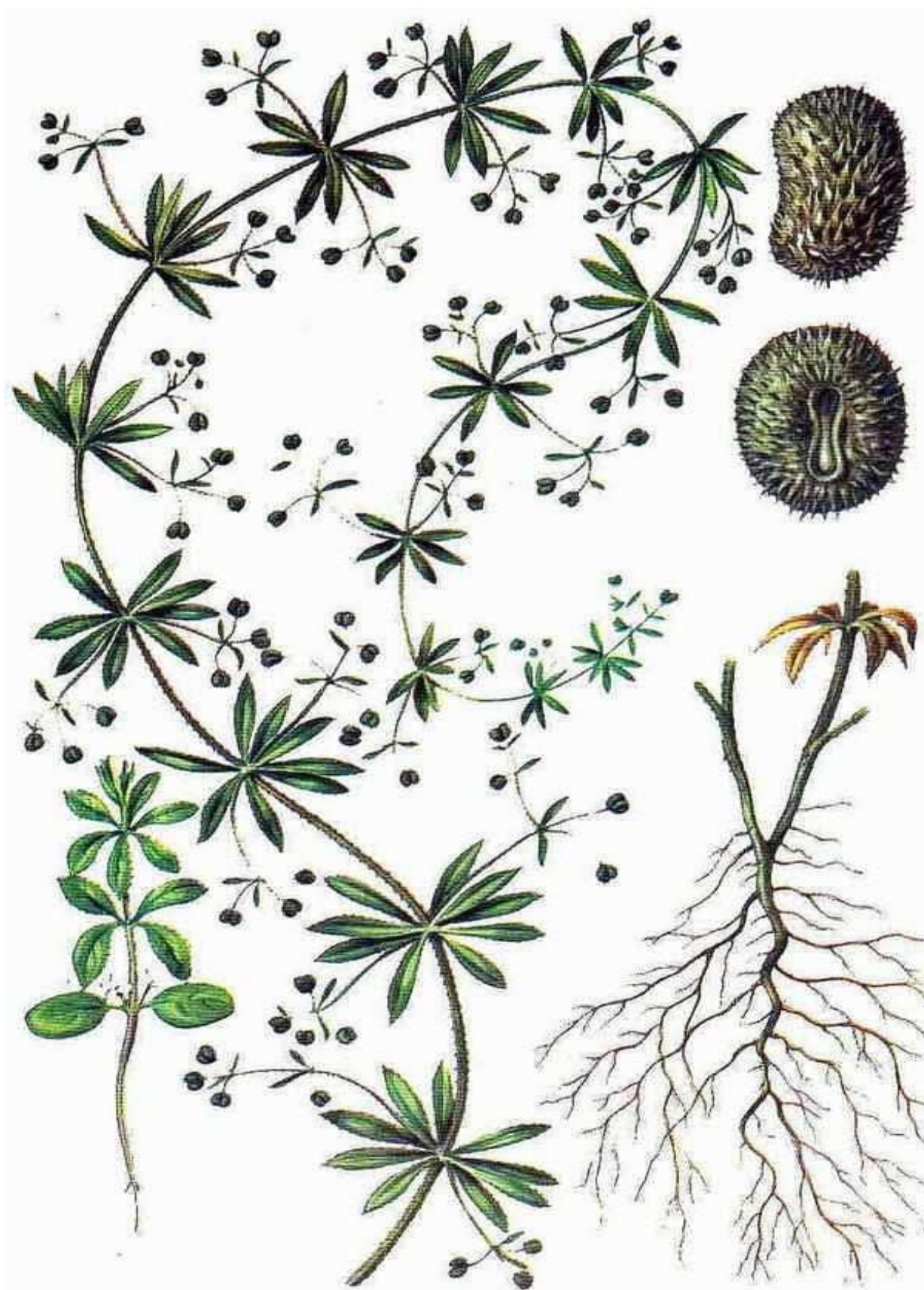
Повилика европейская
Cuscuta europaea



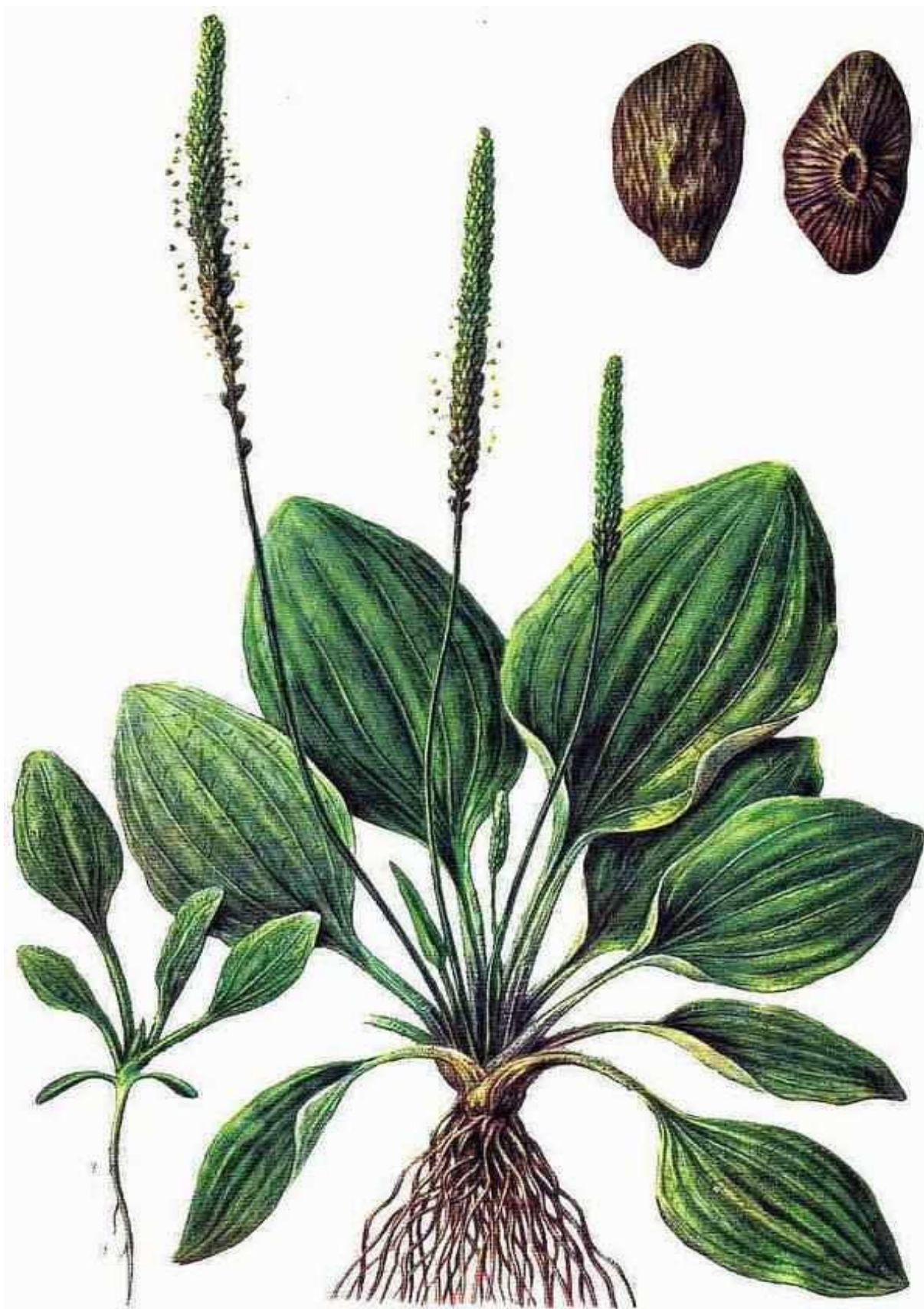
Повилика льняная
Cuscuta epilinum



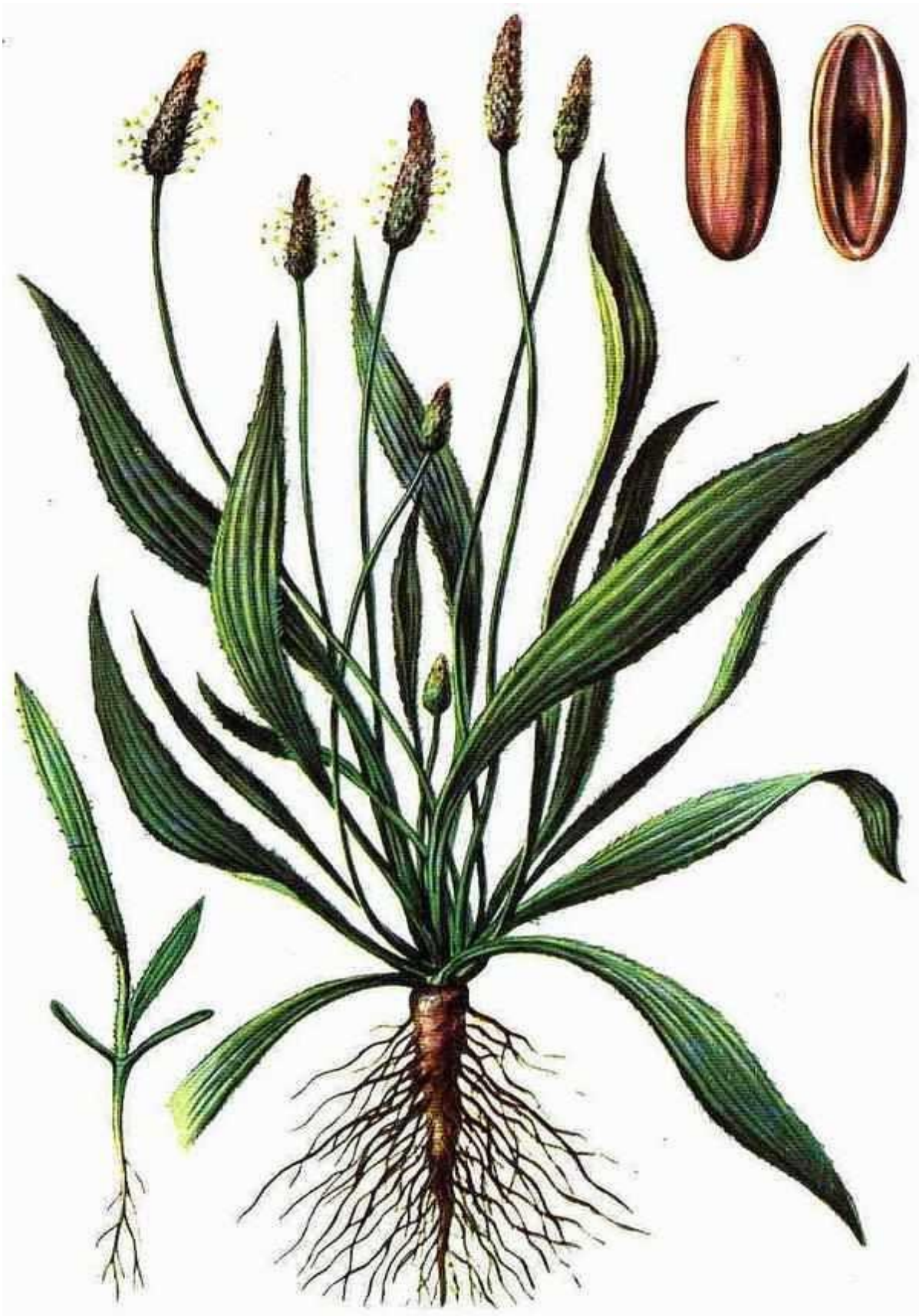
Повилика полевая
Cuscuta campestris



Подмаренник цепкий
Galium aparine



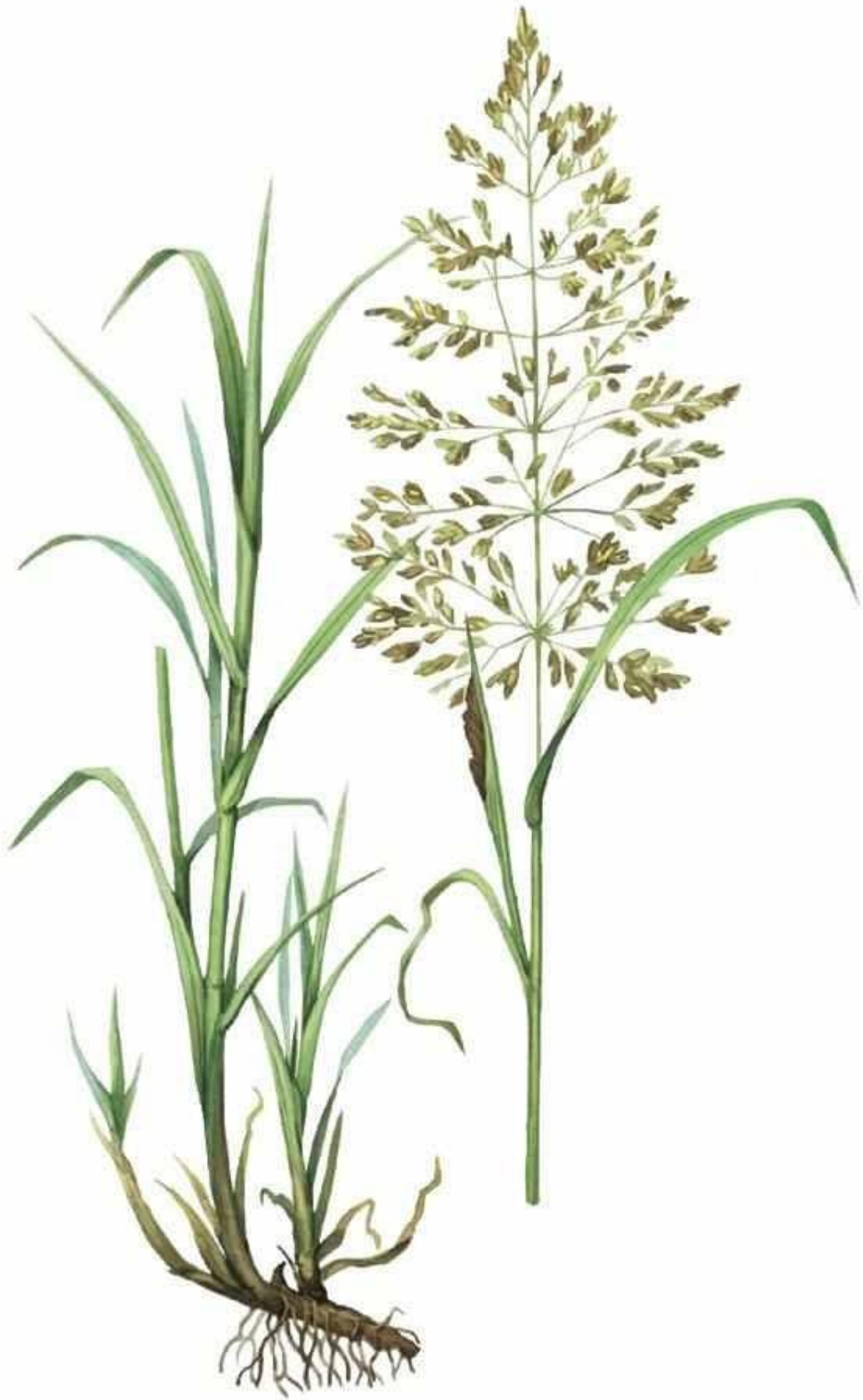
Подорожник большой
Plantago major



Подорожник ланцетолистный, ланцетовидный
Plantago lanceolata



Подорожник средний
Plantago media L.



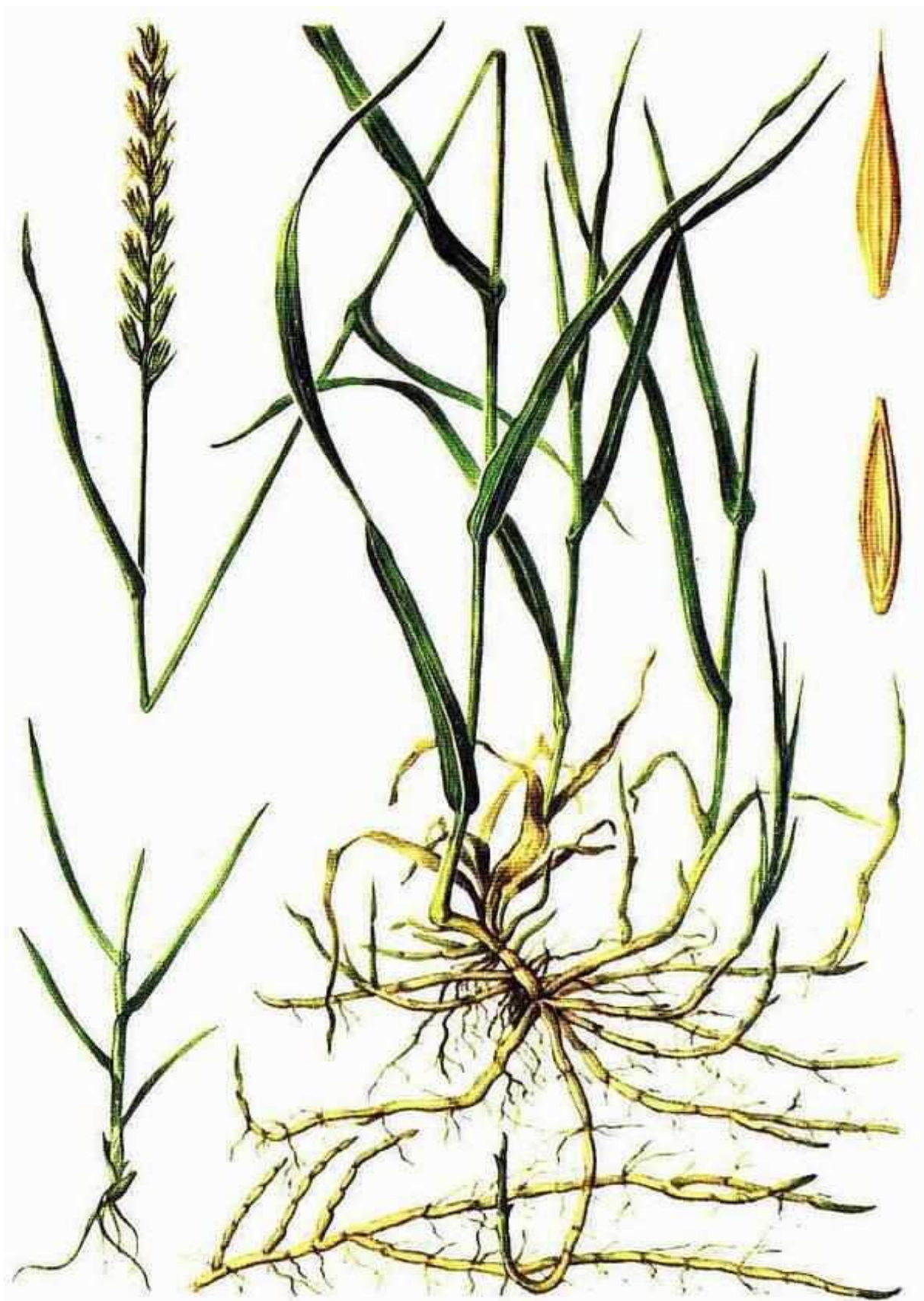
Полевица гигантская
Agrostis gigantea



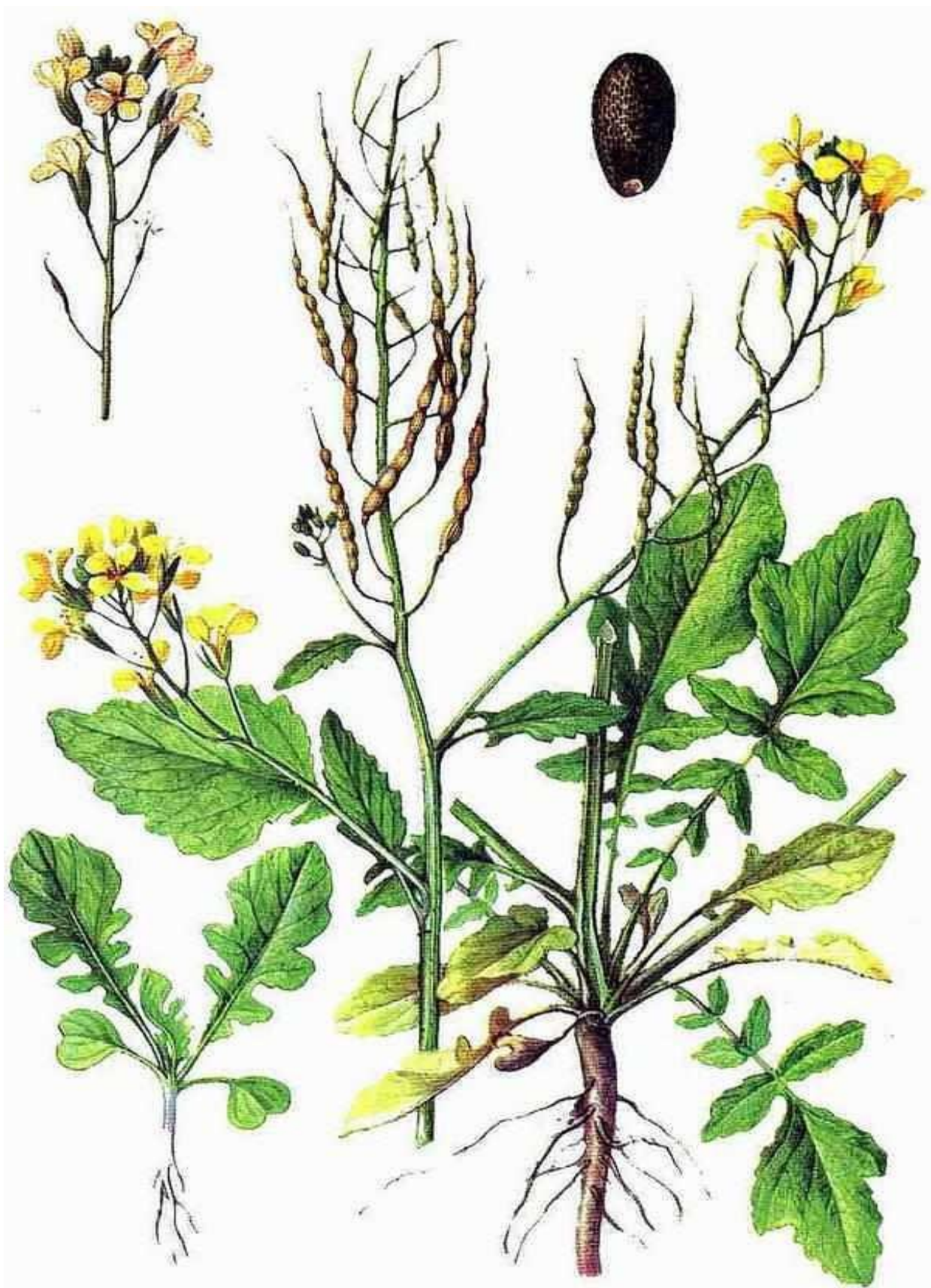
Полынь обыкновенная, чернобыльник
Artemisia vulgaris



Пупавка красильная
Anthemis tinctoria L.



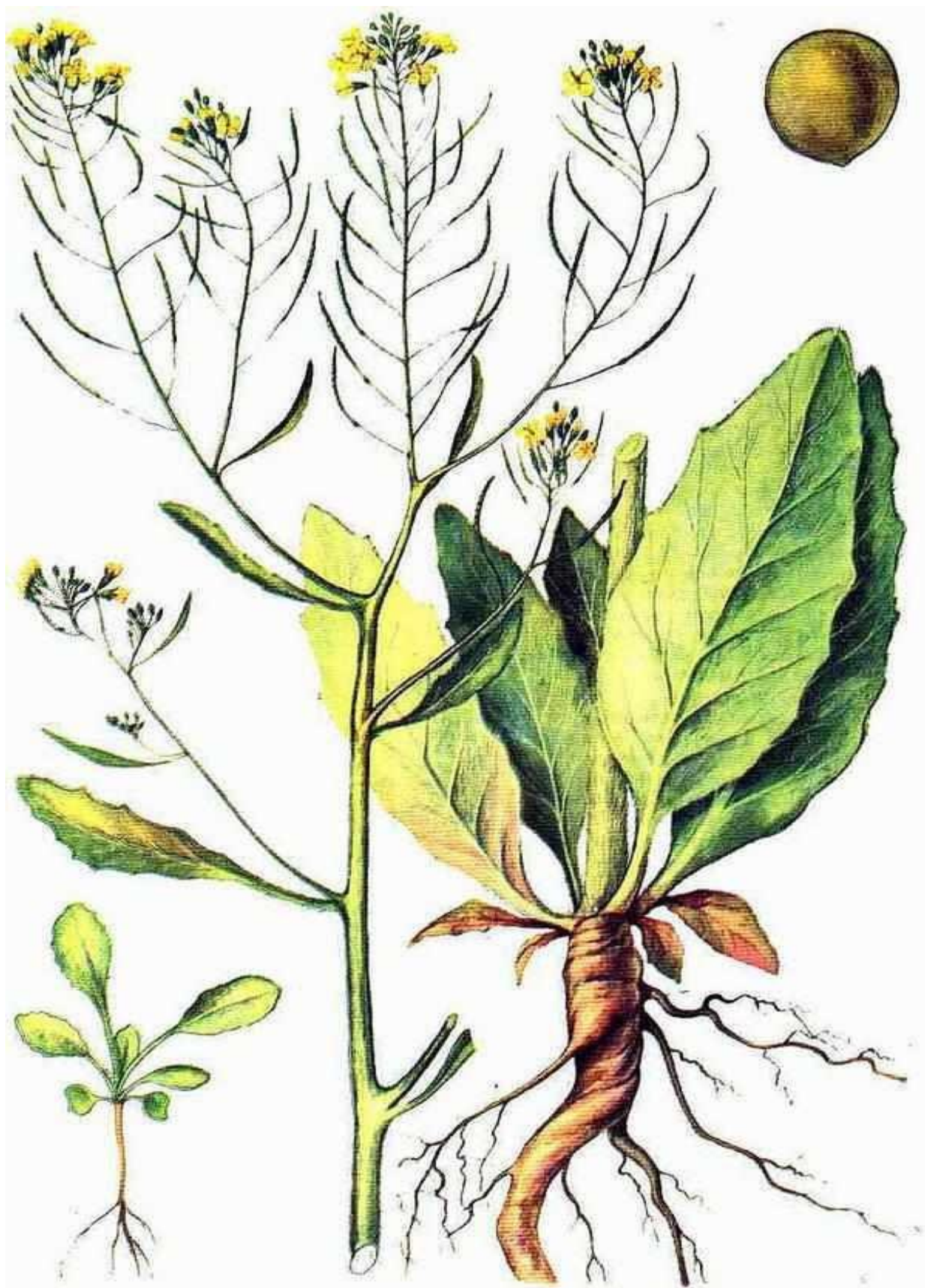
Пырей ползучий
Elitrigia repens



Редька дикая, полевая.
Raphanus raphanistrum L.



Резак обыкновенный.
Falcaria vulgaris



Рогачка хреновидная.
Erucastrum armoracioides

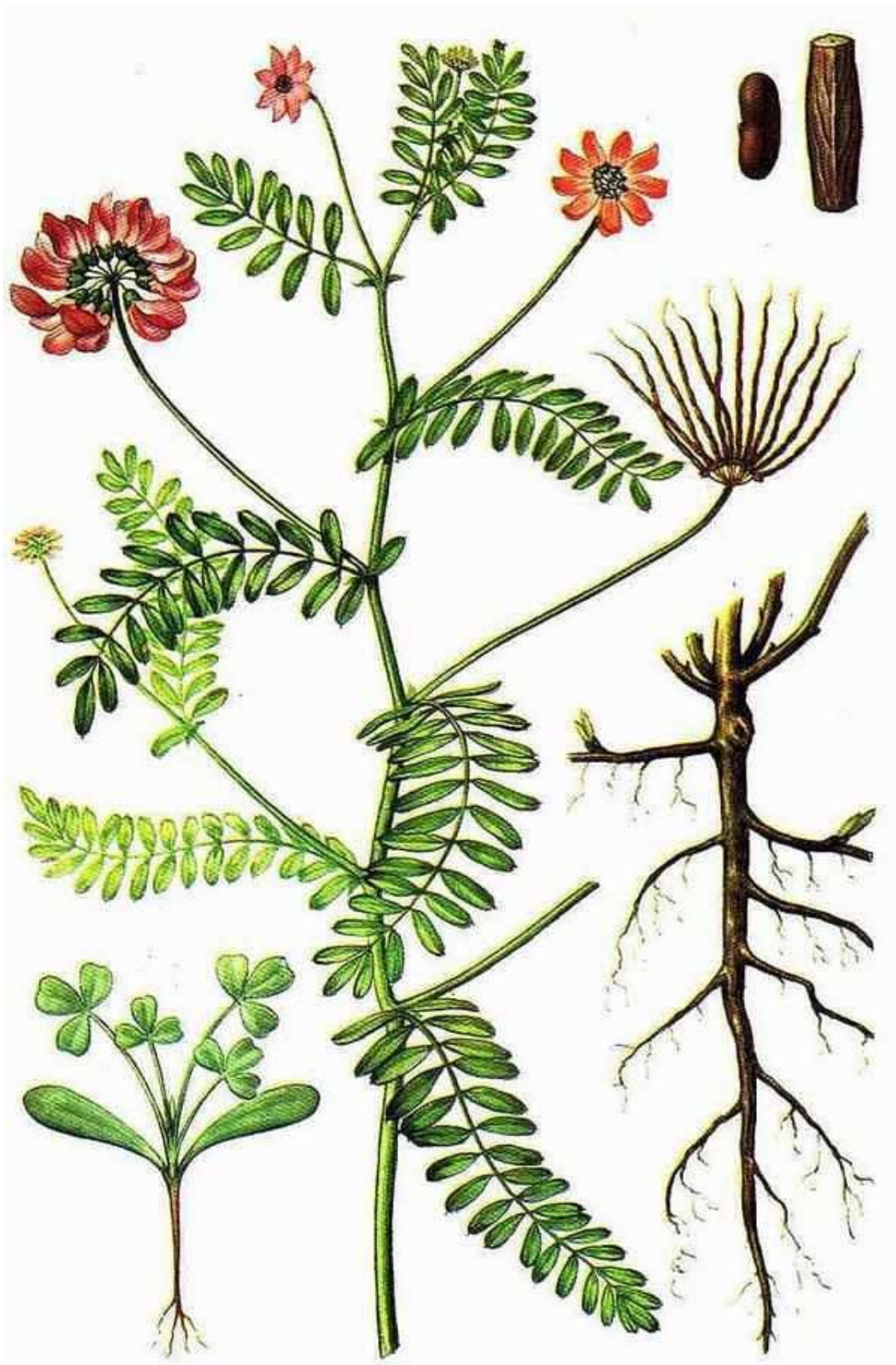


Рогоз широколистный

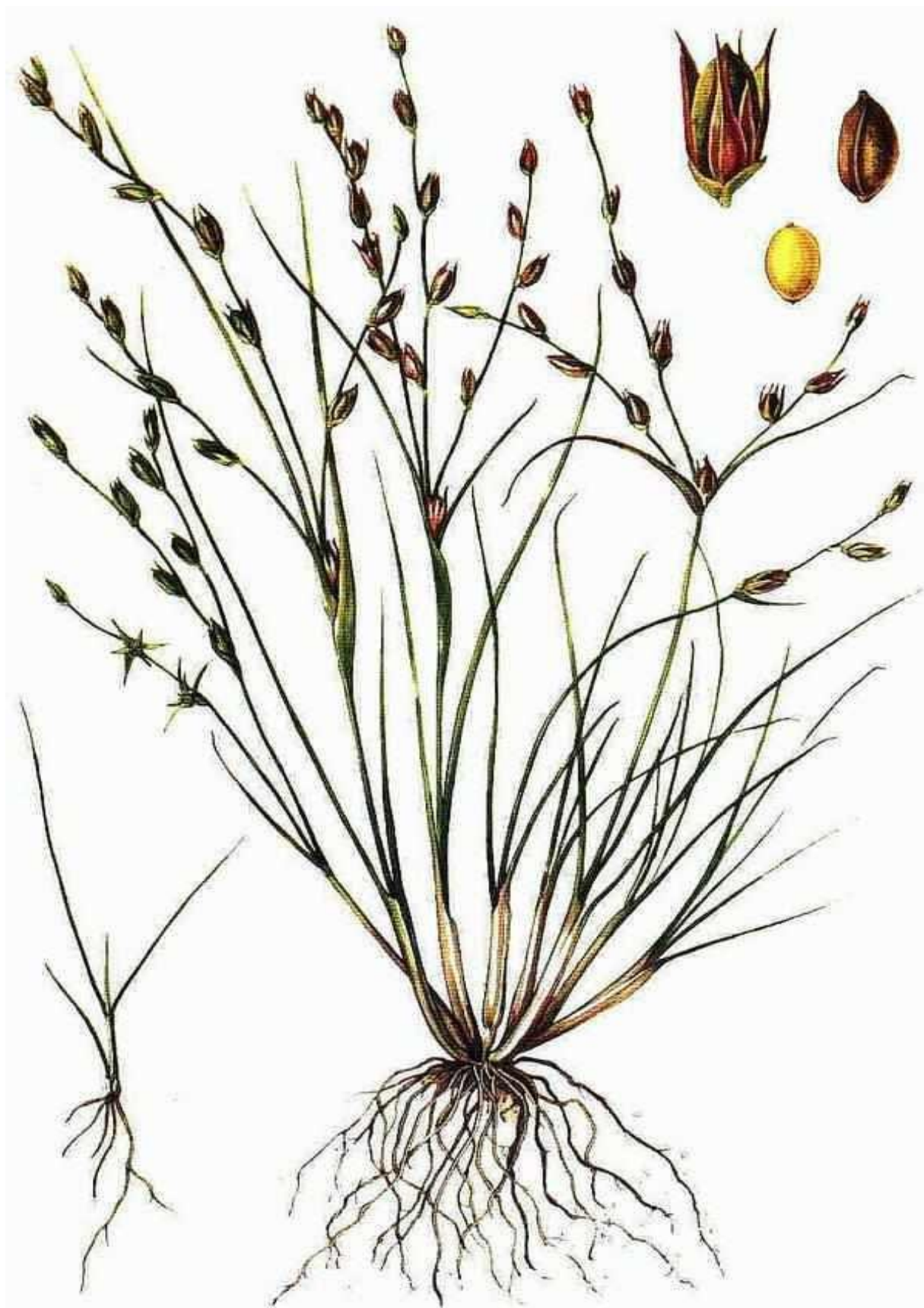
Typha latifolia



Рыжик мелкоплодный
Camelina microcarpa



Секироплодник пестрый, вязель пестрый
Securigera varia



Ситник жабий
Juncus bufonius

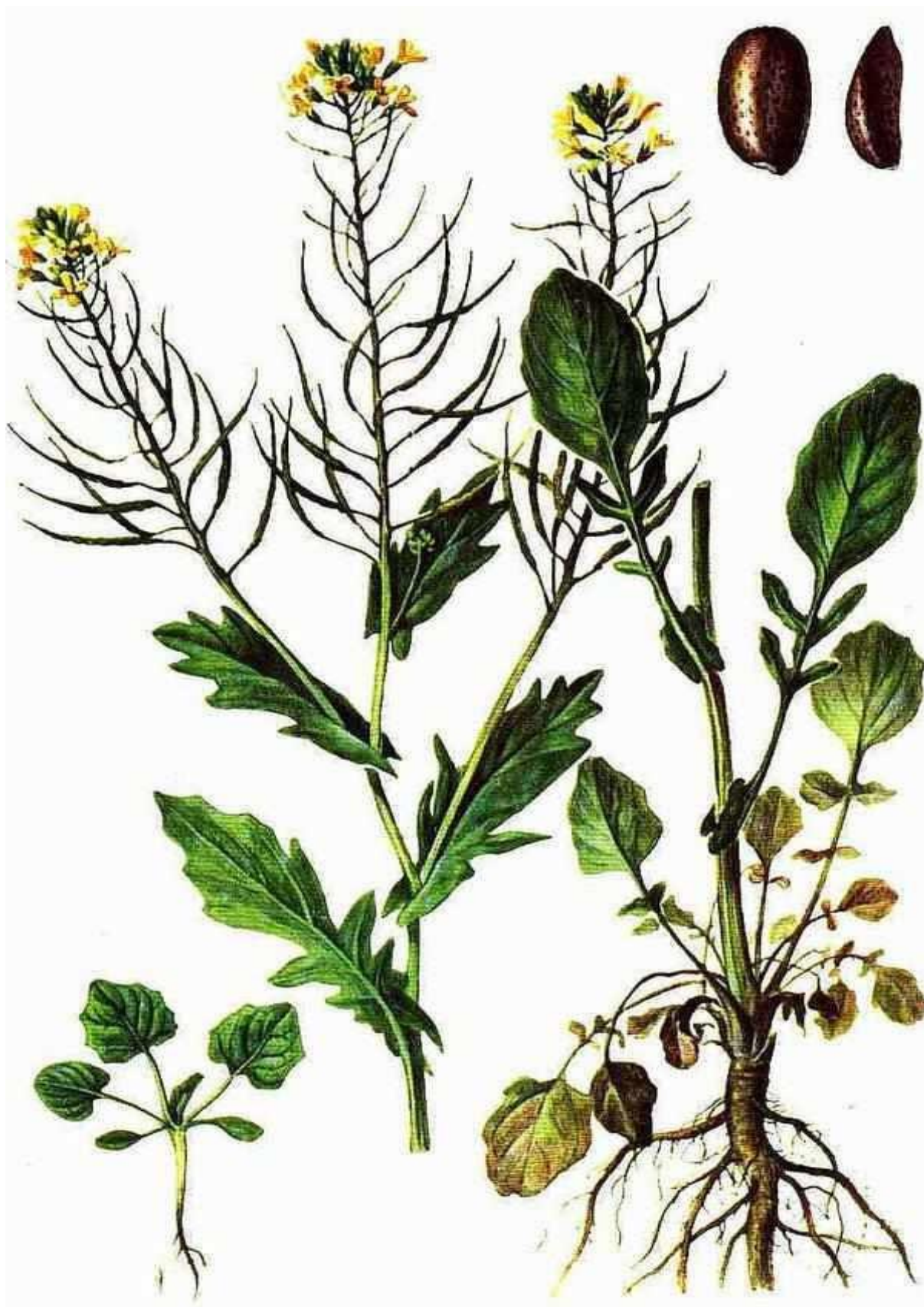


Скерда кровельная.

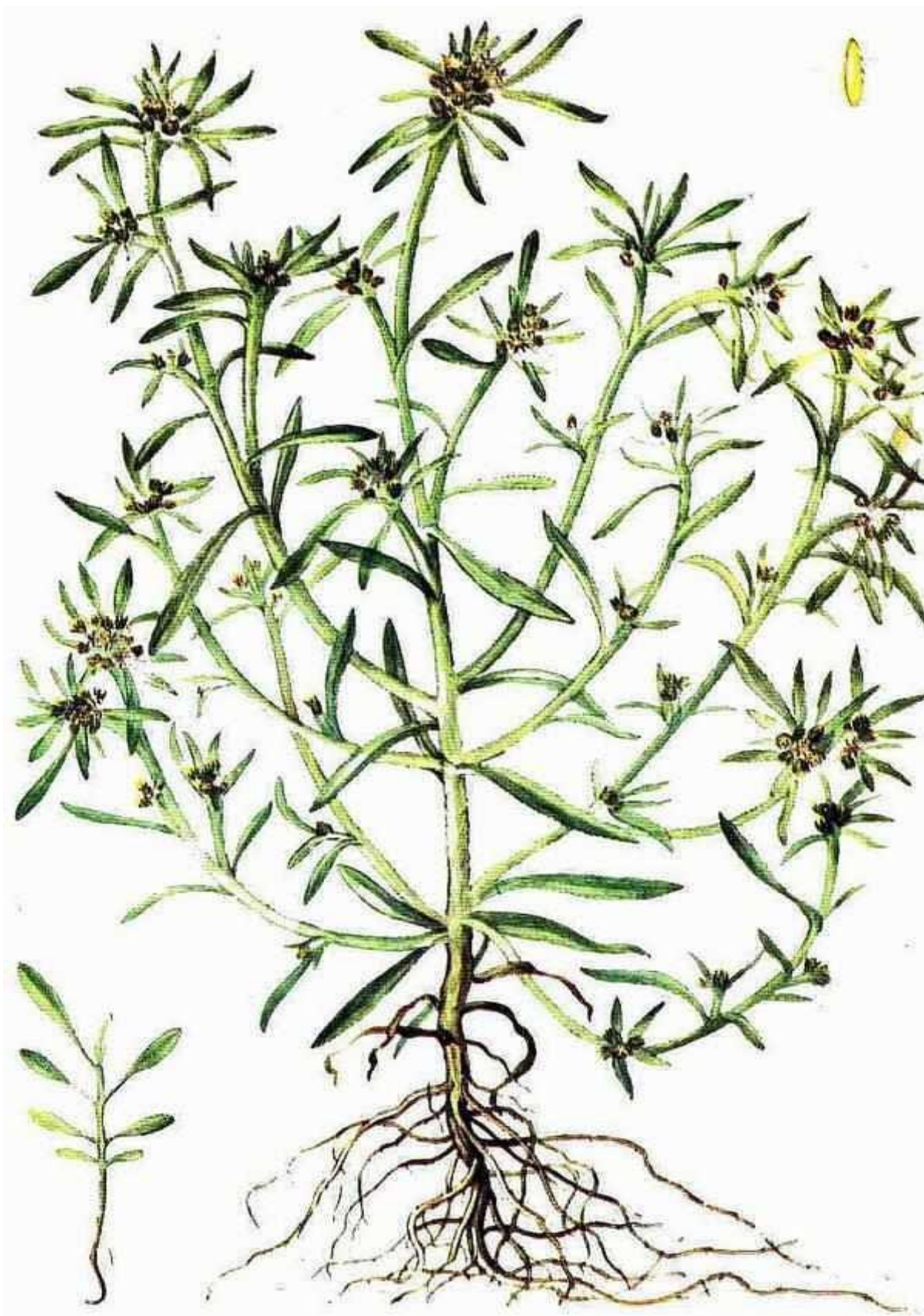
Crepis tectorum



Сныть обыкновенная
Aegopodium podagraria



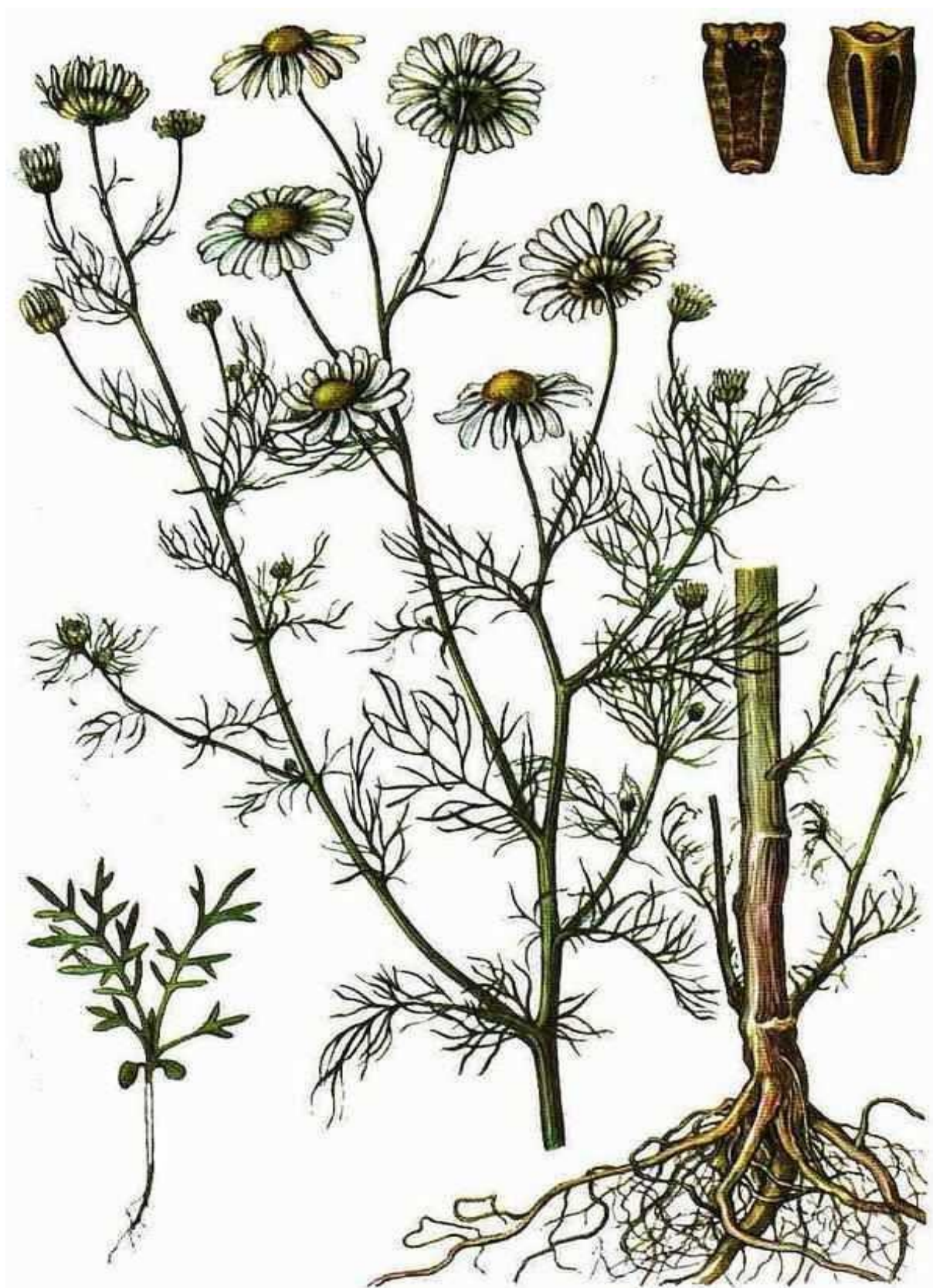
Сурепка обыкновенная
Barbarea vulgaris



Сушеница топяная, сушеница болотная
Gnaphalium uliginosum

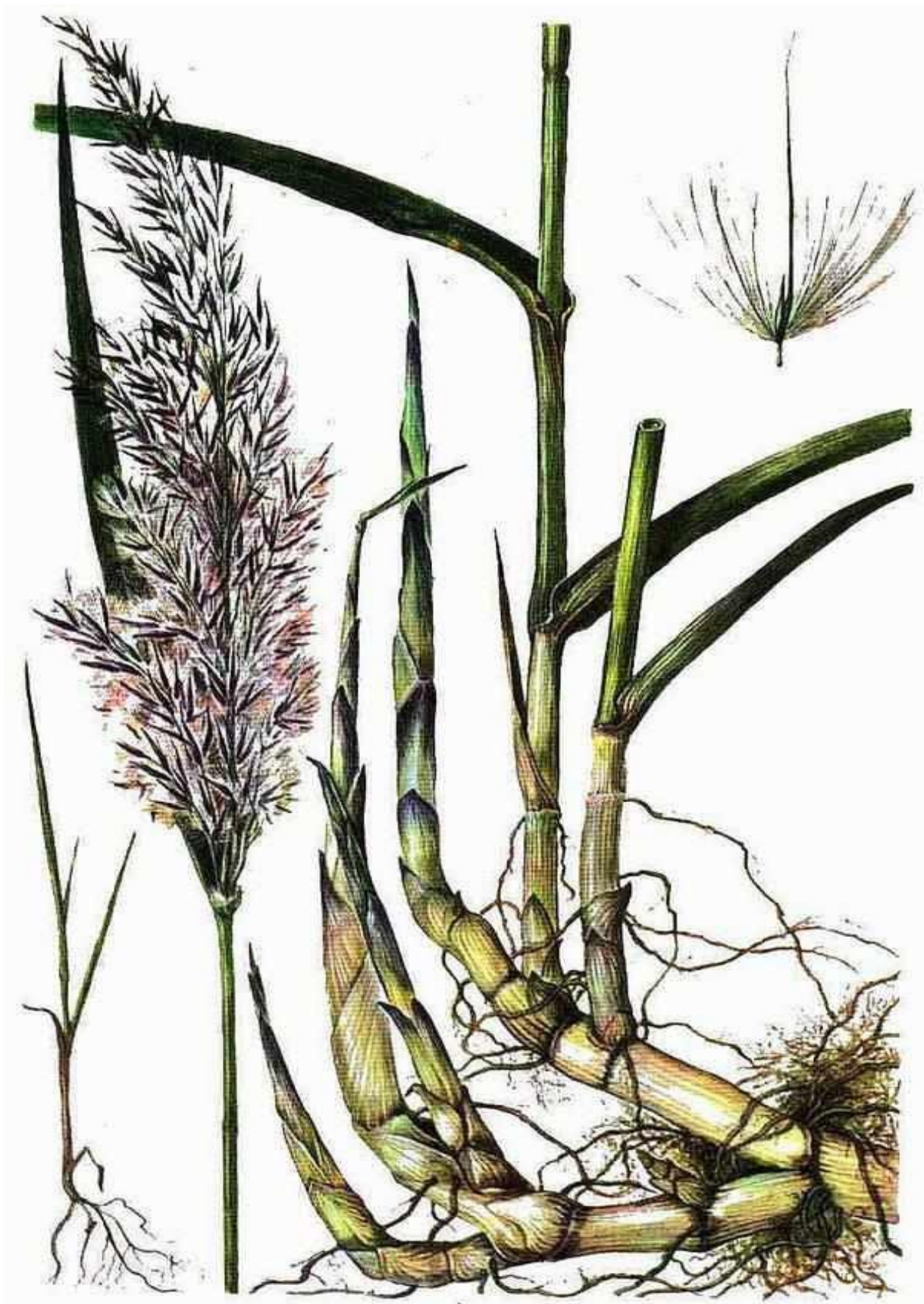


Торица полевая, обыкновенная
Spargula arvensis



**Трехреберник непахучий, триплеуроспермум
продырявленный, ромашка непахучая**

Tripleurospermum inodorum



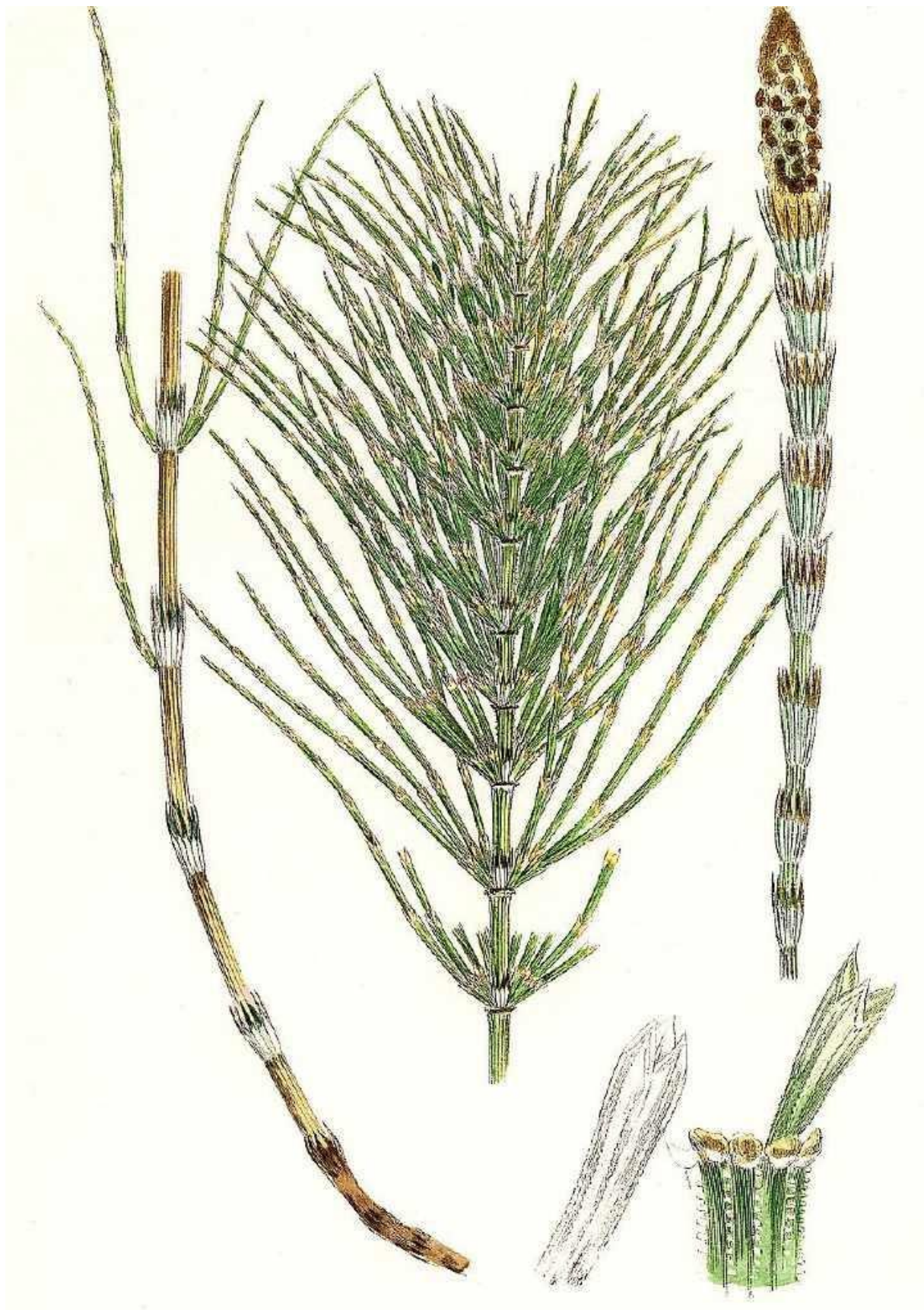
Тростник южный, обыкновенный
Phragmites australis



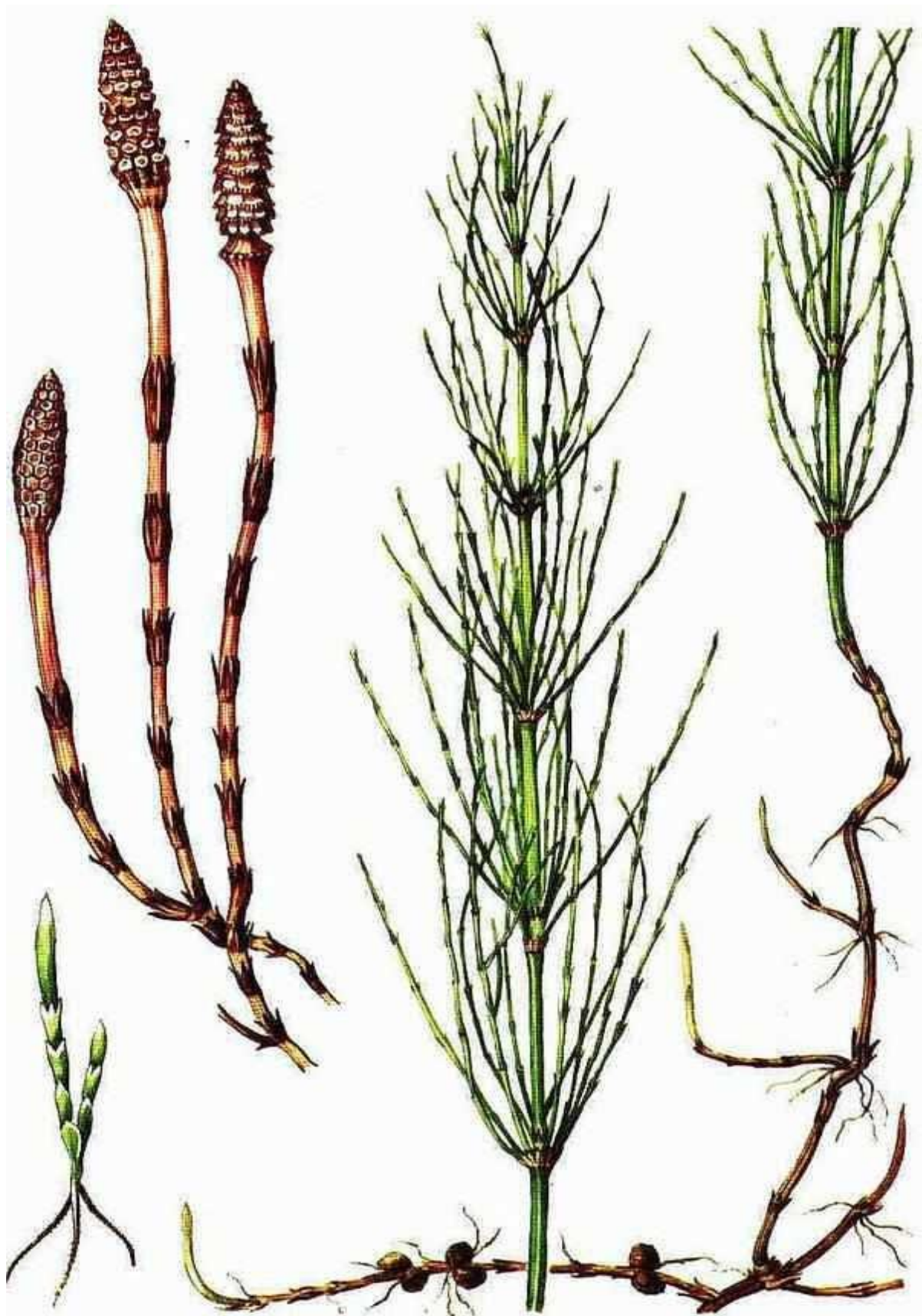
Фиалка полевая
Viola arvensis



Фиалка трехцветная, анютины глазки
Viola tricolor



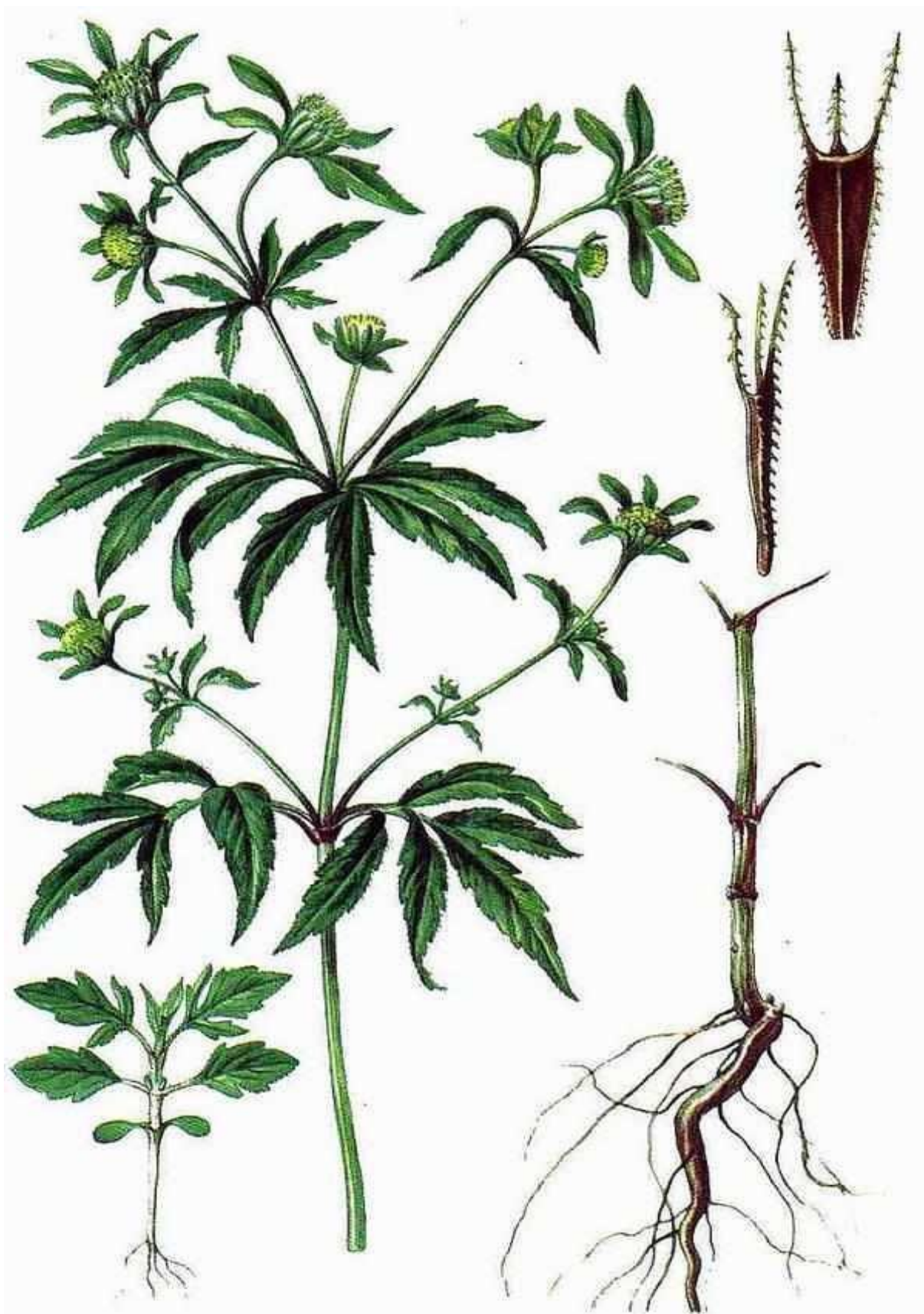
Хвощ луговой
Equisetum pratense



Хвощ полевой
Equisetum arvense



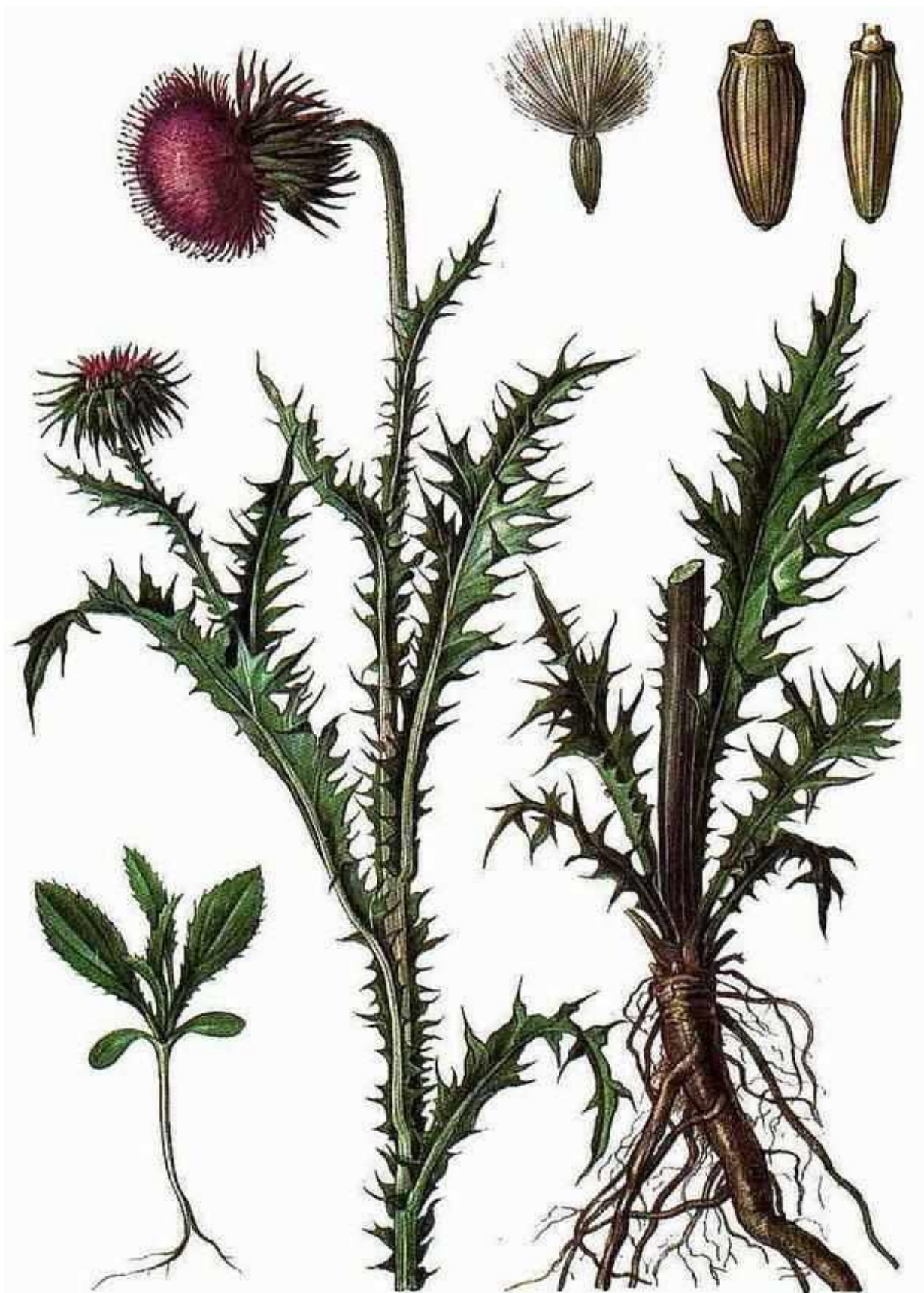
Частуха обыкновенная
Alisma plantago-aquatica



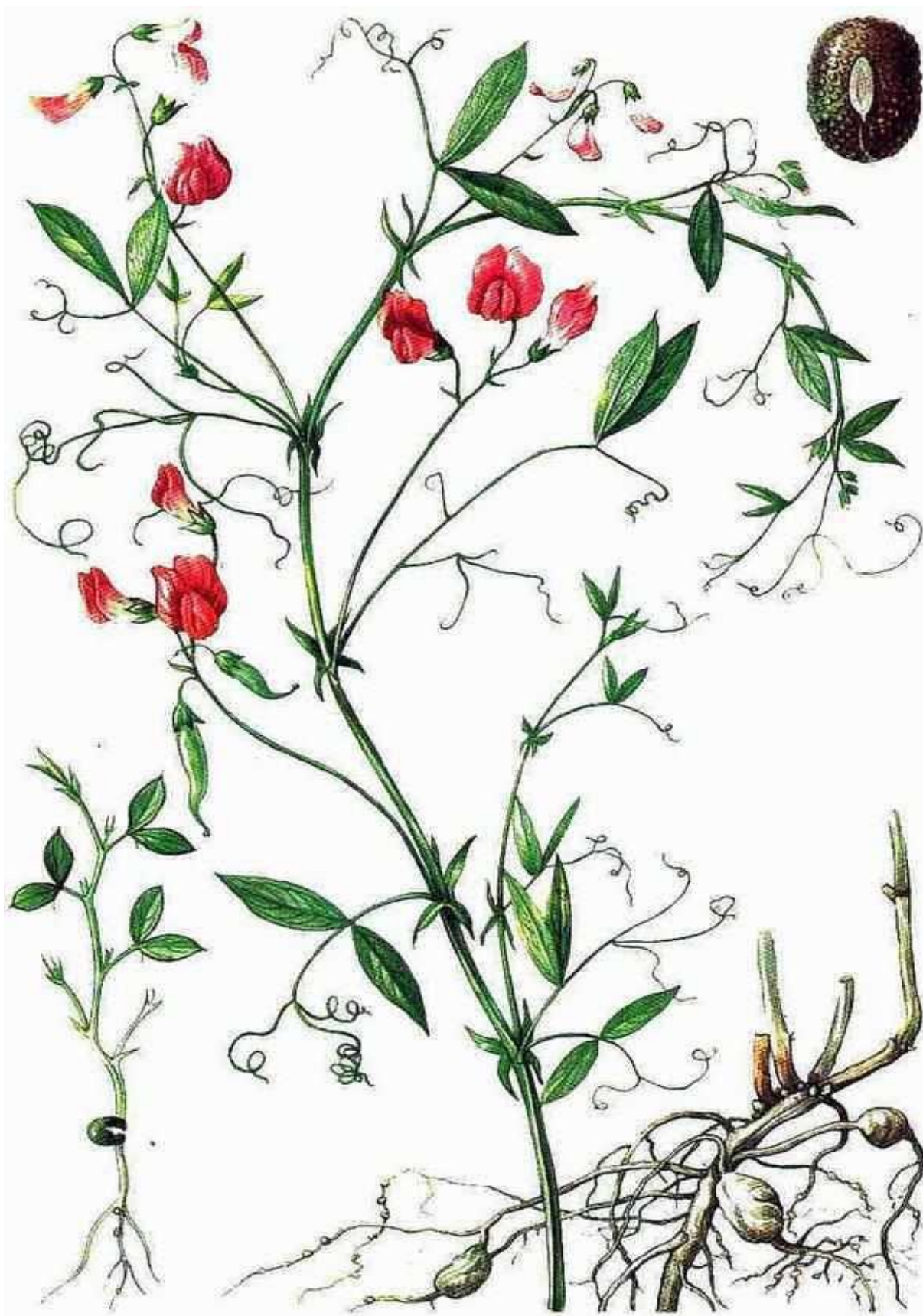
Черда трехраздельная
Bidens tripartita



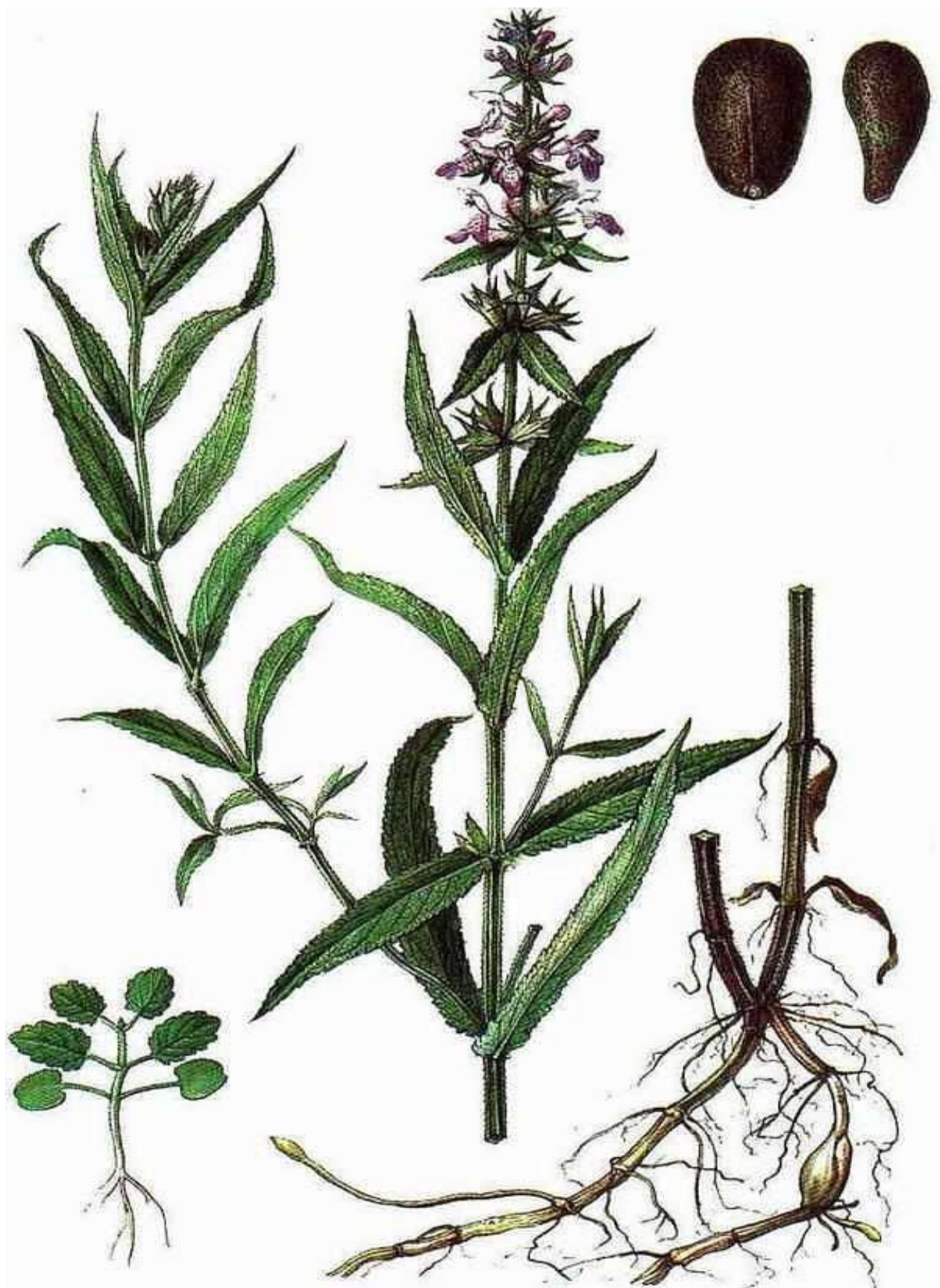
**Чертополох колючий, шиповатый, акантоидный,
акантолистный**
Carduus acanthoides



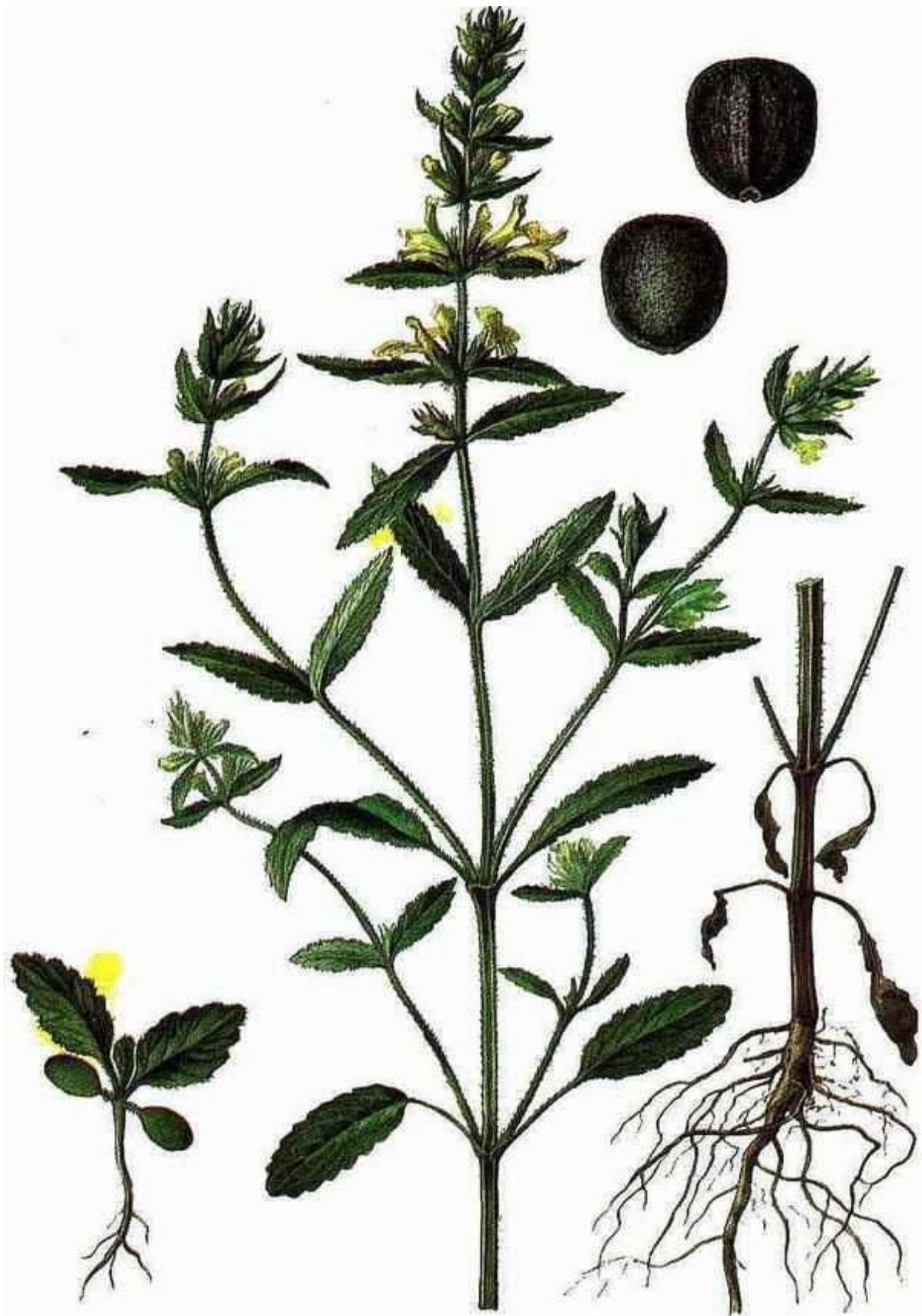
Чертополох поникший, поникающий
Carduus nutans



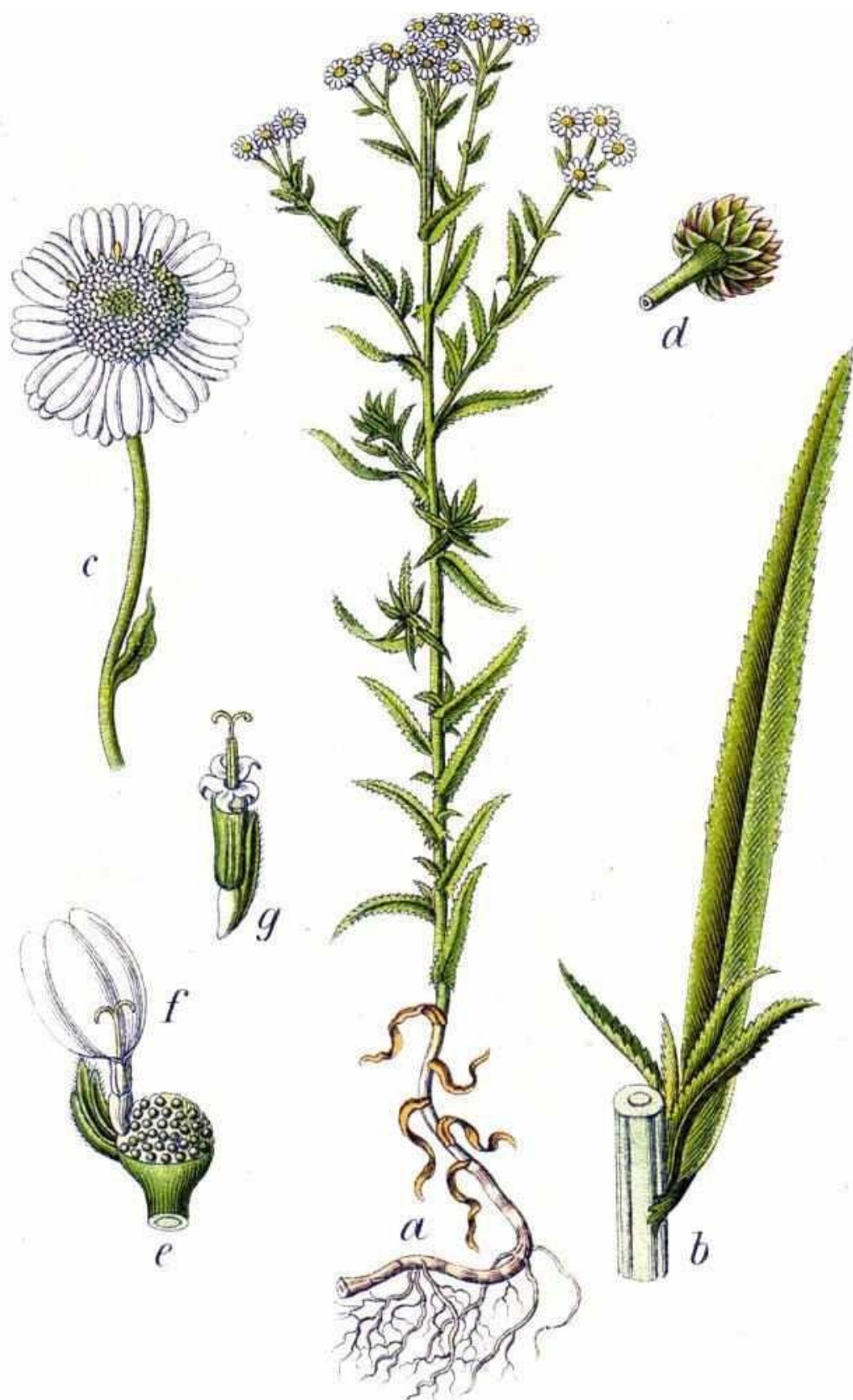
Чина клубненосная
Lathyrus tuberosus



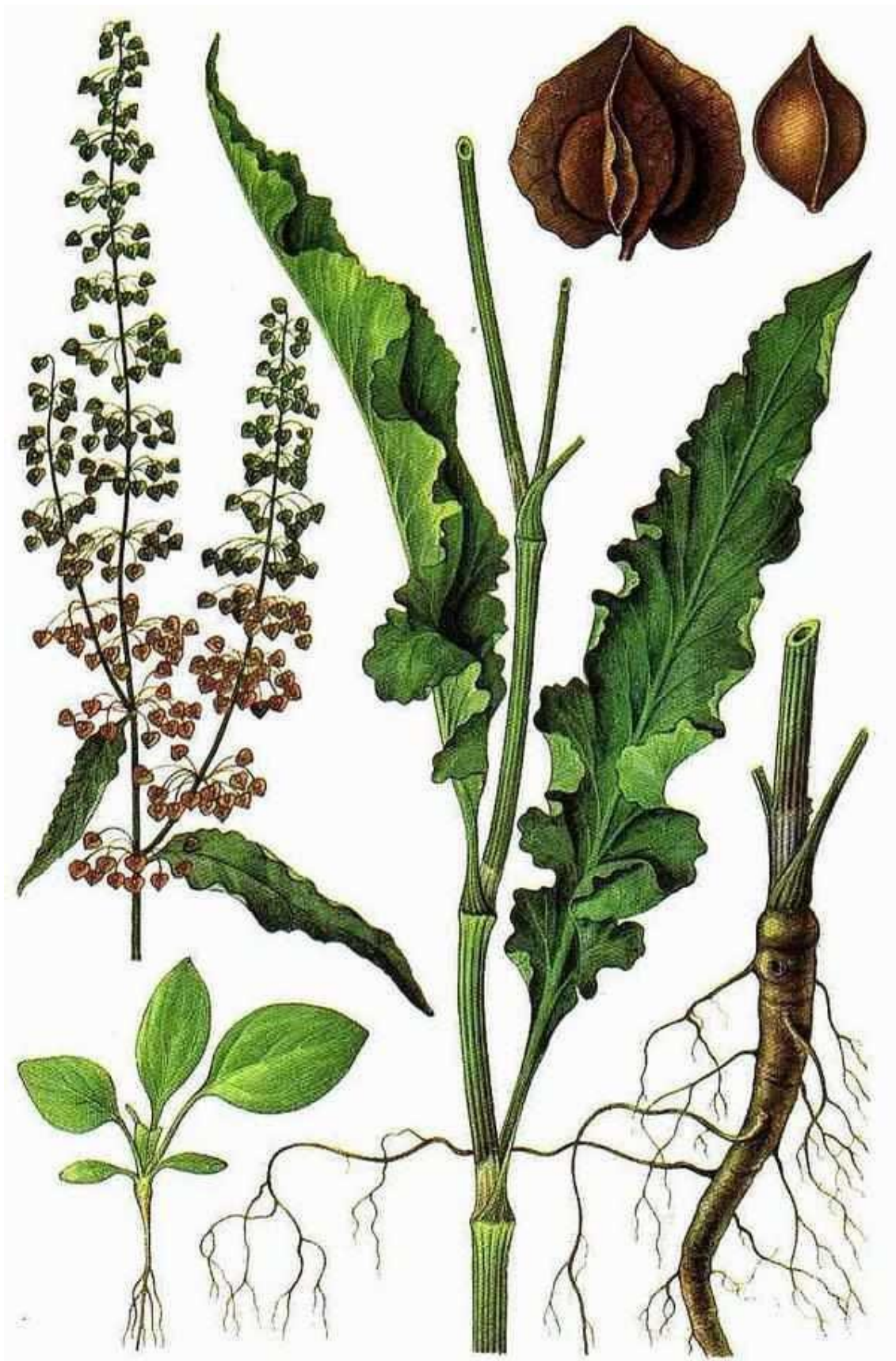
Чистец болотный
Stachys palustris



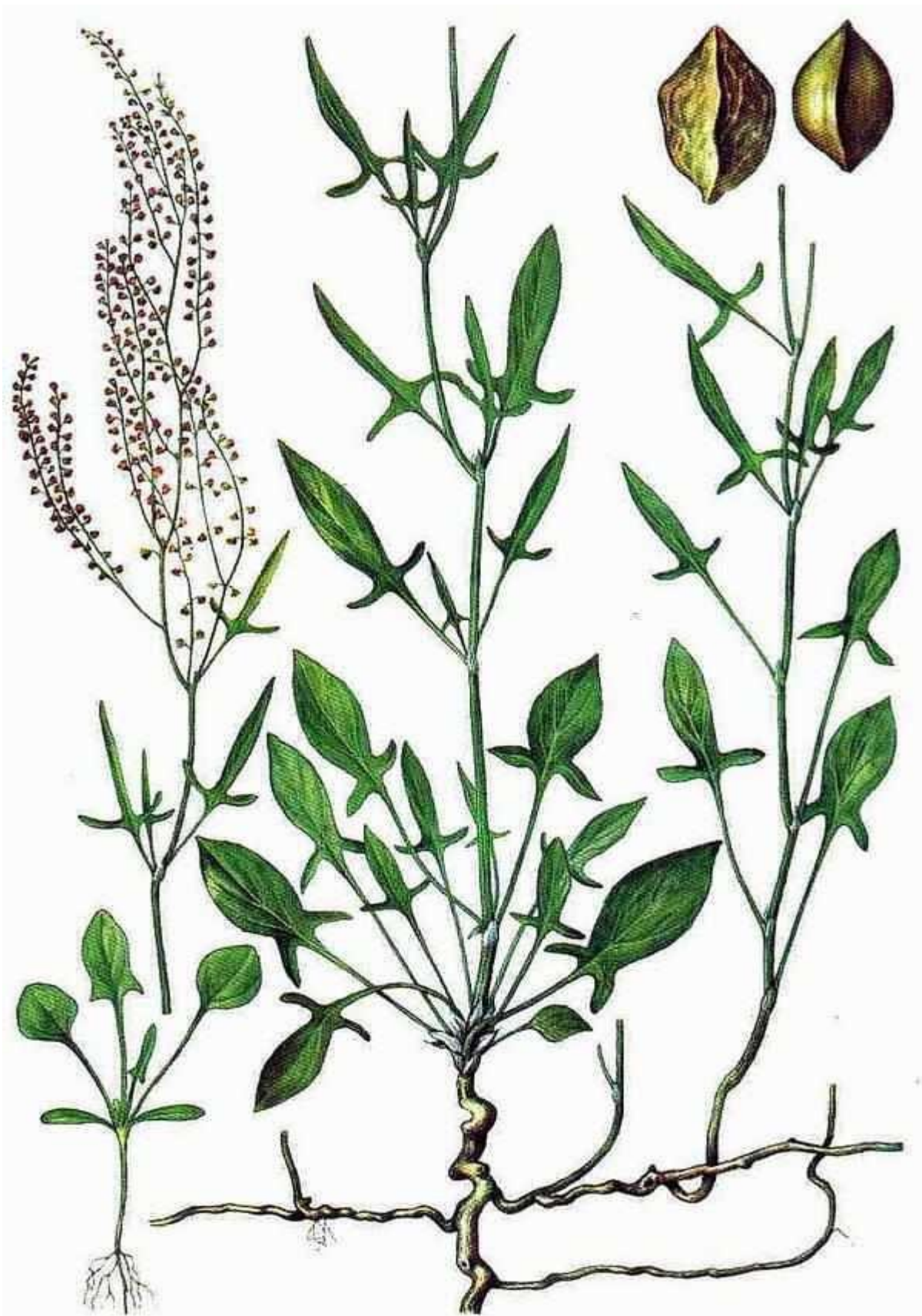
Чистец однолетний, забытый
Stachys annua



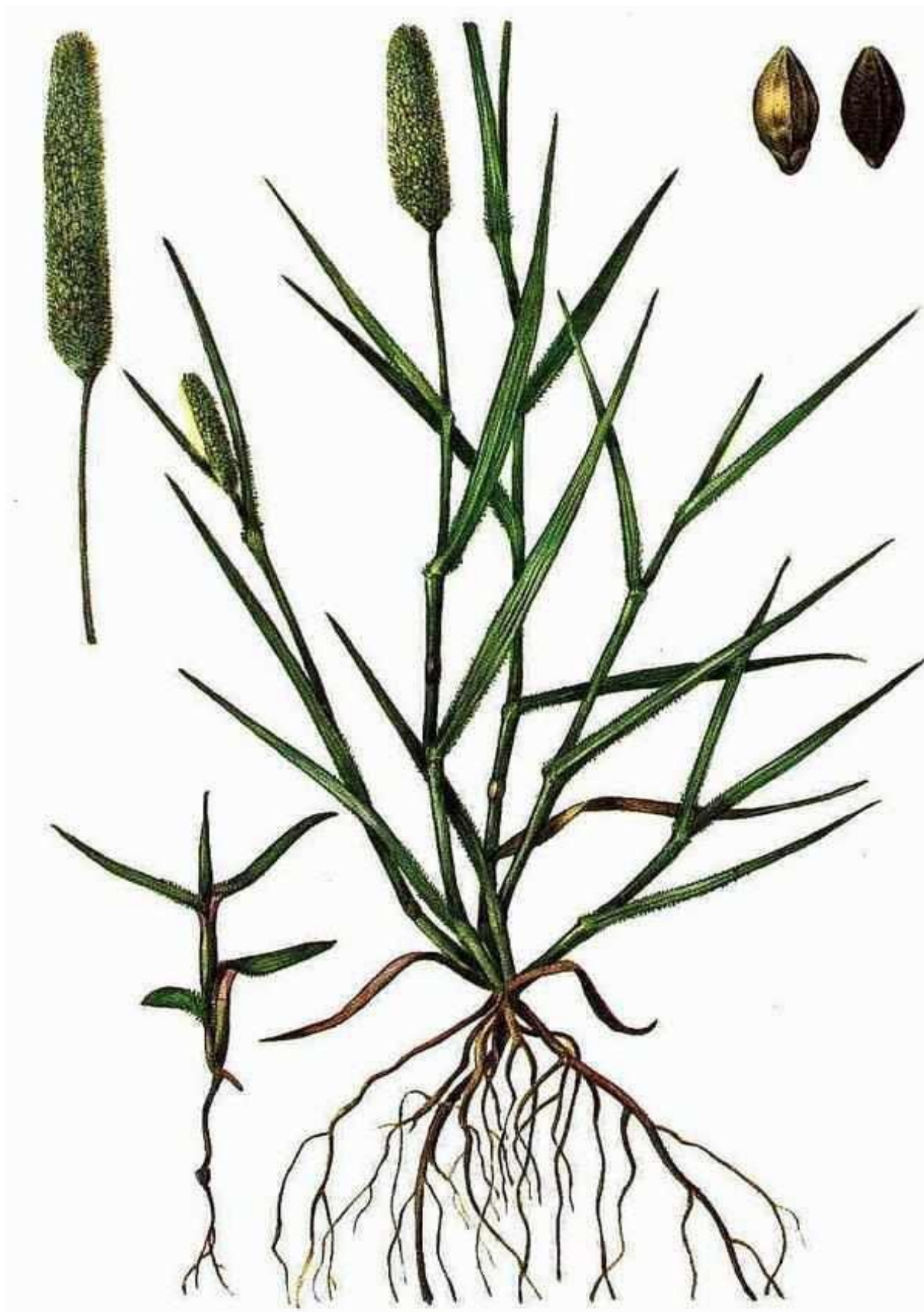
**Чихотник обыкновенный, Чихотная трава, Тысячелистник
птармика, Птармика обыкновенная**
Achillea ptarmica



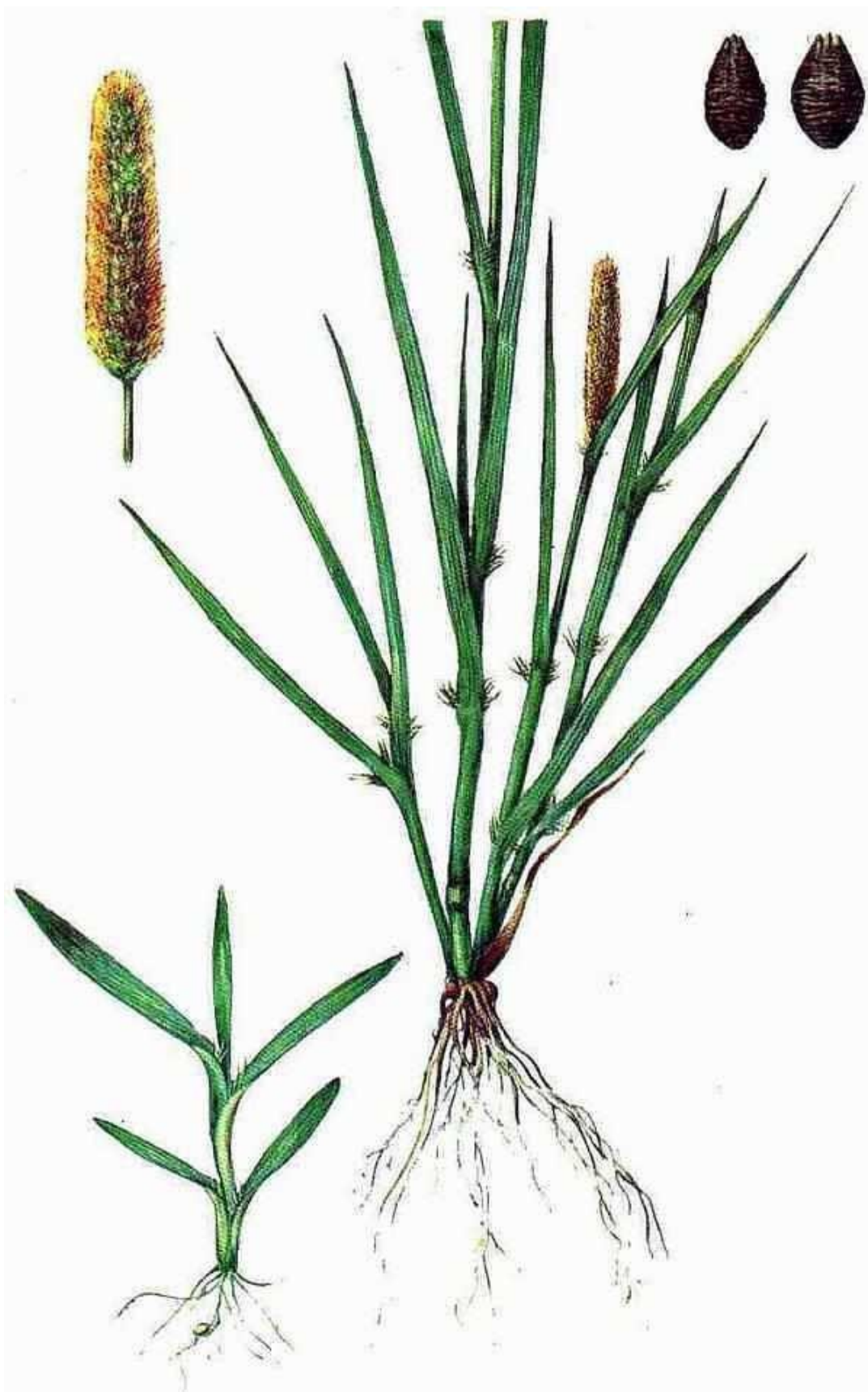
Щавель курчавый
Rumex crispus



Щавель малый
Rumex acetosella



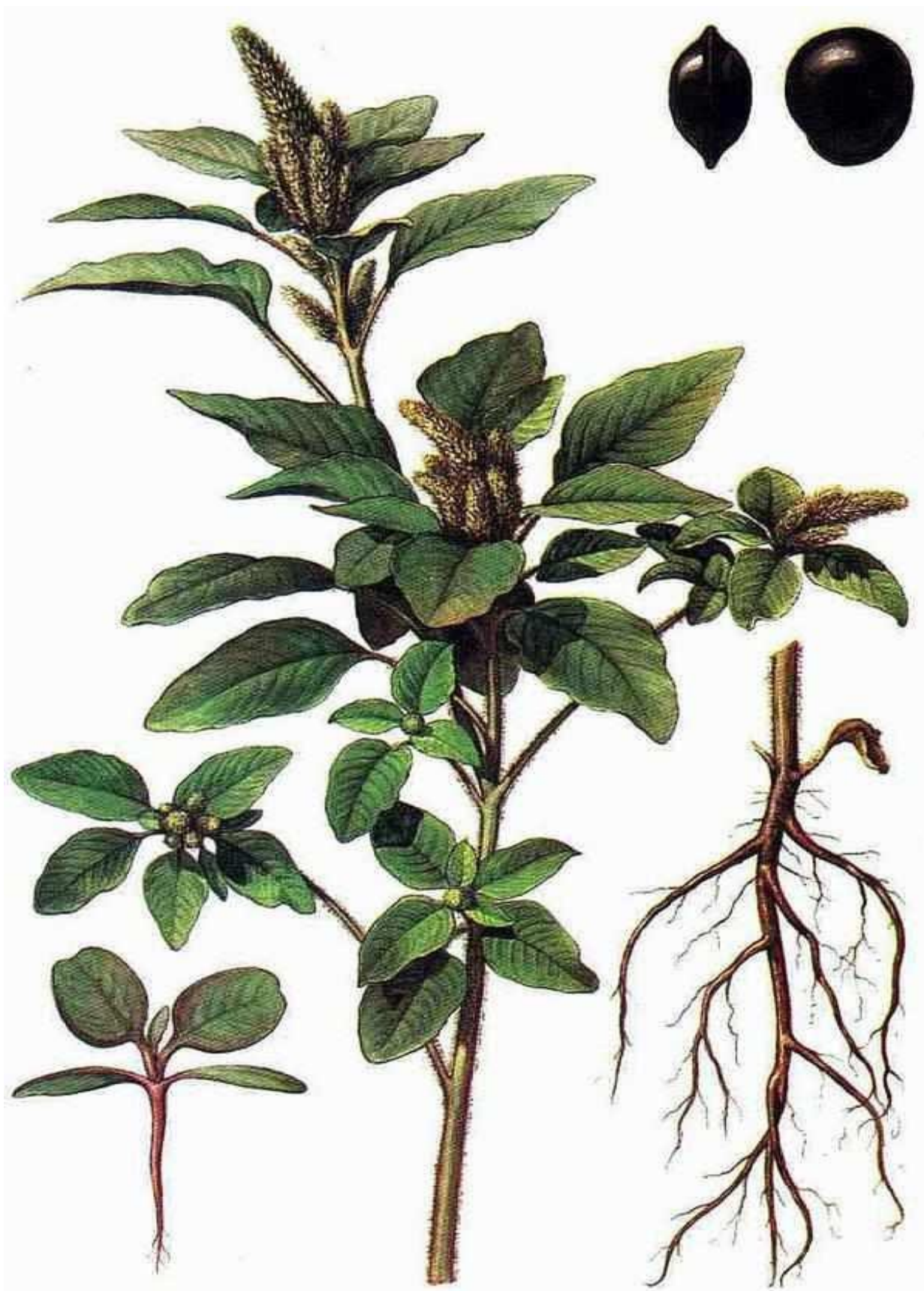
Щетинник зеленый, мышей зеленый
Setaria viridis



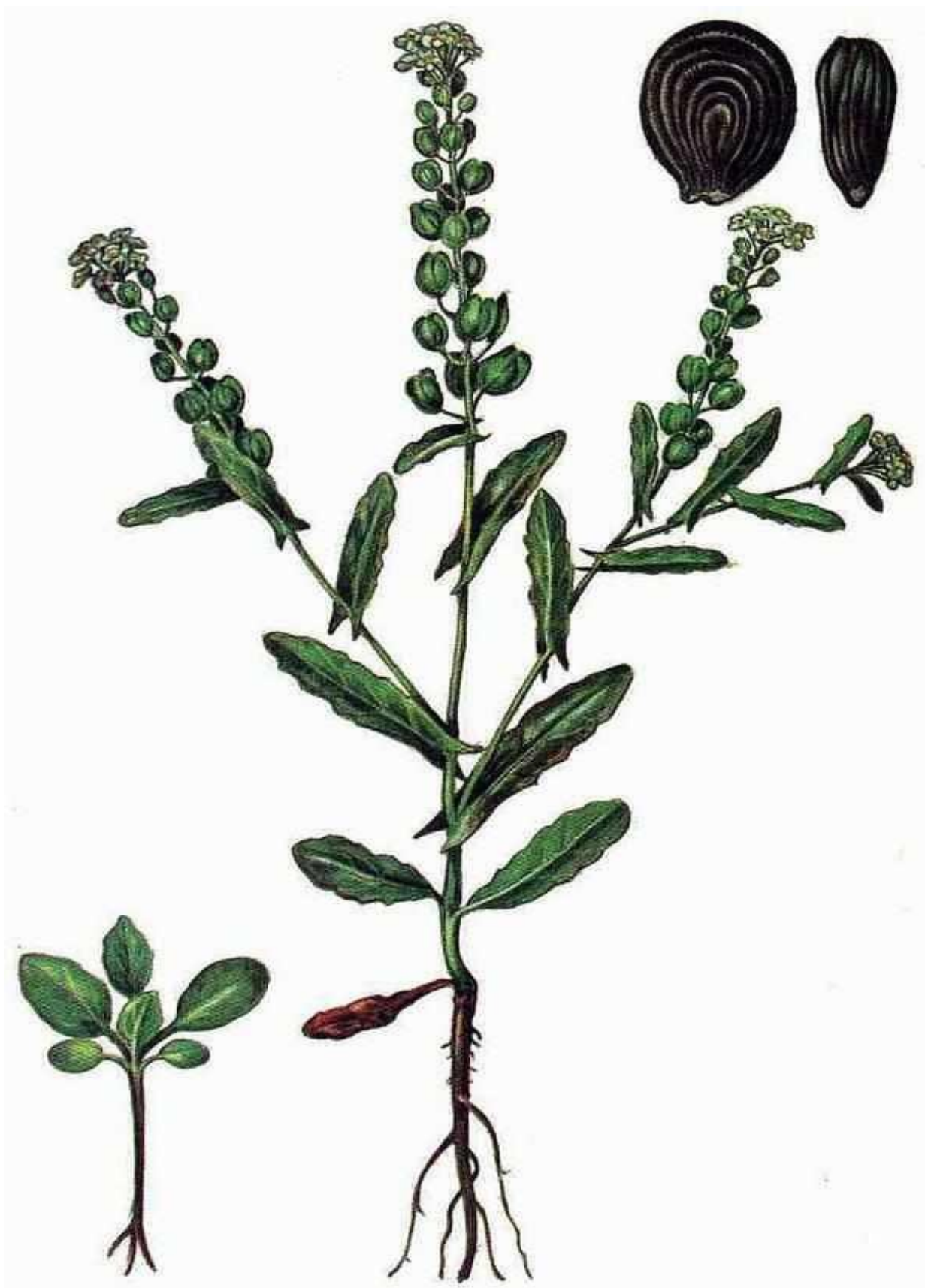
Щетинник сизый, мышей сизый
Setaria glauca



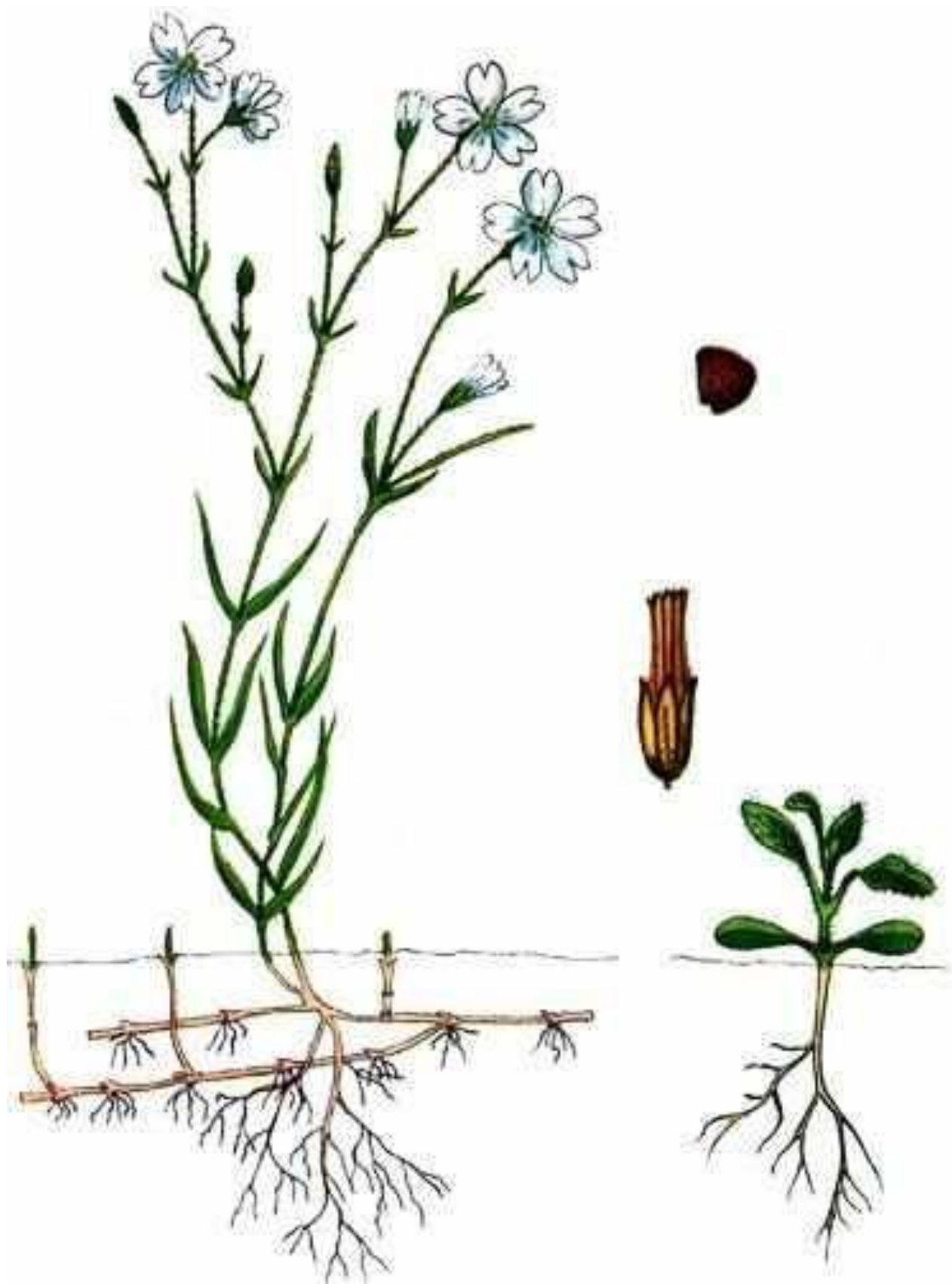
Щирица белая
Amaranthus albus



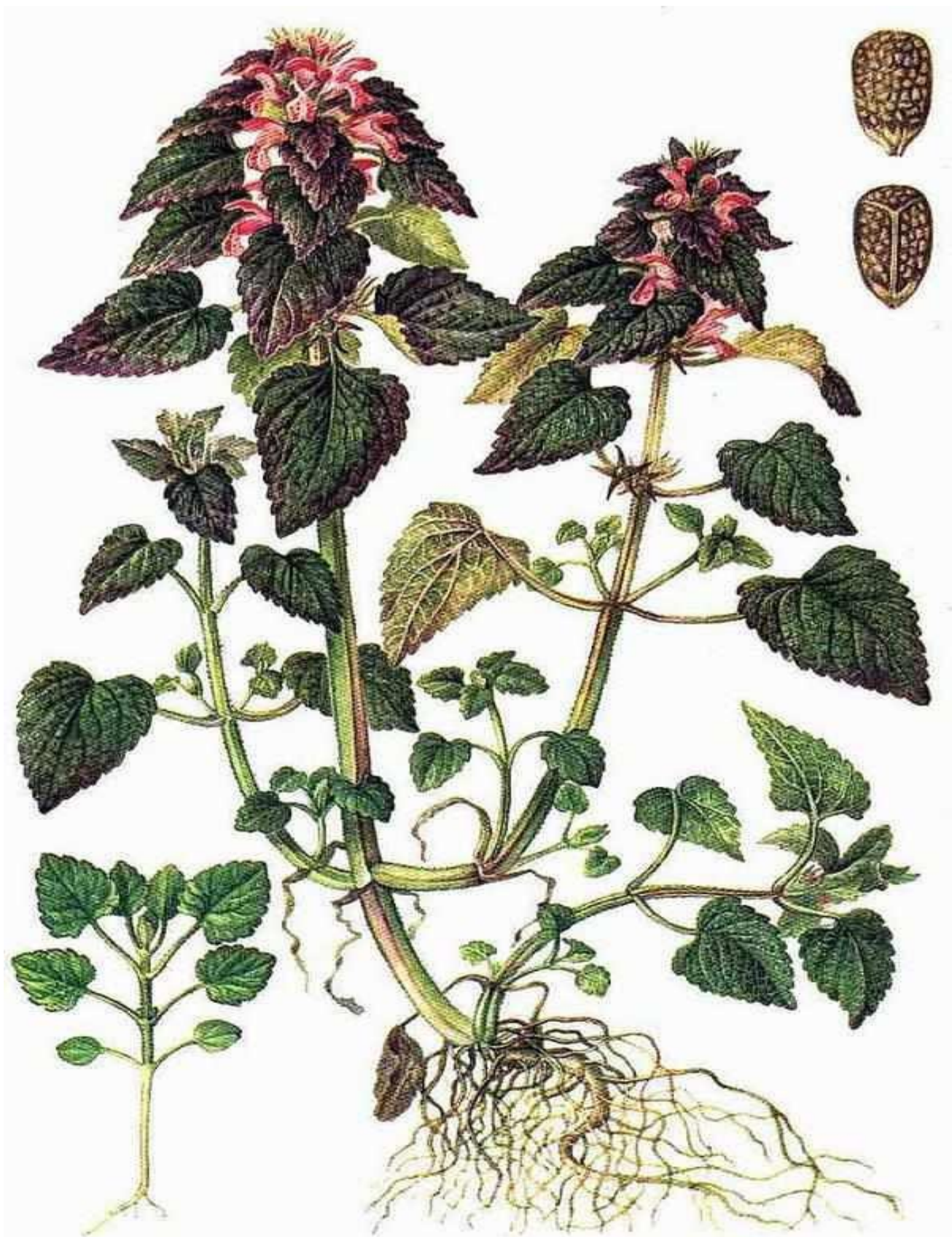
Щирица запрокинутая
Amaranthus retroflexus



Ярутка полевая
Thlaspi arvense



Ясколка луговая
Cerastium arvense L.



Яснотка пурпурная
Lamium purpureum L.



Яснотка стеблеобъемлющая
Lamium amplexicaule L.

ГЛОССАРИЙ

Агрегаты почвенные (педы) – комки, на которые способна распадаться почва при крошении; естественные трехмерные образования в почве, представляющие собой плотные скопления отдельных механических элементов или более мелких агрегатов.

Агрохимия – наука о содержании и изменении содержания разных веществ в разных почвах. Занимается в основном дозами удобрений. Использует почти исключительно показатели водорастворимых веществ.

Азот – главный материал активных веществ живых клеток. Растения усваивают в виде солей – нитратов (соли азотной кислоты) и соединений аммония (nh_4). Добавка азота усиливает ростовые процессы, рост тела растения. На удобрениях обозначается приставкой нитро-, аммо-, азо-.

Азотистые материалы – остатки живых, нежных, водянистых, активных тканей растений и остатки животных. Содержат много азотистых соединений.

Аллювиальные отложения (аллювий) – осадочные отложения постоянных или временных водных потоков, слагающие речные террасы, поймы и дельты рек, на континентальном шельфе и прибрежных равнинах.

Альпийская горка, альпинарий – многолетняя композиция из разных, в основном низких и покровных растений, с камнями или без, высокая или плоская.

Аммиак – соединение азота и водорода. Его раствор – “нашатырный спирт”.

Артишоки – огромные сизые кусты с рассеченными листьями. Толстые кроющие чешуи соцветия – деликатесный овощ. Родич репейника и чертополоха.

Беление, отбеливание – изоляция от света с целью осветлить листья и улучшить их вкус.

Белоглазка – почвенное новообразование, представляющее собой слабоцементированные стяжения карбонатов, которые выделяются на стенке разрезов в виде белых округлых пятен (глазков). Диаметр 1-2 см.

Биогенно-аккумулятивные почвообразовательные процессы – накопление в верхней части профиля тех или иных веществ, и, прежде

всего органических, под непосредственным влиянием биоты на почве или в ее толще.

Биокостное тело – любое природное естественноисторическое тело, в котором существует неразрывная связь входящих в него живых и неживых (костных) компонентов.

Биологическая аккумуляция в почве – накопление в почве органических, органоминеральных и минеральных веществ в результате жизнедеятельности растений, почвенной микрофлоры и фауны.

Биологические свойства почв – термин, объединяющий совокупность свойств, связанных с жизнедеятельностью растений, микро- и макроорганизмов, населяющих почву. Используется как собирательный при оценке количества, качественного состава и условий обитания почвенных организмов, а также продуктов их жизнедеятельности.

Биомасса – все живое, что было создано и выращено за сезон.

Биопроизводство кислот – выделение кислот микробами, животными и корнями.

Биота почвенная (эдафон) - сборное понятие для всего комплекса живущих в почве организмов.

Бордоская жидкость, “бордоска” – медный купорос с известью. Соли меди при контакте с грибами подавляют их. Известь добавляется, чтобы не сжечь листья – чистый купорос слишком кисел. Одновременно снижает перегрев растений. Сейчас уже малоэффективна.

Бороздование – прорезание коры на стволе и ветвях для отвлечения веществ, уменьшения прироста и утолщения ствола. Усиливает плодоношение.

Бромелии – семейство растений, растущих на деревьях. Образуют плотные розетки листьев, в которых хранится вода и даже живут лягушки.

Буферность почв – способность почвы противостоять изменению ее свойств при воздействии различных факторов. Обычно различают кислотно-щелочную и окислительно-восстановительную буферность почвы.

Вегетативное размножение – размножение частями растения, которые могут прирастать или укореняться. При этом генотип остается без изменений.

Вегетативный период – от посева до созревания данной культуры.

Вегетативный рост – рост ветвей и листьев; противопоставляется образованию цветков и плодов.

Вермикулит – минерал группы гидрослюд подкласса слоистых силикатов. Серильная среда, приготовленная из него – легкая, хорошо удерживает влагу и используется в почвенных смесях.

Верхушечная почка – самая верхняя почка на ветке; растущий из нее побег имеет преимущественное развитие.

Вершкуются – на кисти не образуется побег, и рост прекращается сам. Дальнейший рост возможен только за счет бокового побега – пасынка.

Вид – основная систематическая единица в ботанике, совокупность сходных по своему строению и происхождению особей.

Вид почвы – таксономическая единица, отражающая количественные показатели степени выраженности признаков, определяющих тип, подтип, а иногда и род почв.

Вирус – невидимый простым глазом микроорганизм, возбудитель болезней.

Включения почвенные – случайные органические или минеральные тела или предметы, находящиеся в почве и генетически не связанные с почвенными процессами.

Внекорневая подкормка – опрыскивание листьев растений.

Водные свойства почв – совокупность свойств почвы, определяющих поведение почвенной влаги: водопропускная, водоподъемная, водоудерживающая способность почвы, а также доступность почвенной влаги растениям.

Водный режим почвы – совокупность явлений, определяющих поступление, передвижение, расходование и изменение физического состояния почвенной влаги.

Воздушная луковичка – небольшая луковичка, образующаяся в пазухе листа на стебле или в соцветиях.

Выветривание – совокупность процессов разрушения и превращения горных пород, а также слагающих их минералов в

условиях воздействия атмосферы, грунтовых и поверхностных вод и организмов, а также удаления части продуктов этого разрушения.

Выгонка – ускорение роста растений за счет создания оптимальных условий (тепло, свет).

Выщелачивание – грубо: вымывание из почвы растворимых веществ. Более всего выщелачиваются почвы, бедные органикой – она связывает питательные вещества.

Выщелачивание – обеднение того или иного горизонта почвы основаниями в результате их выхода из кристаллической решетки минералов или органических соединений, растворения и последующего выноса.

Гельминты – паразитические черви, обитающие в кишечнике животных.

Генетические горизонты почвы – специфические слои почвенного профиля, образовавшиеся в результате воздействия почвообразовательных процессов; относительно однородные горизонтальные слои почв.

Гербицид – химическое средство борьбы с сорняками.

Гибрид f1 – растение, выращенное из семян от скрещивания двух сортов, обладающее высокими качествами; растения, полученные из его семян, уже не сохраняют эти качества.

Глазок – ростовая почка с небольшим участком коры и тонким слоем древесины под ней, предназначается для окулировки. У роз, винограда, клубней картофеля глазком называется зимующая ростовая почка.

Гранулометрическая (механическая) фракция почвы – совокупность механических элементов, размер которых находится в определенных пределах.

Гранулометрический состав почвы – содержание (% от массы) в почве элементарных почвенных частиц (механических элементов), объединенных во фракции.

Гуминовые кислоты (гк) – группа темноокрашенных гумусовых кислот, растворимых в щелочах и нерастворимых в кислотах.

Гумификация – сложный и многостадийный биологический, физико-химический динамический процесс преобразования отмерших остатков и экскретов живых организмов в кинетически устойчивые природные органические соединения – гуминовые кислоты.

Гумус – органика, прошедшая через кишечник червей, а также других обитателей перегноя. Особый сложный комплекс веществ, связывающих и отдающих питательные элементы, регулирующих равновесие в растворах и активирующих корни растений. Основа жизненной энергии и плодородия почвы.

Гумус – часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков.

Гумусонакопление – аккумуляция гумуса в верхних горизонтах почв при сочетании гумусообразования *in situ* и некоторого перемещения вниз с постепенным пропитыванием почвенной массы.

Деградация почв – ухудшение свойств и снижение продуктивного потенциала почв в результате воздействия природных или антропогенных факторов.

Деление корня (корневища) – способ размножения многолетних растений.

Делювиальные отложения (делювий) – продукты выветривания горных пород, перемещенные вниз по склону гор и возвышенностей под влиянием силы тяжести, дождевых и талых вод.

Деты – детерминанты, значит: определенной высоты.

Днк – основа генов, молекулы с записью всех процессов и действий организма. При делении клеток копируется и синтезируется вновь.

Дозаривание – дозревание сорванных с растения плодов (обычно томата).

Дражированные семена – с оболочкой инертного материала, увеличившего размер семян, что облегчает посев.

Дренаж – что-то, позволяющее воде при избытке уходить, стекать.

Емкость катионного обмена почвы – максимальное количество катионов, которое может быть удержано почвой в обменном состоянии при заданных условиях.

Жесткая вода – вода с большим количеством солей кальция и магния, которые могут выпадать в осадок, мешать многим процессам. Например, в жесткой воде плохо мылится мыло и быстро выпадает хлопьевидный осадок.

Журавчики – почвенные новообразования в виде плотных твердых карбонатных конкреций, имеющих округлую, вытянутую, закругленную или ветвистую форму, иногда полые внутри.

Закаливание – процесс, служащий для постепенной акклиматизации рассады перед высадкой в грунт.

Засоление – накопление водорастворимых солей в почвенной толще за счет грунтовых вод.

Засоленные почвы – почвы, содержащие легкорастворимые соли в количестве, отражающемся на свойствах почв, на росте и развитии биоты.

Зеленеющая или зацветшая вода – вода, в которой на свету размножились одноклеточные водоросли. Они абсолютно безвредны.

Зеленные овощи – те, у которых в пищу идет зелень – зеленые листья.

Иммунные клетки – те, что занимаются ликвидацией микробов и обезвреживанием чужеродных веществ. У нас – светлые клетки крови.

Ингибиторы – тормозители, остановители химического процесса. Ингибирование – процесс подавления, торможения роста или развития.

Индеты – индетерминанты – растения с неопределенным, неограниченным ростом, или лианы.

Индукторы – создатели силы, активаторы, побуждатели.

Интексицид – химическое средство борьбы с вредными насекомыми.

Ионный обмен в почве – обратимая реакция стехиометрического обмена ионов между твердой и жидкой фазами почвы.

Калий – один из трех (еще – азот и фосфор) элементов, которые поглощаются растениями в больших количествах. Отвечает за баланс развития, играет важную роль в сопротивлении жаре и холоду – так говорит наука. Я уже не склонен делить растения на отдельные элементы. На удобрениях – окончание “-ка”.

Каллюс – защитная ткань растений, развивающаяся на месте повреждений и способствующая заживлению ран, например, при прививке.

Кальций – элемент почвы, поглощается растениями в заметных количествах. Известь – оксид кальция, известняк и мел – карбонаты (углекислый кальций). Это все щелочные вещества, применяют для раскисления почв.

Камбий – образовательная ткань, из активно делящихся клеток которой в результате дифференцировки формируются различные ткани. Обычно располагается под слоем клеток коры.

Капельный полив – под каждый куст капает вода из тонкого шланга-капилляра. Дает оптимальное постоянство влажности и не повреждает почву. Есть в продаже.

Капиллярный подъем воды – процесс, при котором вода поднимается по мелким каналам (капиллярам) в субстрате, например, между частицами песка, выше своего уровня. Чем меньше диаметр капилляров, тем больше высота подъема воды.

Карбонатная плесень – почвенное новообразование в виде слабых налетов карбонатов на поверхности структурных почвенных отдельностей.

Кислород – элемент, при реакции с которым большинство веществ разрушаются с выделением тепла (окисление или горение). И мы дышим для того, чтобы пользоваться выделенной энергией. В живых клетках горение идет медленно.

Кислотность почвы актуальная (активная) – кислотность почвенного раствора, почвенной суспензии или водной вытяжки из почв, обусловленная наличием ионов водорода в почвенном растворе; выражается условной величиной рН (рН – отрицательный десятичный логарифм активности ионов водорода).

Кислотность почвы потенциальная – кислотность твердой фазы почвы, обусловленная ионами водорода, находящимися в поглощенном состоянии или появляющимися в результате гидролиза.

Кисть – соцветие с удлиненной главной осью, например, у томата

Клубень – видоизмененный подземный побег утолщенным стеблем и недоразвитыми листьями.

Клубнелуковица – разросшаяся мясистая часть основания стебля, накапливающая запасные питательные вещества; очень похожая на луковицу, но по строению ближе к клубню.

Колос – тип соцветия, в котором на удлиненной главной оси расположены сидячие цветки (без цветоножек).

Кольраби – капуста, через полтора месяца дающая раздутую кочерыжку – стеблеплод. Отличный ранний овощ, весом до килограмма, места занимает мало.

Кольцевание – удаление кольца коры, чтобы вещества не оттекали в корень, а шли бы на развитие плодов. Тормозит рост, заставляет плодоносить.

Кольцевая культура – способ выращивания растений в горшках без дна. Питательные вещества растение получает из подпочвы горшка, а воду – по капиллярам из инертной среды (песка, гравия), на котором он стоит.

Компост – однородный продукт гниения любой органики – компостирования. Навозные компосты принято называть перегноями.

Конденсация, конденсат – сгущение, выпадение в виде капель на холодных предметах. Например, на внутренних стенках теплиц и укрытий

Кора выветривания – верхний слой земной коры, состоящий из рыхлых продуктов, образовавшихся в результате выветривания, почвообразования и переотложения горных пород.

Корка – образуется на поверхности почвы при ее подсыхании; для ее разрушения проводят рыхление, для ее предупреждения – мульчирование почвы.

Корневище – растущий горизонтальный подземный, реже надземный, побег, служащий вместилищем запасных питательных веществ.

Корнеплод – сильно разросшийся главный корень вместе с нижней частью стебля, употребляется в пищу.

Кресс-салат – трава, через две недели дающая зелень острого, горчично-редисочного вкуса и аромата. Выращивают на пористой бумаге для украшения пасхальных яиц и закусок. Используют уже на 5–6-й день после всходов.

Кулисы – ряды высоких растений, посеянные для защиты от ветра и солнца.

Лабаз – наземный “погреб”: низкое, почти без стен, сооружение с плоской крышей, сверху и с боков укрыто слоем земли. Самое

простое сооружение для зимнего хранения овощей. Почему у нас не строят лабазов?

Лесс – рыхлая неслоистая порода пылевато-суглинистого состава, в которой содержание частиц диаметром 0,005-0,001 мм достигает 50 % и более.

Лессиваж – пептизация, отмывка илистых частиц с поверхности зерен грубозернистого материала или из микроагрегатов и вынос их в неразрушенном состоянии из элювиального горизонта.

Ложностебель – сжатые вместе листья лука над луковицей. Именно он – деликатесный овощ у лука-порея. Для улучшения вкуса его отбеливают (см. Беление).

Луковица – видоизмененный подземный побег коротким плоским стеблем (донцем) и мясистыми листьями (чешуями), приспособленный для запасания питательных веществ.

Луковичка-детка – мелкая луковичка, образующаяся у основания родительской луковицы.

Лутрасил, спанбонд – нетканый, волокнистый материал для разных видов покрытий грядок. Легкий – для накрытия посевов и посадок, тяжелый и темный – для мульчирования почвы. Пропускает воздух и воду.

Люпин – бобовое растение с мощным стеблем, стрелками цветков и мощнейшими корнями. Рыхлит почву и обогащает ее азотом.

Мангольд – листовая свекла, все силы которой уходят не в корнеплод, а в мощные черешки листьев. Их вкус – нежный, водянистый вкус свеклы.

Междоузлие – промежуток между узлами на стебле.

Междурядье – полоса между соседними рядками (строчками) растений.

Мелкозем – совокупность гранулометрических элементов почвы размером менее 1 мм.

Милдью – грибок, пероноспора винограда. Очень похож на пероноспору огурцов, и живет примерно так же. Смотрите статью о пероноспоре.

Минералы вторичные – минералы, образовавшиеся в результате биохимической и геохимической трансформации – выветривания – некоторых первичных минералов.

Минералы первичные – минералы, которые произошли непосредственным выделением из раствора, расплавленной массы или из парообразного состояния.

Мицелий – тело грибов, состоящее из тончайших переплетенных нитей – гифов.

Монокультура – когда все поле засеяно растениями только одного вида.

Морена– отложения ледника, состоящие из несортированного рыхлого обломочного материала.

Морфология почв – изучение форм и строения почвы. К морфологическим признакам относятся : мощность горизонтов (слоев) и всего почвенного профиля, названия и индексы почвенных горизонтов, окраска, влажность, структура, сложение, наличие новообразований и включений.

Мульча – все то (рыхлое вещество, пленка, картон), что прикрывает почву от солнца, размыва, иссушения.

Мутант – растение, отличающееся по какому-то генетическому признаку от типичных представителей сорта.

Мягкая вода – без солей, кальция и магния, слабокислая. В ней прекрасно мылятся моющие средства, она естественна для корней и животных.

Настоящие листья – листья, типичные для взрослого растения. См. Семядольные листья.

Нитраты – соли азотной кислоты. В производстве – селитры.

Нитрификация – превращение азота воздуха в нитраты. Делают бактерии.

Новообразования почвенные – морфологически оформленные выделения и скопления веществ в почве, отличающиеся от вмещающего их почвенного материала по составу и сложению и являющиеся следствием почвообразовательного процесса.

Оглеение – биохимическое преобразование минеральных и органических соединений почвы в условиях избыточного увлажнения.

Оеучивание – присыпка земли к основанию растения.

Ожидания срок – время, за которое химикат полностью. Распадается на безопасные простые вещества. Обычно 2–3 недели.

Оподзоливание – кислотное выветривание минералов под влиянием растворимых органических веществ, образующихся при разложении растительных подстилок.

Опыление – здесь: нанесение пыльцы на женские цветки, если нет пчел или если опыление затруднено по другим причинам.

Органика – любые остатки тел живых организмов и их отбросы.

Отбеливание – затенение себлей, побегов или листьев растений (путем присыпки земли или укрытия непрозрачным материалом), приводимое к исчезновению у них зеленой окраски.

Отпрыск – вторичный побег, развивающийся от почки, которая находится на стебле, корне или корневище.

Пазуха листа – угол между стеблем и листом, ; отсюда – пазушная почка и пазушный побег

Партенокарпики – буквально: самоплодящий. Завязь развивает плод без опыления, – но и без семян.

Пасынки – боковые побеги, появляющиеся из-под листьев, из пазух.

Пасынкование – удаление у растений лишних пазушных побегов (например, у томата).

Период покоя (у семян или растений) – продолжительный период с низким уровнем жизнедеятельности, обычно оканчивается с наступлением благоприятных климатических условий.

Перманентный – бесконечный, вечно развивающийся, продолжающийся.

Пероноспора – грибок, поражающий листья. См. Статью о ней.

Пестицид – химическое средство борьбы с вредителями или болезнями.

Пикировка – пересадка молодых сеянцев в горшки, питательные кубики или грунт.

Подкормка – внесение удобрений к растущим растениям.

Подпочва, почвенная подошва – более глубокая и устойчивая, часто каменистая или песчаная, часть почвы, гораздо меньше испытывающая влияние атмосферы и живности.

Подтип почв – таксономическая единица в пределах типа, отличающаяся качественными модификациями основных генетических горизонтов, которые отражают наиболее существенные особенности почвообразовательных процессов и эволюции почв.

Породы – устойчивые смеси минералов, из которых состоит земная кора.

Почва – естественно-историческое органо-минеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердой, жидкой, газообразной и живой фаз, имеющее специфические генетико-морфологические признаки и свойства, обладающее плодородием.

Почвенный поглощающий комплекс (ппк) – совокупность высокодисперсных минеральных и органических веществ, придающих почвам и грунтам поглощательную способность, т.е. Способность поглощать и удерживать газы, жидкости, молекулы, ионы или частицы других коллоидов, а также диссоциировать ионы в окружающую среду.

Почвенный покров (педосфера) – совокупность почв, покрывающая земную поверхность.

Почвенный профиль – совокупность генетически сопряженных и закономерно сменяющихся почвенных горизонтов, на которые расчленяется почва в процессе почвообразования.

Почвообразующие породы – горные породы, на которых сформировались почвы и из которых образовалась минеральная часть почвы.

Пояс почвенно-биоклиматический – совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур, объединенных по общности радиационных и термических условий, которые обеспечивают сравнительно одинаковую энергию почвообразования, выветривания и развития растительности.

Привой – часть растения, которую прививают на подвой.

Придаточная почка – ростовая почка, формируемая не как обычно в пазухах листьев, а на различных других частях стебля, чаще в результате раневых реакций.

Прищипка – удаление точки роста (верхушки) побега, чтобы прекратить его рост или вызвать появление разветвлений.

Провинция почвенная – таксономическая единица почвенного районирования, часть зоны или подзоны, отличающаяся специфическими особенностями почв и условий почвообразования,

что связано либо с различиями в увлажнении и континентальности климата, либо с температурными.

Проллювиальные отложения (пролювий) – продукты выветривания горных пород, смытые с вершин и склонов гор временными потоками и отложенные у их подножия.

Проращивание семян – проводят перед посевом.

Прореживание б удаление лишних растений в рядке.

Процессы почвообразования – сложные процессы энерго- и массообмена, приводящие к формированию почв как особых естественно-исторических тел.

Разновидность почв – таксономическая единица, отражающая разделение почв по гранулометрическому составу, каменистости и скелетности почвенного профиля.

Разряд почв – таксономическая единица, группирующая почвы по характеру почвообразующих и подстилающих пород, а также мощности мелкоземистого почвенного профиля.

Райграс – культурная газонная трава, рассчитанная на особый уход. Есть и дикие райграсы, но продают тот, из которого получают идеально ровные газоны, а также стадионы и корты.

Рассада – молодое растение, выращиваемое в оптимальных условиях (в защищенном грунте), и пересаживаемое в открытый грунт.

Род – ботаническая группа близкородственных видов растений.

Род почв – таксономическая единица в пределах подтипа, определяемая степенью насыщенности почвенного поглощающего комплекса, присутствием в профиле карбонатов, гипса и химизмом засоления.

C-4 растения – небольшая группа растений, эволюционно достигших более быстрого механизма фотосинтеза – на четверть быстрее протекает весь цикл. Результат – вдвое быстрее растут и вчетверо больше создают органики. Это кукуруза, сахарный тростник, сорго, просо, амаранты, подсолнечник и некоторые молочаи.

Салат-ромэн – салат с узким, стоячим, плотным кочаном.

Севок – луковицы небольшого размера, используемые в качестве посадочного материала.

Сегрегация – образование осветленного горизонта за счет стягивания соединений железа и марганца в дискретные центры концентрации без существенного выноса за пределы горизонта.

Семейство – в ботанике группа близких по происхождению родов. Роды относятся к своему семейству.

Семядольные листья – те, что вышли из семечка после его прорастания. Сначала они содержали запас питания, – именно их мы едим в семенах. Потом развернулись, позеленели и занялись фотосинтезом, а питание отдали корешку для быстрого роста.

Сероводород – соединение серы и водорода, горючий газ, выделяется при гниении белков – сероводородом пахнут тухлые яйца.

Сеянец – молодое растение, полученное из семени (до пикировки).

Сидераты – растения, сеемые для рыхления и обогащения почвы органикой.

Силосование – квашение. Без доступа воздуха органику едят микробы, взамен сахаров выделяющие кислоту. Так мы квасим капусту.

Симбионты – буквально: сожители. Все, кто помогает нам жить, и сам получает от нас помощь. Наше тело – тоже бывший симбиоз разных клеток. Симбиоз однозначно улучшает жизнь обоим. Паразитизм – только одному.

Скелет почвы – совокупность механических частиц почвы размером более 1 мм.

Скорпионер – черный, или сладкий, корень. Изумительного орехового вкуса длинные корневища получают на второй год. Родственник одуванчика.

Слабокислая – в растворе избыток ионов водорода – это они кислят вкус.

Слабощелочная – наоборот, избыток он-групп: мылкость, вкус соды. Это части воды, вода – н-он, или н₂о. Одна часть кислая, другая – щелочная. А вместе – нейтрально.

Сложение почв – взаимное расположение в пространстве элементарных почвенных частиц и почвенных агрегатов и присущие этому расположению величина, раздробленность и конфигурация порового пространства почвы.

Сообщество экологическое – все, кто живет в саду, лесу или в других местах. Все члены сообщества зависят друг от друга. Одни производят пищу, другие ее перерабатывают и возвращают. Все приспособлены друг к другу. Каждый ест свое, и в результате

поддерживается равновесие численности. Любое вмешательство в жизнь сообщества может уничтожить целые виды.

Соцветие – часть годичного побега растения, несущая группу обособленных цветков.

Спаржа – овощной аспарагус, на третий год дает толстые побеги – деликатес.

Среда – место жизни, условия жизни. То, к чему приспосабливаются. Отличие природы человека: он приспосабливает среду к себе, иначе он несчастлив. Это неплохо – дело в разумности приспособления среды. Делясь, дружа, сообщая нужную информацию, мы также строим свою среду.

Столоны – боковые подземные побеги, формирующие на концах клубни.

Стрелкование – преждевременное выдвижение соцветия для образования цветков и семян.

Структура почвы – физическое строение твердой части и порового пространства почвы, обусловленное размером, формой, количественным соотношением, характером взаимосвязи и расположением как механических элементов, так и состоящих из них агрегатов; форма и размеры комков, на которые распадается при крошении почва.

Структурированная – имеющая стабильную, долговременную структуру.

Суккуленты – сочные мясистые растения, приспособленные к засушливым условиям обитания.

Супердеты – низкорослые, “сверхограниченные” томаты. Сверхдетерминантные. См. Деты.

Суперэлита – искусственно полученная чистейшая линия потомства, без всяких примесей чужой пыльцы, и тщательно отобранная.

Суховершинность – отмирание ветвей, начинающееся с их верхушки.

Тип почв – основная таксономическая единица, характеризующаяся единой системой основных генетических горизонтов и общностью свойств, обусловленных сходством режимов и процессов почвообразования.

Точка роста – верхушка побега или корня.

Транспирация – испарение воды растениями, осуществляемая в основном листовой поверхностью.

Триммер – буквально: ровнитель, подстригатель. Электроинструмент для частого подкоса мелких и труднокосимых мест, например, между кустами.

Туки – питание, удобрение. Тук – жир, жирная пища. Тучный – полный.

Тургор – состояние клеток растений, при котором они содержат необходимое количество воды и, следовательно, не испытывают водного дефицита.

Тычинка – мужской орган цветка, состоит из тычиночной нити и пыльника, в котором развивается пыльца.

Углекислый газ – соединение углерода и кислорода, продукт горения органики, который мы выдыхаем, используя энергию горения органики внутри себя.

Углеродистые материалы – в основном клетчатка, древесина – скелет растений. В состав клетчатки азот не входит. Клетчатка – углевод.

Узел – место на стебле, где вырастает лист и цветок, или усик.

Укоренение – образование корней, обычно у черенков.

Устьице – миниатюрное отверстие (пора) на нижней поверхности листа, через которое происходит газообмен с окружающей средой и транспирация.

Усы – ползущие по поверхности почвы побеги с длинными междоузлиями, обычно у земляники.

Фактор – то, что воздействует, влияет и вызывает эффект.

Факторы почвообразования – элементы природной среды: почвообразующие породы, климат, живые и отмершие организмы, возраст и рельеф местности, а также антропогенная деятельность, оказывающая существенное влияние на почвообразование.

Физические свойства почв – совокупность свойств, характеризующих физическое состояние почв в связи с внешней средой и деятельностью человека.

Фитофтора – грибок, поражающий листья и плоды. См. Статью о ней.

Флювиогляциальные отложения - преимущественно песчаные наносы, отложенные ледниковыми водами в краевой зоне ледника;

слоистые, неоднородного гранулометрического и минералогического состава.

Формировка – придание нужной формы путем удаления частей и подвязки.

Формовка деревьев – то же, что и формирование, но означает более строгую, иногда геометрически точную форму дерева и способы ее создания.

Фосфаты – соли фосфорных кислот с большим содержанием фосфора.

Фосфор – один из главных элементов питания. Усиливает плодоношение.

Фотосинтез – превращение углекислого газа и воды в глюкозу с помощью энергии солнечного света. То, с чего началась вся жизнь.

Фреза почвенная – машина для рыхления почвы ножами или зубьями, закрепленными на вращающемся барабане (диске).

Фульвокислоты – группа гумусовых кислот, растворимых в воде, щелочах и кислотах.

Фунгицид – химический препарат для борьбы с грибами.

Химические свойства почв – совокупность свойств почв, характеризующих содержание и формы существования органических и минеральных веществ в почве.

Хлорофилл – зеленый пигмент в листьях растений, участвует в процессе фотосинтеза.

Чашелистик – листовидная чашечка цветка.

Черенок – отрезок стебля, корня или листа, используемый при вегетативном размножении растений.

Черешок – суженная стеблевидная часть листа, несущая листовую пластинку. Благодаря изгибам черешка, лист поворачивается к свету.

Шпалера – сооружение из опор и натянутых проволочек, служащее для подвязки растений или их ветвей.

Штамм – чистая культура микроорганизмов одного вида.

Экстенсивное – направленное на расширение, захват, в противоположность интенсивному, направленному на лучшее использование того, что есть, в нашем случае – сельскохозяйственных площадей и предприятий.

Элита – искусственно полученная и отобранная чистая линия потомства. Цель получения – сохранение сортовых качеств, которые теряются от переопыления. Образец генотипа данного сорта.

Элювиальные отложения (элювий) – продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте первичного образования.

Элювиальные почвообразовательные процессы – связаны с разрушением или преобразованием минеральной и органической составляющих в элювиальных горизонтах и выносом продуктов разрушения или преобразования водными внутрипочвенными потоками.

Элювиальный горизонт – почвенные горизонты вымывания, обедненные некоторыми компонентами твердой фазы в результате разнообразных процессов: оподзоливания, лессиважа, осолодения.

Эндивий и эскариол – салатные растения, родственники цикория.

Эрозия – процессы разрушения и перемещения почвенных горизонтов под действием ветра (дефляция) или водных потоков.

Ювенильная почва – слабо развитая почва, свойства которой в значительной степени определяются почвообразующей породой.

Яровизация – пробуждение семян, клубней или черенков путем увлажнения, нагрева до 20–30°С и освещения. Пробудившиеся, они развиваются быстрее.

Учебное электронное издание

ОСНОВЫ АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Авторы-составители:

РАГИМОВ Александр Олегович
ШЕНТЕРОВА Екатерина Михайловна
МАЗИРОВ Михаил Арнольдович
и др.

Издается в авторской редакции

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;
дисковод CD-ROM.

Тираж 25 экз.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Изд-во ВлГУ
rio.vlgu@yandex.ru

Институт биологии и экологии
кафедра почвоведения, агрохимии и лесного дела
k.vlgu@yandex.ru