

**Владимирский государственный университет**  
**Верхневолжский федеральный аграрный научный центр**

**А. А. КОРЧАГИН   М. А. МАЗИРОВ**  
**И. М. ЩУКИН**

# **ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**

**Учебное пособие**

**Владимир 2021**

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»

А. А. КОРЧАГИН М. А. МАЗИРОВ И. М. ЩУКИН

# ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебное пособие

*Электронное издание*



Владимир 2021

© Корчагин А. А., Мазиров М. А.,  
Щукин И. М., 2021  
ISBN 978-5-9984-1287-5

УДК 631.58

ББК 41.4

Рецензенты:

Кандидат химических наук  
ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией проблем внедрения  
адаптивно-ландшафтных систем земледелия  
Верхневолжского федерального аграрного научного центра  
*И. Ю. Винокуров*

Кандидат биологических наук  
доцент кафедры биологии и экологии  
Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
*Е. Ю. Кулагина*

**Общее земледелие** [Электронный ресурс] : учеб. пособие /  
А. А. Корчагин, М. А. Мазиров, И. М. Щукин ; Владим. гос. ун-т  
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых ; Верхневолж. федер. аграр. науч. центра. –  
Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 193 с. – ISBN 978-5-9984-1287-5. –  
Электрон. дан. (5,23 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Си-  
стем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Acrobat  
Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Представлены основные разделы общего земледелия: научные основы земледелия, сорные растения и меры борьбы с ними, методы учета засоренности посевов, севообороты и обработка почвы.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.02 – Почвоведение и 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение. Может представлять интерес для преподавателей и учащихся старших классов лицеев, колледжей и общеобразовательных школ.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 10. Ил. 8. Библиогр.: 25 назв.

ISBN 978-5-9984-1287-5

© Корчагин А. А., Мазиров М. А.,  
Щукин И. М., 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>Глава 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ</b> .....	6
1.1. История развития земледелия .....	6
1.2. Факторы жизни растений и их регулирование .....	17
1.2.1. Требования культурных растений к условиям жизни....	17
1.2.2. Тепловой режим и его регулирование .....	22
1.2.3. Водный режим и его регулирование .....	26
1.2.4. Питательный режим и его регулирование .....	33
1.2.5. Воздушный режим и его регулирование .....	38
1.3. Законы научного земледелия .....	40
<b>Глава 2. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ</b> ...	47
2.1. Понятие о сорняках и засорителях .....	47
2.2. Вред, причиняемый сорняками.....	48
2.3. Биологические особенности сорных растений .....	51
2.4. Биологические свойства семян .....	53
2.5. Классификация сорных растений .....	57
2.6. Меры борьбы с сорняками .....	62
2.6.1. Предупредительные меры .....	62
2.6.2. Истребительные меры.....	67
2.6.3. Биологические методы .....	74
2.6.4. Химические меры.....	78
<b>Глава 3. МЕТОДЫ УЧЕТА ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ</b> .....	97
3.1. Количественные методы.....	97
3.2. Глазомерные методы.....	102
3.2.1. Глазомерно-численный метод А. И. Мальцева.....	102
3.2.2. Глазомерно-численный метод кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА .....	104
3.3. Методика производственного картирования сорно-полевой растительности .....	107

<b>Глава 4. СЕВООБОРОТЫ</b> .....	111
4.1. Понятие и значение севооборотов.....	111
4.2. Отношение сельскохозяйственных культур к бессменным, повторным посевам и севооборотам.....	117
4.3. Причины, вызывающие необходимость чередования культур.....	121
4.3.1. Причины химического порядка.....	121
4.3.2. Причины физического порядка.....	124
4.3.3. Причины биологического порядка.....	127
4.3.4. Причины экономического порядка.....	132
4.4. Классификация севооборотов.....	133
<b>Глава 5. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ</b> .....	145
5.1. Научные основы и задачи обработки почвы.....	145
5.2. Способы и приемы обработки почвы.....	146
5.2.1. Приемы основной обработки почвы.....	148
5.2.2. Приемы поверхностной обработки почвы.....	151
5.2.3. Приемы специальной обработки почвы.....	153
5.3. Технологические операции при обработке почвы.....	157
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ</b> .....	159
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	161
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	162
<b>РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	164
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	165

## ВВЕДЕНИЕ

Земледелие (общее земледелие) – важнейшая агрономическая наука, изучающая приемы рационального использования пахотных почв для возделывания культурных растений, использования и воспроизводства плодородия почв для получения высоких и устойчивых урожаев. Эти и другие технологические вопросы решаются на современном теоретическом уровне на основе адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Как отрасль сельскохозяйственного производства земледелие имеет первостепенное значение для жизни людей. Оно обеспечивает население продуктами питания, животноводство – кормами, а отрасли перерабатывающей промышленности – сырьем. Земледелие – базовая отрасль агропромышленного комплекса (АПК) страны.

Культурные растения, возделываемые человеком, разнообразны по своим биологическим особенностям, способности продуктивно использовать солнечную энергию для создания урожая, технологиям возделывания и т.д. Однако культурные растения при всем своем многообразии свойств и особенностей требуют благоприятных почвенных условий. Поэтому плодородие – особое качественное производственное свойство и состояние почвы. Его использование и воспроизводство – главная задача общего земледелия.

Сегодня наука и отрасль земледелия находятся в преддверии качественно нового этапа развития. Необходимо добиться не только высокой эффективности сельскохозяйственного производства, но и полностью обеспечить общество продуктами питания и сырьем для перерабатывающей промышленности; решить проблему экологической сбалансированности и безвредности сельскохозяйственного производства; обосновать и практически решить проблему ресурсо- и энергосбережения; сочетать научные и технологические концепции современного земледелия с многообразием новых производственных отношений и социальных требований общества.

Решение большинства этих непростых вопросов может быть найдено в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

Авторы пособия – преподаватели Владимирского государственного университета (А. А. Корчагин, М. А. Мазиров) и Верхневолжского федерального аграрного научного центра (И. М. Щукин).

# Глава 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

## 1.1. История развития земледелия

Проблемы происхождения мирового земледелия актуальны для современного земледелия. Где зародилась впервые земледельческая культура на Земле? Какие орудия применял первобытный земледелец? Какие растения первоначально были взяты в культуру? Эти и другие вопросы ныне жизненны и полны значения для настоящего земледельца. Зная прошлое, можно без ошибок научиться управлять современными технологиями.

С момента своего зарождения в эпоху первобытнообщинного строя и кочевого образа жизни земледелие развивалось лишь на примитивной практике и по народным приметам, постепенно накапливая и передавая наиболее ценные наблюдения и практический опыт от одного поколения к другому. До возникновения письменности опыт передавался только устно.

Появление земледелия повлекло за собой новую форму хозяйствования с глубоким изменением первичных ландшафтов. В широком масштабе начался процесс вырубki леса, а, следовательно, и первичная стадия деградации почвы. Накопление эмпирических знаний о почве началось с того времени, когда человек перешел от сбора дико-растущих растений к выращиванию их на полях, к возделыванию почвы.

Многие ученые считают, что земледелие началось с обработки почвы. Н. И. Вавилов разработал полицентрическую концепцию зарождения мирового земледелия. Он в 1926–1935 гг. выделил восемь основных географических областей истории развития земледелия: западноазиатская, индийская, среднеазиатская, китайская, среднеземноморская, африканская, мексиканская, южноамериканская. Исследования показали, что первичные очаги земледелия зародились независимо в разных регионах и насчитывают от 5–3 тыс. до 8–6 тыс. лет до н. э.

Земледельческие орудия были крайне примитивными. На протяжении столетий основными почвообрабатывающими орудиями служили соха, мотыга, деревянная борона, а уборочными - серп и цеп.

Вышеперечисленные регионы дали начало не только земледелию, но и большинству современных культурных растений.

Развитие древних очагов земледелия не было идентичным и сопровождалось созданием различных методов, орудий и способов выращивания растений.

Большинство исследований связывают возникновение земледелия с развитым собирательством продуктов природы. От собирательства до приемов сознательного выращивания культурных растений лежал долгий и неизведанный путь, который методом проб и ошибок привел человечество к земледелию.

С появлением письменности наиболее ценные наблюдения по земледелию стали отражаться в наскальных и других писаниях, а затем в летописях. Одной из древнейших стран с высокоразвитым земледелием была Месопотамия. Уже в начале четвертого тысячелетия до нашей эры здесь образовалось государство шумеров, в котором земледелие достигло высокого для того времени уровня развития. Результаты своей деятельности, накопленный опыт, различные советы по выполнению полевых работ они записывали на глиняных дощечках-табличках. Эти таблички называли «календарем земледельца». В нем давали советы по обработке почвы, борьбе с сорными растениями, подготовке к посеву и выращиванию культур. Археологи обнаружили содержание диспута о переходе от мотыжного земледелия к плужному.

В Древней Греции также много внимания уделяли роли агрономических знаний и советов по земледелию. Известный древнегреческий философ Аристотель (384–322 г. до н. э.) написал несколько трактатов по сельскому хозяйству – «Естественная история», «О возникновении животных» и др., в которых сделана первая попытка классификации растений и животных, приведены способы их возделывания и содержания.

В Древнем Риме (IV–II в. до н. э.) литература по земледелию представлена трудами выдающихся натуралистов того времени – Магона, Катона, Варрона, Вергилия, Колумеллы. Катон в своем трактате «О земледелии» дал классификацию почв по пригодности их для возделывания культурных растений, изложил советы по развитию виноградарства, садоводства и животноводства.

Особое место занимает выдающийся теоретик и практик земледелия Древнего Рима Колумелла, написавший работу по сельскому хозяйству в двенадцати книгах под общим названием «О сельском хозяйстве». Колумелла систематизировал и обобщил теоретический и практический опыт ведения сельского хозяйства. Он первый предложил систему мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и урожаев.

Колумелла настойчиво и убедительно говорил о необходимости научных агрономических знаний и опыта. Он писал: «Тот, кто посвятит себя занятиям сельским хозяйством, должен прежде всего обладать следующими качествами: знанием дела, возможностью расходовать средства и желанием действовать».

Хотя агрономия древних времен была еще далека от настоящей агрономической науки, носила эмпирический знахарский характер, но и она была забыта на долгие годы вместе с гибелью античной культуры.

Второй период в развитии земледелия связан с эпохой феодализма, для которого характерен застой естественных наук. Этот период продолжался вплоть до XVIII в., когда начали осуществлять экономические преобразования, давшие толчок дальнейшему развитию производительных сил.

В становлении земледелия как науки в России и других странах существенную роль играло развитие естественных и точных наук.

Научные исследования были востребованы и устремлены на развитие промышленности, сельского хозяйства, военного дела и т. д.

Осуществляемые в XVIII в. Петром I и Екатериной II реформы опирались на то, что «земледелие есть первый и главный труд».

В становлении агрономии и других наук в России исключительно большую роль сыграл М. В. Ломоносов (1711–1765). Отличаясь необычайной широтой познаний, М. В. Ломоносов успешно проводил географические, экономические, физические, химические и другие исследования. Им сформулированы задачи развития России на многие годы вперед. Он распределил их в следующие темы: 1 – о размножении и сохранении российского народа; 2 – об истреблении праздности; 3 – об исправлении нравов и о большом народном просвещении; 4 – об исправлении земледелия; 5 – о сохранении военного искусства.

Задачи исправления земледелия, по М. В. Ломоносову, сводились к всестороннему изучению сельского хозяйства во всех областях России и нахождению средств для его улучшения. Подъем сельского хозяйства он считал возможным только с помощью науки.

По инициативе М. В. Ломоносова в 1765 г. было основано Вольное экономическое общество (ВЭО), сыгравшее важную роль в развитии отечественной агрономии. Труды этого общества издавались в течение 105 лет; в них опубликовывали результаты первых научных исследований и накопленный опыт по сельскому хозяйству.

Вместе с М. В. Ломоносовым важная роль в становлении и развитии научного земледелия в России принадлежит таким известным ученым, как А.Т. Болотов, И. М. Ковов, М.Г. Павлов, В. А. Левшин, И. И. Самарин, и многим другим.

Одним из основоположников отечественной агрономической науки считается А. Т. Болотов (1738–1833). Болотов был подлинным новатором, он выступил с программой первоочередных исследований в области земледелия по проблемам: изучение свойств и качеств земель, исправление и удобрение земель, обработка и подготовка земель к посеву, подготовка семян, посев, уход за посевами, уборка. Он указал на два главных препятствия, мешающих успешному земледелию: «крайнее невежество наших земледельцев и неимение собственности у крестьянина». Научные труды А. Т. Болотова по земледелию «Об удобрении полей» (1770) и «О разделении полей» (1771), в которых высказывались идеи повышения плодородия почвы, пути лучшего сочетания полеводства и скотоводства, о воздушном и почвенном питании растений, не потеряли своего значения и в наше время. А. Т. Болотов первым высказал догадку о значении минеральных веществ в питании растений, задолго опередив основоположников минерального питания растений Тэера, Либиха и др.

Дальнейшее развитие научных основ земледелия было успешно продолжено выдающимся русским агрономом И. М. Кововым (1750–1792). Он считал, что земледелие является той благодатной почвой, на которой расцветают все науки и искусства. В своем труде «О земледелии» он одним из первых ученых-земледельцев обосновал научные основы чередования культур, предложил применять плодосменную систему земледелия, считал главным путем повышения плодородия почвы развитие скотоводства. Поэтому обилие навоза (органического

удобрения) и изменения в структуре посевных площадей считал главными условиями получения высокого урожая.

Задача восстановления плодородия почвы, по И. М. Комову, решается посредством вспашки и навоза. Пахота – это главное в земледелии. От нее земля мягче и сочнее становится, от сорняков и вредителей избавляется. Вместе с тем он резко выступал против того, что многократная пахота земли заменит удобрение.

И. М. Комов был против упрощенчества и шаблона в агрономии, предлагал ставить опыты для проверки эффективности тех или иных приемов возделывания сельскохозяйственных культур.

Определенный вклад в развитие научного земледелия внес М. Г. Павлов (1793–1840). Им впервые было раскрыто значение почвенных процессов в питании растений, разработана теория применения удобрений, замены господствующего тогда зернового трехполья интенсивной плодосменной системой земледелия. Он придавая большое значение практике, считая, что она является воплощением теории в действии. Практика немыслима без теории, а теория без практики бесплодна. Пятитомный труд М. Г. Павлова «Курс сельского хозяйства» долгое время служил капитальным руководством, по которому обучались многие поколения русских агрономов.

Во второй половине XVIII в. в Западной Европе для развития научного земледелия многое сделали такие ученые, как А. Д. Тэер, Ю. Либих, Т. Юнг и др. А. Д. Тэер (1752–1828) является автором теории гумусового питания растений, а Ю. Либих (1803–1873) – теории минерального питания растений, он также сформулировал один из основополагающих законов земледелия – закон возврата.

В этот период наряду с развитием агрономических наук заметно совершенствовались орудия обработки почвы, посева и уборки культур. Изменялось, прежде всего, основное орудие обработки почвы – плуг, который претерпевал усовершенствования: от плугов, изготовленных из дерева, до плугов, изготовленных из чугуна и стали. Наиболее совершенной конструкцией плуга стал плуг Рудольфа Сака, который первым начал заводское производство плугов с предплужниками (1870). Плуг такого типа быстро распространился во многих странах и практически конструктивно не изменился до настоящего времени.

В 1830 г. в Англии была сконструирована сеялка, принцип работы которой сохранился до наших дней. Жатвенная машина была сконструирована в 1781 г. в Туле. Для обмолота хлебов в Америке были разработаны молотилки, совершенствование которых позволило изобрести комбайн. Со второй половины XIX в. вместо живой тягловой силы стали использовать паровой двигатель, а затем дизельный и электрический.

В XIX в. агрономическая наука получила дальнейшее развитие в трудах целой плеяды выдающихся русских ученых: А. В. Советова, Д. И. Менделеева, П. А. Костычева, В. В. Докучаева, А. Н. Энгельгардта, И. А. Стебута, К. А. Тимирязева и многих других.

А. В. Советов (1826–1901) определял уровень культуры земледелия и развития сельского хозяйства расширением полевого травосеяния, которое побуждает вести хозяйство на научной основе. Ученый убедительно показал, что посевы многолетних трав на полях не только способствуют развитию животноводства, но и восстанавливают и повышают плодородие почвы. В России многолетние травы (клевер, кострец, тимофеевку) и их смеси стали высевать на полях намного раньше, чем в Западной Европе.

Ярчайшей фигурой в агроэкономической науке пореформенного периода является А. Н. Энгельгардт (1832-1893) – основоположник агрохимии. Он связывал будущее российского сельского хозяйства с культурным крестьянином, считал, что деревне нужны интеллигентные мужики. Понимая необходимость перестройки в деревне, он ратовал за артель, артельное хозяйство и ставил на первое место человека, хозяина. Он считал, что от хозяина зависит вся система хозяйства, и если система дурна, то никакие машины не помогут.

А. Н. Энгельгардт в своих классических письмах «Из деревни» (1882) подчеркивал, что «нет химии русской, английской или немецкой, есть только общая всему свету химия, но агрономия может быть русская, или английская, или немецкая...». Он считал, что мы должны создать свою, русскую агрономическую науку совместными усилиями ученых и практиков.

Многие идеи А. Н. Энгельгардта получили развитие в современных условиях, когда все изменения должны включать культурного, образованного человека как центральный фактор, тесный союз на-

уки и практики, артельный принцип организации труда, соединение сельского хозяйства с перерабатывающей промышленностью.

Большое значение для развития научного земледелия принадлежит В.В. Докучаеву (1846–1903), создателю науки о почве. Он впервые установил, что почва – самостоятельное природное тело и ее формированию способствуют процессы взаимодействия климата, рельефа, растительного и животного мира, почвообразующих пород и возраста страны. В. В. Докучаев дал первую в мире научную классификацию почв по их происхождению. Он много внимания уделял вопросам восстановления и повышения плодородия почв при помощи организации полезащитного лесонасаждения, регулирования водного режима и других приемов.

Однако взгляды В. В. Докучаева критиковали некоторые ученые, в том числе П. А. Костычев, К. А. Тимирязев и др. Основным недостатком учения В. В. Докучаева была слабая связь генетического почвоведения с изучением почвы как средства производства, то есть агрономическим почвоведением.

Это направление почвоведения успешно развивал П. А. Костычев (1845-1895). Он вскрыл сущность взаимосвязи между почвой и растениями, показал огромную роль деятельности человека в изменении этих связей. П. А. Костычев придавал большое значение агрофизическим свойствам почвы, ее структуре и строению. Он разработал ряд мер по улучшению этих свойств, установил роль растений и обработки почвы в улучшении физических свойств. П. А. Костычеву принадлежит заслуга в создании наиболее совершенной системы обработки почвы, направленной на борьбу с сорняками и регулирование водного режима.

В развитие земледельческой теории и практики крупный вклад внес И. А. Стебут (1833–1923). Он оказал заметное влияние на развитие науки, опытного дела, обучение кадров. Капитальным трудом И. А. Стебута является монография «Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России» (1873–1879). По результатам мирового и отечественного опыта, многочисленных исследований и обобщений автор обосновал экономику, организацию, технологию производства растениеводческих продуктов с учетом биологических требований культур и условий внешней среды.

И. А. Стебут был широко известен и как талантливый педагог. При жизни его называли патриархом агрономии. Обращаясь к слушателям, он говорил: «Изучайте природу, вас окружающую, изучайте почву, от которой вы ожидаете урожая...». И далее: «Не просите у меня рецептов. Не рецепты даю я вам, а также не копиистов хотел бы я видеть в вас, но прежде всего сознательно мыслящих людей, мастеров своего дела, горячо любящих свою профессию».

Великий русский химик Д. И. Менделеев (1834 - 1907) в научных изысканиях не ограничивался лишь химией, он занимался исследованиями по земледелию и животноводству, мелиорации и лесоводству, вопросами переработки продукции. Он считал, что современное сельское хозяйство начинается там, где создаются следующие условия: 1) имеются выгодные человеку породы животных и сорта растений; 2) осуществляется сбыт продукции на сторону в качестве товара; 3) развивается специализация; 4) неуклонно сокращается доля затрат физического труда за счет применения машин. Особое внимание Д. И. Менделеев уделял интенсификации земледелия, применению удобрений, использованию питательных веществ подпахотных слоев почвы при помощи глубокой пахоты. Высокоэффективное земледелие возможно лишь на основе развитой промышленности, снабжающей сельское хозяйство машинами, орудиями, минеральными удобрениями. Д. И. Менделеев обосновал то, что сельское хозяйство нуждается в гораздо больших капиталах, чем любая другая отрасль народного хозяйства.

Важным этапом отечественной агрономии была организация сети опытных учреждений по сельскому хозяйству. Исключительно важную роль в этом деле сыграли выдающиеся ученые: Н. И. Вавилов, Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев, В. Р. Вильямс, Д. И. Прянишников, А. Г. Дояренко, Н. М. Тулайков и многие другие.

Всемирно известные работы К.А. Тимирязева (1843–1920) по фотосинтезу и физиологии растений позволили показать потенциальные возможности повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в земледелии. К. А. Тимирязев считал, что основной задачей земледелия является изучение требований растений и их удовлетворение при помощи различных приемов, которые должны быть направлены, прежде всего, на развитие растения в нужном для земле-

дельца направлении. Он считал, что при объединении науки и практики возможно «вырастить два колоса, там, где прежде рос один».

Одновременно К. А. Тимирязев предупреждал о том, что нигде, может быть, ни в какой другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных сведений, нигде увлечение односторонней точкой зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии.

Многое сделал для развития научной агрономии опытного дела в России А. Г. Дояренко (1874–1958). Его исследования о факторах жизни растений и их взаимосвязях, влиянии на них различных агроприемов, использовании растениями солнечной энергии сохранили свою актуальность и в наши дни. Изучение водно-воздушного и пищевого режимов почвы привело А. Г. Дояренко к выводу о решающей роли их в регулировании строения пахотного слоя почвы, и в первую очередь соотношения капиллярной и некапиллярной скважности. А. Г. Дояренко по-новому подошел к решению проблемы опытного дела в земледелии, он изучил характер пестроты полей, был зачинателем курса по опытному делу. А. Г. Дояренко определил содержание курса земледелия, организационные формы и методы учебного процесса, разработанные им программы были направлены на пробуждение у студентов интереса к изучаемой дисциплине. Содержание и структура курса земледелия до настоящего времени мало изменились.

Выдающийся вклад в развитие отечественного земледелия и агрохимии внес Д. Н. Прянишников (1865–1948), разработавший теорию питания растений и методы повышения плодородия почвы, особенно при помощи широкого применения минеральных удобрений. Он многое сделал для разработки физиологических основ современного научного земледелия и растениеводства. Основным вопросом исследований Д. Н. Прянишникова был азотный обмен у растений, в который он внес ясность и сделал важные обобщения. На основе этих обобщений в нашей стране стала развиваться азотная промышленность и применяться азотные и другие удобрения. Д. Н. Прянишников был активным пропагандистом интенсификации земледелия.

Существенным вкладом в теорию и практику отечественного земледелия являются труды В. Р. Вильямса (1863–1939). Большое внимание он уделял теории почвообразовательных процессов, сущности почвенного плодородия как фактора жизни растений. В. Р. Виль-

ямс отмечал необходимость при возделывании сельскохозяйственных культур одновременного присутствия всех факторов их жизни и роста в целях максимального удовлетворения потребностей растений. Большой заслугой В. Р. Вильямса является то, что он первым сформулировал закон незаменимости и равнозначности факторов жизни растений, имеющих определяющие значения в земледелии. Он разработал теоретические и практические основы травопольной системы земледелия. Однако ее использование повсеместно, во всех почвенно-климатических зонах, как универсального средства повышения плодородия почвы и урожаев сельскохозяйственных культур было большой ошибкой.

В истории развития научного земледелия следует отметить важность работ Н. М. Тулайкова (1875–1938) по сухому земледелию (в засушливых районах страны). С именем Н. М. Тулайкова связывают разработку теории мелкой обработки почвы, способствующей лучшему накоплению и сохранению влаги. Он первым заговорил о применении в засушливых районах севооборотов с короткой ротацией, заложил основы почвозащитного земледелия.

Теоретическими и практическими основами почвозащитного земледелия является глубина обработки почвы. Мелкие бесплужные обработки почвы в почвозащитном земледелии служили альтернативой глубокой вспашке, существовавшей долгое время основным видом обработки.

Активным пропагандистом мелких бесплужных обработок почвы в России был И. Е. Овсинский. Он отвергал глубокую обработку почвы плугом и признавал необходимость рыхления на 5-7,5 см для уничтожения сорных трав и заделки навоза. Для таких обработок впервые были сконструированы культиваторы с плоскорежущими рабочими органами. Экспериментальная проверка системы мелкой пахоты в начале века выявила ее неэффективность, и поэтому она была отвергнута на долгие годы. Тем не менее агрономическая наука ищет пути замены плужной обработки почвы, уменьшения ее глубины и числа.

Идеи и направления большинства последователей Н. М. Тулайкова, например, француза Жана, американца Фолкнера, немца Краузе и других, не смогли внедрить в производство неглубокие обработки из-за неизбежного нарастания засоренности полей, что сни-

жало производительность труда. На относительно чистых от сорных растений полях мелкие поверхностные обработки способствуют возникновению лучших условий для роста культурных растений. Однако через несколько лет засоренность поля возрастает, и земледелец вынужден возвращаться к глубокой плужной вспашке.

Мощным импульсом для дальнейшего развития теории и практики почвозащитного земледелия послужили разработки Т. С. Мальцева, А. И. Бараева и современных ученых-аграрников – И. С. Шатилова, А. Н. Каштанова, М. И. Сидорова, В. Д. Панникова, И. П. Макарова, А. И. Пупонина, А. М. Лыкова, В. И. Кирюшина, С. А. Воробьева, С. С. Сдобникова, Д. И. Бурова, М. Н. Заславского и др.

Т.С. Мальцев (1895–1994) выдвинул идею о замене вспашки безотвальной обработкой почвы в районах Зауралья и Западной Сибири. Сущность принципиально новой системы обработки почвы заключается в чередовании по годам и полям глубокой безотвальной пахоты (25-27 см) с поверхностными обработками (10-12 см) в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах. Глубокую безотвальную вспашку проводят один раз в 3-5 лет.

А. И. Бараев (1908–1985) в начале 60-х годов сформулировал концепцию новой почвозащитной системы земледелия для зон ветровой эрозии почв и применил ее на практике. Суть ее заключалась в замене вспашки плоскорезной обработкой с сохранением на поверхности почвы стерни и освоении зернопаровых севооборотов с короткой (3–5 лет) ротацией вместо зернотравянопропашных с длинной ротацией (8–10 лет). Для этих целей были разработаны специальный комплекс противоэрозионной техники и новая технология возделывания сельскохозяйственных культур.

В 70–80-е годы были выработаны стратегические и практические основы интенсификации земледелия, В этот период был взят курс на интенсификацию земледелия на основе химизации, мелиорации, комплексной механизации, освоение методов программирования урожаев, внедрение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Почвозащитная система находит свое практическое выражение в зональных системах земледелия и в ландшафтно-экологическом земледелии. Последнее служило альтернативой техногенному земледелию, где особое внимание обращали на технологию, технику и хи-

мию при минимальном учете природных факторов. Ландшафтно-экологическое земледелие предполагает биологизацию всех процессов, что фактически означает коренное изменение современного земледелия.

Современное земледелие – это наука о наиболее рациональном, экологически, экономически и технологически обоснованном использовании земли, формировании высокоплодородных, с оптимальными показателями для возделывания культурных растений почв. Учение о плодородии почвы, его расширенном воспроизводстве и сохранении – основа получения высоких, устойчивых, хорошего качества урожаев.

Земледелие как наука основывается на новейших теоретических достижениях важнейших фундаментальных научных дисциплин, таких, как почвоведение, физиология растений, землеустройство и землепользование, агрохимия, микробиология, растениеводство, биотехнология, агрометеорология, мелиорация, экология, экономика и др.

## 1.2. Факторы жизни растений и их регулирование

### 1.2.1. Требования культурных растений к условиям жизни

Все живое на Земле своим существованием обязано растениям, этим удивительным творениям природы. Растения в результате своей жизнедеятельности создают органическое вещество, требуемое человеку в виде необходимых продуктов.

Органическое вещество растений и их урожай создаются из углерода, воды и минеральных солей почвы. Этот процесс осуществляется с помощью растений при участии энергии Солнца. Механизм образования простейших органических веществ (углеводов) можно представить следующей схемой:



Для нормальной жизнедеятельности и получения необходимой продукции требуется постоянный приток в оптимальных количествах тепла, света, воды, питательных веществ. В земледелии они получили название земных и космических факторов жизни растений. К *космическим факторам* относятся свет и тепло, к *земным* - вода, диоксид углерода, кислород, азот, фосфор, калий, кальций и многие другие элементы. В связи с этим основной задачей земледелия являются изу-

чение требований растений, и разработка практических приемов удовлетворения этих требований (К. А. Тимирязев). Требования к факторам жизни, т. е. количеству каждого из них, определяются многими условиями.

Космические факторы жизни растений в земледелии, по существу, не регулируются или регулируются незначительно. Земные факторы жизни растений, наоборот, удастся регулировать и создавать оптимальные условия для роста и развития культурных растений.

Космические факторы жизни растений зависят от использования световой и тепловой энергии солнца. Солнечная радиация в решающей степени определяет климат Земли и зональные особенности. Климатические условия обуславливают возможность произрастания тех или иных растений. Кроме того, климат – один из факторов почвообразования, воздействующих и через почву, то есть косвенно на произрастающие растения. Почвенно-климатические условия в решающей степени определяют специализацию земледелия, местный характер производства, такой набор сельскохозяйственных культур, биологические особенности которых наиболее отвечают этим условиям и обеспечивают получение высоких стабильных урожаев хорошего качества.

**Требования растений к свету.** Рост и развитие растений зависят от интенсивности и спектрального состава света. Недостаток света приводит к голоданию и гибели растений, а избыточная освещенность – к угнетению и ожогам. Физиологическое воздействие света на растение происходит через фотосинтез, определяя его скорость. Поток солнечных лучей, богатых ультрафиолетом, оказывает бактерицидное действие на микрофлору.

Среди сельскохозяйственных растений широко распространен фотопериодизм, связанный с условиями освещения. К фотопериодическим реакциям относят наступление фаз роста и развития. По продолжительности освещения выделяют растения длинного дня (не менее 12ч), короткого (менее 12 ч) и нейтрального дня. В задачу земледельца входит повышение коэффициента использования физиологически активной радиации (ФАР).

Обычно в посевах коэффициенты использования ФАР являются сравнительно низкими и составляют 0,5–3%. Используя различные приемы в технологиях возделывания сельскохозяйственных расте-

ний, коэффициент использования ФАР можно повысить в 2 и более раз.

*Световой режим* почвы – совокупность поступлений и отдачи (отражения) света почвой.

Основной источник света, падающий на землю – лучистая энергия солнца. Световому режиму свойственны суточные и годовые циклы (периодичность) поступления на землю. Длина дня – решающий фактор, влияющий на рост и развитие растений.

Поскольку источник световой и тепловой энергии, теплового и светового режимов почвы один – лучистая энергия солнца, чаще и полнее рассматривались тепловой режим почвы, его значение и приемы регулирования. Световой же режим почвы недооценивался, хотя, пожалуй, он имеет не меньшее влияние на почву, чем тепловой режим.

Лучистая энергия солнца, притекающая к поверхности почвы и взаимодействующая с ней, играет решающую роль в дифференциации пахотного слоя по плодородию. Верхняя часть пахотного слоя более плодородная и биологически более активная, поскольку она подвергается воздействию такого мощного фактора, как солнечный свет. Это доказано экспериментально. Почва, облученная солнечным светом, содержала элементов питания больше, чем почва, находившаяся в темноте, и обеспечивала больший урожай ячменя.

Научными исследованиями установлено, что в зависимости от интенсивности освещения в значительной степени изменяются микробиологическая и биологическая активность почвы, деятельность ферментов, усиливается окисление гумуса, активизируется процесс нитрификации. Солнечный свет – мощный фактор повышения эффективного плодородия почвы, роль которого изучена еще недостаточно.

Регулирование теплового и светового режимов почвы должно ориентироваться на улучшение условий жизни культурных растений. Оно в зависимости от условий зоны может быть направлено на увеличение потока тепла и света к поверхности почвы (северные районы) или на уменьшение такового (южные районы).

Приемы активного влияния на тепловой режим почвы можно разделить по характеру действия на агротехнические, агрометеорологические и агрометеорологические.

К группе *агротехнических* приемов относятся следующие способы обработки почвы: глубокое рыхление, прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование. *Агромелиоративные* приемы включают лесонасаждение, борьбу с засухой, орошение, осушение. *Агрометеорологические* приемы направлены на снижение излучения тепла из почвы, борьбу с заморозками и т. д.

Лесные полосы оказывают комплексное действие на тепловой и водный режимы почв. Они способствуют накоплению снега на полях и сокращают сток талых вод, непосредственно влияя на температуру почвы. Лесные насаждения изменяют микроклимат местности, снижают скорость ветра в межполосном пространстве по сравнению с открытой местностью на 20-40%.

Орошение снижает отраженную радиацию на 20%. После полива также уменьшается излученная радиация. Все это увеличивает приход тепловой энергии к почве.

Орошение увеличивает теплопроводность почвы, что способствует более равномерному ее прогреванию и уменьшению температурных колебаний.

Применение больших доз органических удобрений вызывает повышение температуры почвы. Создание гребнистой поверхности способствует лучшей прогреваемости почвы, обеспечивает большую аккумуляцию рассеянной радиации. Температура почвы на гребнистой поверхности более высокая.

Это особенно важно для северных областей, так как на гребне в течение дня температура почвы выше на 3–5 °С, чем на выровненных участках.

Глубина обработки почвы существенно влияет на ее тепловой режим. При глубокой пахоте создается резкая неоднородность почвы по глубине: изменяются плотность и влажность, общая пористость и пористость аэрации. Все это влияет на изменение теплопроводности и теплоемкости.

Прикатыванием почвы можно вызвать повышение ее среднесуточной температуры на 3-5 °С в 10-сантиметровом слое, залегающем ниже уплотненной прослойки. Это объясняется более высокой теплопроводностью уплотненного слоя.

Температуру почвы можно изменить мульчированием поверхности. Мульчирующее покрытие меняет отражательный и излуча-

тельные элементы радиационного баланса, т. е. альбедо и константы излучения поверхности почвы. Черная мульча уменьшает альбедо почвы на 10–15%. Белая мульча может служить средством снижения избыточного нагревания почвы. Применение в качестве мульчирующего покрытия прозрачных пленок приводит к более интенсивному нагреванию почвы, чем использование темных пленок.

Это происходит потому, что прозрачные пленки пропускают видимую часть солнечного спектра и инфракрасную радиацию к поверхности почвы и уменьшают расход тепла.

К простейшим приемам регулирования теплового баланса относят снегозадержание, создание дымовых завес, затенение поверхности почвы с помощью щитов, белой мульчи и др.

Приемы регулирования светового режима почвы в основном те же, что и при регулировании теплового режима, так как основная статья прихода тепла и света в обоих балансах одна и та же – солнечная радиация. Более специфическое отношение к регулированию светового режима имеют еще не названные приемы увеличения площади черного пара и пропашных культур в структуре посевных площадей, применение разреженных посевов и увеличение площади питания.

**Требования растений к теплообеспеченности и температурному режиму.** В развитии растений, как отмечал К. А. Тимирязев, ведущую роль играет температурный фактор. В настоящее время имеются данные о потребности сельскохозяйственных растений в тепле за вегетационный период.

<i>Культура</i>	<i>Сумма активных температур, °С</i>
Яровая пшеница	1200-1700
Ячмень	950-1450
Овес	1000-1600
Просо	1400-1750
Кукуруза на зерно	2100-2900
Кукуруза на силос	1800-2400
Картофель	1600
Сахарная свекла	2000
Лен	1500
Многолетние травы	900

Оценку потребности растений в тепле дают по сумме активных температур (выше 10 °С) за период вегетации. Колебания потребно-

сти в тепле одних и тех же культур зависят от сорта. Каждое растение предъявляет определенные требования к теплу, меняющиеся на протяжении вегетации. Знание этих требований позволяет дать агроэкологическую оценку условиям выращивания и размещения культур с учетом агроландшафтов.

Особое значение имеет теплообеспеченность растений в начальные периоды жизни растений, т. е. при прорастании семян и появлении всходов. Знание требований растений к теплу позволяет правильно установить сроки посева, разработать приемы обработки почвы и меры борьбы с сорными растениями.

Требования растений к теплу определяют их холодо-, морозо- и жароустойчивость.

### ***1.2.2. Тепловой режим и его регулирование***

Количество тепла в почве, а, следовательно, и ее температура изменяются даже в течение суток. То же можно сказать и об освещенности поверхности почвы. Изменчивость этих величин оказывает большое влияние как на ход почвообразовательного процесса, так и на условия роста и развития растений. От умения регулировать эти факторы зависят воспроизводство плодородия почвы и повышение урожайности культурных растений.

Тепловой режим почвы включает совокупность поступления и отдачи тепла почвой, его передвижения в ней и все изменения температуры почвы.

Источник тепла в почве – лучистая энергия солнца; тепло, получаемое от воздуха; тепло, образующееся в результате разложения органических остатков; внутреннее тепло земного шара; тепло от радиоактивных процессов, происходящих в почве. Из пяти источников тепловой энергии последние три настолько малы, что ими можно пренебречь. Количество тепла, получаемого почвой от воздуха, также невелико и может иметь существенное значение лишь в отдельных случаях, например, при вторжении теплых воздушных масс. Таким образом, наиболее важный источник тепла – лучистая энергия солнца.

Основные тепловые свойства почвы – теплопоглощательная способность, теплоемкость, теплопроводность, теплоиспускательная способность.

**Теплопоглощительная способность почвы.** Проявляется в поглощении почвой лучистой энергии солнца. Одновременно происходит отражение энергии от поверхности почвы.

Поглотительную способность почвы обычно характеризуют величиной *альбедо*, которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва. Альбедо зависит от цвета почвы, ее структурного состояния, влажности и выровненности поверхности, а также от особенностей растений, цвета листьев и стеблей. Высокогумусированные почвы (черноземы) поглощают лучистой энергии на 10–15% больше, чем малогумусированные, также, как и глинистые по сравнению с песчаными.

Альбедо орошаемых участков на 5–11% ниже, чем сухих, альбедо чистого сухого снега 88–91%, мокрого – 70–82%.

**Теплоемкость почвы.** Различают весовую и объемную теплоемкости почвы. *Весовая теплоемкость* – количество тепла в джоулях, затрачиваемое на нагревание 1 г почвы на 1 °С (Дж/г на 1 °). *Объемная теплоемкость* – количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см<sup>3</sup> почвы на 1 ° (Дж/см<sup>3</sup> на 1 °).

Теплоемкость зависит от минералогического, гранулометрического составов и влажности почвы, а также содержания в ней органического вещества. Например, у кварцевого песка весовая теплоемкость меньше, чем у торфа. Весовая и объемная теплоемкости воды равны 1.

Глинистые почвы отличаются большой влагоемкостью и весной медленно прогреваются, поэтому их называют холодными. Легкие по гранулометрическому составу почвы (песчаные, супесчаные) весной прогреваются быстрее; они получили название теплых.

Чем гумусированнее почва, тем она более теплоемка. Теплоемкость рыхлых почв значительно выше теплоемкости плотных почв.

**Теплопроводность почвы.** Это способность почвы проводить тепло. Она измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит за 1 с через 1 см<sup>3</sup> почвы.

На величину теплопроводности влияют химический и гранулометрический составы, влажность, содержание воздуха, плотность и температура почвы. Например, теплопроводность воздуха составляет 0,000252 Дж на 1 см<sup>3</sup>/с, а торфа и гранита – соответственно 0,00113 и 0,03444 Дж.

В сухом состоянии почвы, богатые гумусом и обладающие высокой порозностью аэрации, очень плохо проводят тепло.

Теплопроводность твердой фазы примерно в 100 раз больше теплопроводности воздуха. Поэтому рыхлая почва менее теплопроводна, чем плотная. При повышении плотности с 1,1 до 1,6 г/см<sup>3</sup> теплопроводность уменьшается в 6 раз. При равных условиях более влажная почва более теплопроводна, чем сухая. При увеличении влажности почвы с 0,1 до 25–30 % теплопроводность увеличивается в 5 раз.

Для оценки быстроты выравнивания температуры различных горизонтов почвы используют понятие *температуропроводность*. Ее определяют изменением температуры в 1 см<sup>3</sup> почвы в результате поступления в нее некоторого количества тепла, протекающего за 1 с через 1 см<sup>3</sup> поперечного сечения при разности температуры, равной 1° на расстоянии 1 см.

**Теплоиспускательная способность почвы.** Это способность почвы выделять тепловые лучи. Она зависит от состояния почвы, поверхности, степени ее увлажнения.

Минеральные почвы благодаря большей теплопроводности лучше излучают тепло, чем торфянистые.

Влажные почвы из-за большой теплоиспускательной способности воды выделяют значительно больше тепловых лучей, чем сухие. Почвы с гладкой поверхностью отличаются меньшей теплоиспускательной способностью по сравнению с шероховатыми.

Количество поступающей на поверхность почвы лучистой энергии подчинено суточной и годовой периодичности. Такую же периодичность наблюдают и в изменении температуры поверхности почвы.

В суточном цикле поверхность почвы нагревается с восхода солнца до 14 ч, после 14 ч она начинает охлаждаться. В годовом цикле она нагревается с марта до июля, а затем охлаждается.

Огромное влияние на температурный режим почвы оказывает снеговой покров. Снег - плохой проводник тепла, поэтому он уменьшает излучение его из почвы в отдачу в атмосферу, т. е. уменьшает охлаждение почвы.

Тепловой режим почв зависит от рельефа местности. Экспозиция склонов и их крутизна определяют разницу в количестве тепла, получаемого от солнечной радиации. Почвы на южных, юго-западных

и юго-восточных склонах прогреваются лучше, чем на северных, северо-западных и северо-восточных склонах и выровненных пространствах.

Почвы, покрытые растительностью (озимые, травы, лес и т.д.), промерзают меньше, чем непокрытые (без растительности, мульчи и т. д.). В разных почвенно-климатических зонах складываются различные температурные режимы почв. В зависимости от характера промерзания и величины среднегодовой температуры выделяют 4 типа температурного режима: мерзлотный, длительно сезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий, непромерзающий.

**Мерзлотный.** Характерен для областей с вечной мерзлотой. Нагревание почвы сопровождается ее протаиванием, а охлаждение - промерзанием до верхней границы многолетнего мерзлого грунта. Среднегодовая температура почвы и температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательные.

**Длительно сезоннопромерзающий.** Процесс нагревания в начальной стадии сопровождается оттаиванием, а процесс охлаждения – глубоким промерзанием. Длительность промерзания не менее 5 мес. Глубина проникновения отрицательных температур превышает 1 м. Среднегодовая температура обычно положительная. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная.

**Сезоннопромерзающий.** Процесс нагревания вначале сопровождается оттаиванием, а процесс промерзания – неглубоким промерзанием. Глубина проникновения отрицательных температур не более 2 м. Длительность сезонного промерзания от нескольких дней до 5 мес. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная. Среднегодовая температура положительная.

**Непромерзающий.** Промерзание не наблюдается. Отрицательные температуры почвы отсутствуют или держатся несколько дней. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца положительная.

Температурный режим почвы непосредственно влияет на развитие растений. Это особенно сказывается на скорости роста корневой системы.

Отдельные сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на температурный режим почвы. Так, наибольшая масса клуб-

ней картофеля образуется при температуре, не превышающей 15–20 °С

Разные культуры требуют для прорастания семян неодинаковое количество тепла.

Тепловые условия оказывают большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов и, следовательно, на обеспеченность растений элементами минерального питания, скорость разложения органического вещества, синтез гуминовых веществ и т. д.

**Требования растений к влагообеспеченности.** Вода - важнейшее условие жизни растений. Она необходима для прорастания семян, служит составной частью синтезируемого органического вещества, средой для питательных веществ и биохимических процессов. *Оптимальная влажность* корнеобитаемого слоя почвы, при которой достигается максимальная интенсивность роста растений, изменяется в пределах 65–90 % наименьшей влагоемкости (НВ). Одним из показателей потребности растений в воде служит *транспирационный коэффициент*, т. е. количество воды, необходимое для создания единицы сухого вещества в растении.

Потребность растений в воде изменяется по фазам роста и развития сельскохозяйственных культур. Фазы, в которые растения требуют наибольшего количества воды, называются *критическими*.

Общий расход воды с 1 га (в м<sup>3</sup> или в мм) называется *суммарным водопотреблением* возделываемой в данном поле сельскохозяйственной культуры, а расход на 1 т урожая – *коэффициентом водопотребления*. Коэффициент водопотребления имеет важное значение при расчете уровня возможной урожайности.

### ***1.2.3. Водный режим и его регулирование***

Вода – земной фактор жизни растений; в почве представляет собой жидкую фазу, или *почвенный раствор*. Попадая в почву различными способами (с осадками, из грунтовых вод по капиллярам, при конденсации водяных паров и т. д.), вода претерпевает определенные изменения: с одной стороны, включает в себя находящиеся в почве различные водорастворимые соединения, а с другой – теряет поглощаемые почвой вещества. Часть поступающей в почву воды теряется (просачивается вглубь, стекает, испаряется), другая часть удерживается почвой; она и представляет собой почвенный раствор, характери-

зующийся рядом показателей (рН, наличие водорастворимых органических соединений и питательных веществ, солей и др.).

Вода имеет огромное значение для жизнедеятельности растений, микробов и других организмов. Г. Н. Высоцкий, подчеркивая исключительно важное значение воды в почве, сравнивал ее роль с ролью крови для живых организмов.

Почвенная влага служит и в качестве терморегулятора, влияя на тепловой баланс и режим почвы.

Влажность почвы воздействует на агрофизические свойства: плотность, липкость, способность к крошению и образованию агрегатов - спелость почвы.

Вода в почве во многом определяет уровень эффективного плодородия. Почвенный раствор, имея определенную реакцию (кислую, нейтральную, щелочную), содержит питательные вещества и различные соединения (благоприятные или токсичные для растений), оказывает непосредственное влияние на продуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур, их урожайность.

Вода необходима растению во все периоды жизни: потребность в ней только для прорастания семян составляет 30–100 % их массы, в дальнейшем на образование 1 г сухого органического вещества растениям требуется от 200 до 1000 г воды.

Период наибольшей потребности растений в воде называют *критическим*. Для большинства зерновых культур это стадия выход в трубку – колошение, для кукурузы - цветение – молочная спелость, картофеля – цветение – клубнеобразование. Растения при недостатке воды резко снижают продуктивность в период образования репродуктивных органов.

В то же время избыток влаги в почве, когда влажность превышает наименьшую полевую влагоемкость (НВ), угнетает рост и развитие растений. Различные растения по-разному переносят переувлажнение.

Почвенная влага в зависимости от характера связи между молекулами воды, твердой и газовой фазами почвы характеризуется разной подвижностью и неодинаковыми свойствами.

По физическому состоянию различают три формы (категории) почвенной воды: твердую, жидкую и парообразную; по характеру связи с твердой фазой и степени подвижности воды – шесть: химиче-

ски связанную, твердую, парообразную, прочносвязанную и рыхлосвязанную (капиллярная и гравитационная).

**Химически связанная вода.** Характеризуется неподвижностью, высокой прочностью связей, неспособностью растворять, включает конституционную (гидратную) и кристаллизационную (кристаллогидратную) воду, входит в состав твердой фазы почвы.

Химически связанная вода растениям недоступна.

**Твердая вода.** Образуется в почве в форме льда при ее промерзании в осенне-зимний период (сезонное промерзание) или сохраняется на определенной глубине в промерзшей толще почвогрунта, не оттаивая даже летом (вечная, многолетняя мерзлота). Твердая вода в почве, способная таять и испаряться, представляет собой потенциальный источник жидкой и парообразной воды.

Твердая вода неподвижна, растениям недоступна.

**Парообразная вода.** Содержится в виде водяного пара в почвенном воздухе, насыщая его нередко до 100%. Она передвигается с мест с большим давлением в места с меньшим давлением водяных паров, а также с током воздуха.

Парообразная влага в снабжении растений водой 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, которая становится доступной для растений.

**Прочносвязанная вода.** Это первая форма физически связанной, или сорбированной, воды, называемой *гигроскопической водой*. Она образуется в результате сорбции почвенными (преимущественно коллоидными) частицами водяных паров из воздуха. Эту способность почвы называют *гигроскопичностью*.

Гигроскопическая вода покрывает почвенные частицы тонкой пленкой, состоящей из 1–3 слоев молекул. Молекулы воды, сорбированные почвой, являясь диполями, находятся в строго ориентированном положении. Гигроскопическая вода отличается особыми свойствами: она замерзает при температуре  $-4...-7^{\circ}\text{C}$ , не растворяет рас-

творимые в свободной воде вещества, характеризуется повышенными плотностью (1,5–1,8 г/см<sup>3</sup>) и вязкостью, недоступна растениям.

Максимальное количество гигроскопической воды, которое может поглотить и удержать почва, будучи помещенной в атмосферу, насыщенную водяными парами (около 96-98%), называется *максимальной гигроскопичностью* (МГ). Величина МГ позволяет определить обеспеченность растений водой. Обычно полуторная - двойная максимальная гигроскопичность соответствует влажности *устойчивого завядания растений* (ВЗ), или «мертвому запасу» воды в почве, и учитывается при расчете запасов продуктивной влаги и норм полива. Для расчета влажности и устойчивого завядания растений по величине МГ применяют коэффициент 1,34.

**Рыхлосвязанная вода.** 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. Это происходит потому, что почвенные частицы, сорбиовавшие максимальное количество молекул гигроскопической воды (из водяного пара), полностью не насыщаются и способны еще удержать несколько слоев ориентированных молекул воды, образующих водную пленку. Пленочная, или рыхлосвязанная, вода слабоподвижна, растениям малодоступна.

**Капиллярная вода.** В капельножидком состоянии она находится в капиллярах почвы, доступна растениям. Это наиболее благоприятная для растений форма почвенной влаги. Различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду. *Капиллярно-подвешенная* вода образуется при увлажнении почвы с поверхности (дождевая вода, талые воды, оросительные), *капиллярно-подпертая* – при поступлении воды снизу, т. е. при подъеме воды по капиллярам от грунтовых вод. Под слоем почвы, увлажненным капиллярно-подвешенной водой, и над слоем почвы, увлажненным капиллярно-подпертой водой, находится слой сухой почвы. Зона (слой) над зеркалом грунтовых вод, насыщенная капиллярно-подпертой водой, называется *капиллярной каймой*.

Подъем грунтовой воды *по капиллярам* тем выше, чем тоньше капилляры. Менисковые силы, вызывающие подъем воды, начинают проявляться при диаметре пор <8 мм.

Максимальное количество капиллярно-подвешенной воды, которое остается в почве после стекания избыточной свободной воды, называется *наименьшей влагоемкостью* (НВ).

Оптимальная влажность почвы соответствует 70–100% НВ.

Разность между величиной НВ и фактической влажностью *почвы* называют *дефицитом влаги в почве* и широко используют в земледелии.

**Гравитационная вода.** Занимает все крупные некапиллярные промежутки между агрегатами в почве, вытесняя воздух. Передвигается свободно под действием силы тяжести (гравитации).

Максимальное количество гравитационной воды, которое может вместить почва при заполнении всех пустот, называется *полной влагоемкостью* (ПВ).

При полном заполнении почвы водой, т. е. при значении влажности почвы, соответствующем ПВ, в почве содержится максимальное количество воды, включающее гигроскопическую, пленочную, капиллярную и гравитационную формы. Величина ПВ практически равна порозности (скважности) почвы и колеблется от 20–40 до 50–60%, иногда достигая 80%.

Способность почвы к устойчивому обеспечению растений водой зависит от водных свойств почвы. К водным свойствам почвы относятся, прежде всего, водоудерживающая способность, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, потенциал почвенной воды, сосущая сила почвы.

Свойство *почвы* поглощать и удерживать воду в своем профиле, противодействуя стеканию ее под действием силы тяжести, называется *водоудерживающей способностью*.

Основными силами, удерживающими воду в почве, являются сорбционные и капиллярные. Количественно водоудерживающая способность представляет влагоемкость.

*Влагоемкость почвы* – это максимальное количество той или иной формы (*категории*) почвенной воды, удерживаемое соответствующими силами в почве.

*Водопроницаемость почвы*– это свойство почвы впитывать и пропускать через своя профиль поступающую с поверхности воду. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры почвы, плотности, степени увлажнения.

Свойство почвы обеспечивать восходящее передвижение содержащейся в ней воды под воздействием капиллярных сил называется *водоподъемной способностью*.

В земледелии особое значение имеют закономерности и особенности водного режима.

Совокупность протекающих в почве процессов поступления, передвижения, сохранения и потери воды называется *водным режимом почв*. Каждый из этих процессов в отдельности выступает как элемент водного режима. Количественно приход воды в почву и расход ее представляют *водный баланс*, а количественно выраженные элементы водного режима являются соответственно элементами водного баланса.

Водный режим почв формируется под влиянием ряда факторов, основные из которых климат, рельеф, водно-физические свойства почвогрунтов, условия водного питания. Особое влияние на водный режим почв оказывает хозяйственная деятельность человека. Специфику формирования водных режимов зональных типов почв определяют, прежде всего, количество атмосферных осадков и температурный режим.

В зависимости от количества атмосферных осадков и их испарения выделяются шесть (по Высоцкому – Роде) типов водного режима.

**Мерзлотный тип.** Характерен для территорий распространения многолетней (вечной) мерзлоты. Служащая водоупором вечная мерзлота обуславливает переувлажнение верхнего сезонно оттаивающего «деятельного» слоя, что приводит к оглеению почвы. Поэтому все тундровые почвы оглеены.

**Промывной тип.** Характерен для территорий с преобладанием годовой суммы осадков над испарением, что обуславливает господство в почве нисходящих токов воды (таежно-лесная зона, полесье, влажные субтропики и тропики). В годовом цикле влагооборота этих зон весной и осенью (или во влажный период) отмечается сквозное промачивание почв и материнских горных пород до грунтовых вод. В условиях такого интенсивного промыва происходят вынос продуктов почвообразования за пределы почвенного профиля и формирование почв подзолистого типа почвообразования.

**Периодически промывной тип.** Характерен для территорий, где годовые величины осадков и испарения примерно равны. Чередование влажных и сухих лет обуславливает чередование промывного (сквозное промывание почвогрунта) и непромывного (ограниченное промачивание) типов водного режима. Причем сквозное промачивание может происходить один раз в 10 и более лет. Периодически промывной тип водного режима способствует формированию серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов лесостепной зоны.

**Непромывной тип.** Характерен для территорий, где годовая величина осадков меньше, чем испарения, и атмосферные воды не достигают грунтовых вод. Промачивание толщи почвогрунта достигает 4 м в черноземах степи и 1 м в бурых и серо-бурых почвах полупустынь и пустынь. Между верхним увлажненным слоем и грунтовыми водами расположен слой с влажностью, близкой к величине влажности завядания.

**Выпотной тип.** Характерен для территорий с непромывным типом при условии близкого залегания грунтовых вод. В этом случае (особенно для зоны полупустынь и пустынь) происходят интенсивное поднятие влаги по капиллярам от грунтовых вод к поверхности почвы и ее испарение. При минерализации грунтовых вод формируются засоленные (преимущественно солончаковые) и солонцеватые почвы.

**Ирригационный тип.** Характерен для искусственно орошаемых территорий. Складывающийся годовой водный режим при ирригации нестабилен и может различаться во времени: промывной, непромывной и даже выпотной с господством нисходящих и восходящих токов воды в зависимости от вида, интенсивности и сроков орошения.

Ирригация и осушение – наиболее интенсивные приемы регулирования водного режима почв.

Практика регулирования водного режима, как и само земледелие, имеет давнюю историю и основывается на учете почвенно-климатических условий территории и биологических особенностей возделываемых культур. При этом используют агротехнические, агро-мелиоративные, гидромелиоративные, лесомелиоративные и другие приемы или их сочетания с целью регулирования водного режима.

Для условий сухих степей и пустынной зоны основной прием - орошение.

Для зоны с неустойчивым увлажнением крайне важны накопление и сохранение влаги. Это осуществляют при помощи снегозадержания и задержания талых вод (кулисные посевы, обработка поперек склона, прерывистое бороздование, щелевание и др.), сохранения влаги почвы (поверхностное рыхление, боронование, мульчирование и др.). Большое значение в регулировании водного режима имеют полевые защитные лесные полосы, введение чистых паров, а также прикатывание почвы для подтягивания влаги к поверхности.

В зонах достаточного и избыточного увлажнений со слабодренированными территориями основной прием – удаление избытка воды. Для его осуществления необходимы устройство дренажной сети (открытой или закрытой), гребневание, нивелировка микро- и мезопонижений и т. д. Создание сети открытых или закрытых дрен позволяет не только осушать территорию от избытка воды, но и регулировать водный режим, подавая по дренам воду на поля.

При регулировании водного режима почв наиболее эффективен весь комплекс мер по повышению почвенного плодородия и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, включая наряду с гидромелиоративными приемами агрохимические, фитомелиоративные и др.

#### ***1.2.4. Питательный режим и его регулирование***

**Требования растений к элементам питания.** В растениях из простых органических соединений и минеральных веществ образуются сложные органические продукты. Они состоят из углерода, кислорода, водорода, азота и многих минеральных элементов. На долю первых трех элементов приходится 94% сухого вещества растений, причем углерод по массе составляет в сухом веществе в среднем 45%, кислород – 42 и водород – 7%. Оставшиеся 6% сухой массы урожая приходятся на долю азота и зольных элементов. Все наземные растения ежегодно извлекают из атмосферы около 20 млрд. т углерода в форме  $\text{CO}_2$  (1300 кг/га).

О потреблении минеральных веществ накоплен большой фактический материал. В растениях обнаружены практически все известные химические элементы, доказано участие 27 из них в процессах

обмена, 15 признаны необходимыми для нормального роста и развития растений.

Земледелец активно вмешивается в круговорот веществ в почве, используя такие факторы и приемы, как удобрения, современные технологии, мелиорацию земель, различные виды и сорта сельскохозяйственных растений, оказывая существенное влияние на почвенные процессы.

Почва может лучше или хуже передавать растениям имеющиеся в ней питательные вещества. В экстенсивном земледелии, как известно, почва была единственным источником воды и питательных веществ. Длительность и эффективность использования почвы определялись ее естественным плодородием. Как только почва переставала обеспечивать растения в достаточной степени земными факторами жизни, ее исключали из обработки и предоставляли действию природных процессов (залежная и переложная системы земледелия).

В интенсивном земледелии все большее значение приобретает трансформационная функция почвы, т. е. ее способность передавать растениям внесенные извне элементы питания и воду. Кроме того, к фитосанитарному состоянию и технологическим свойствам почвы предъявляют повышенные требования. По мере интенсификации земледелия трансформационная функция той или иной почвы, обусловленная природными факторами почвообразования, в ряде случаев оказывается недостаточной. Возникает необходимость улучшения всего комплекса почвенных свойств, расширенного воспроизводства ее плодородия. Возможность такого преобразования почвы заложена в ее природе как возобновляемого природного ресурса. Однако при неправильном использовании почва может утратить плодородие.

Для образования органических веществ помимо углерода, водорода и кислорода, получаемых из диоксида углерода воздуха и воды, растения нуждаются в ряде элементов, которые они получают из почвы. Потребность в элементах питания зависит от вида выращиваемых растений и уровня урожайности. Важнейшими элементами, необходимыми для роста и развития растений, являются азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, сера и др. Они получили название *макроэлементов*; содержание их в растениях колеблется от сотых долей до нескольких процентов.

Растениям также необходимы в крайне незначительных количествах еще ряд элементов – марганец, молибден, бор, медь, кобальт, цинк, йод, селен, фтор и др. Они получили название *микроэлементов*; их содержание в растениях составляет тысячные и менее доли процента.

Рассмотрим кратко роль и значение отдельных элементов питания.

**Азот.** Входит в состав всех белковых веществ, содержится в хлорофилле, нуклеиновых кислотах, фосфатидах и других органических веществах. Основная масса азота почвы сосредоточена в органическом веществе.

Количество азота находится в прямой зависимости от содержания в почве гумуса. Существенным источником накопления азота в почве является биологическая аккумуляция (азотфиксация) его из атмосферы.

Азот доступен растениям главным образом в аммонийной и нитратной формах. Обеспеченность растений азотом зависит от скорости разложения органических веществ. Растения потребляют из почвы азот в больших количествах, поэтому требуется пополнение его из других источников. Существенными источниками пополнения запасов азота являются минеральные и органические удобрения, а также фиксация атмосферного азота микроорганизмами под бобовыми культурами.

**Фосфор.** Находится в почве в органических и минеральных соединениях. В черноземах примерно половина, а в дерново-подзолистых почвах третья его часть связана с органическими веществами.

Такой фосфор доступен растениям лишь после минерализации органического вещества. Минеральные соединения фосфора представлены многими формами, преимущественно слабо растворимыми и труднодоступными для растений фосфатами алюминия, железа, кальция, магния, калия и др. Существует большой разрыв между валовым содержанием фосфора в почве и его количеством, доступным для растений. Например, в дерново-подзолистых и серых лесных почвах общее содержание фосфора ( $P_2O_5$ ) в пахотном слое составляет 0,04–0,12%, или 1,2–3,6 т/га, а количество доступных для растений форм не превышает 100–200 кг/га. Необходимо повышать содержание фосфора

за счет внесения удобрений и перевода неусвояемых форм фосфора в усвояемые.

**Калий.** Осуществляет важные физиологические функции в растениях. Потребляется сельскохозяйственными культурами в больших количествах, особенно картофелем, корнеплодами, многолетними травами, овощными. Содержание калия в почвах высокое, в глинистых почвах оно составляет 2% и более, в легких песчаных почвах его меньше. В почве калий содержится в форме простых солей и в поглощенном состоянии (обменный и необменный). Основным источником калия для растений является обменный калий. Его доступность для растений тем больше, чем выше степень насыщенности им почв.

Необменный калий труднодоступен для растений. Между обменным и необменным калием в почве существует определенное равновесие.

**Кальций, магний, железо, сера и другие макроэлементы.** Они необходимы для растений, так как выполняют важные физиологические функции. Одни из них входят в состав хлорофилла, другие создают благоприятные условия для растений в почве.

**Микроэлементы.** Они выполняют важные физиологические и биохимические функции в жизни растений, животных и человека. Ненормальное (избыточное или недостаточное) содержание микроэлементов в кормах и продуктах питания приводит к нарушению обмена веществ и развитию тяжелых заболеваний у животных и человека.

При недостатке микроэлементов резко снижается урожай растений. Обеспечение достаточного количества элементов питания для растений достигается регулированием питательного режима с учетом бездефицитного баланса питательных веществ. Основную часть элементов питания растения получают из почвы. Запасы питательных веществ в почве возобновляются в результате происходящего в природе круговорота.

Расходная часть питательных веществ в почве складывается из потребления их растениями, потери с поверхностным и нисходящим токами воды, потери с почвой при водной и ветровой эрозий, перехода в газообразную форму и выделения в атмосферу и других процессов.

Источником поступления питательных веществ служат органические и минеральные удобрения, атмосферные осадки, пыль, азот-

фиксация, растительные остатки, приток с поверхностными и грунтовыми водами и т. д.

Одной из задач регулирования расходной части элементов питания является сокращение потерь. Особенно значительны потери азота, которые могут достигать 50%. Значительные потери возможны при развитии всех видов эрозии. К непроизводительным расходам относятся потери за счет потребления питательных веществ сорными растениями.

Потребление питательных веществ сорными растениями обычно достигает больших размеров и может превышать потребление культурными растениями.

В земледелии для регулирования питательного режима нельзя ограничиваться только поддержанием бездефицитного баланса, необходимо также создавать условия для расширенного воспроизводства плодородия почвы.

Это достигается путем введения в севооборот бобовых, промежуточных и сидеральных культур, обеспечивающих пополнение почвы азотом 100–150 кг/га и более.

Специальными приемами обработки почвы можно существенно повысить усвояемость и доступность элементов питания многими культурами. За счет обработки почвы можно значительно уменьшить потери питательных веществ от эрозии. Важнейшим источником пополнения питательных веществ в почве являются удобрения всех видов (органические, минеральные, сидераты, микроудобрения, бактериальные), ликвидация и сокращение их непроизводительных потерь.

Обработка почвы и возделывание растений с глубокой корневой системой позволяют наиболее полно использовать подпахотные слои. Есть растения, способные переводить неусвояемые формы элементов питания в усвояемые. Например, хорошо растворяют фосфаты лютик, горчица, гречиха и др.

В современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия регулирование питательного режима и других режимов жизни растений будет проходить с учетом адаптации технологий возделывания культур к различным уровням интенсификации производства с учетом разных форм хозяйствования.

### ***1.2.5. Воздушный режим и его регулирование***

От воздушного режима почвы в большой степени зависит продуктивность растений. Почвенный воздух, его состав и газообмен между почвой и приземным слоем атмосферы относятся также к земным факторам жизни растений.

В. И. Вернадский подчеркивал, что почва, взятая без газов, не есть почва, и, говоря о значении биохимических процессов в почвах, о значении почвы в области биосферы, мы скрыто указываем на главенствующую роль газов в почвенных процессах.

Газообразная фаза почвы включает почвенный воздух и парообразную влагу. Доля ее в общей массе почвы зависит от типа почвы, ее структуры и физико-механических свойств. Основным компонентом газообразной фазы – почвенный воздух. Он занимает все поры почвы, свободные от воды. Поэтому количество его в почве зависит от пористости и влажности почвы. Оптимальное содержание воздуха в пахотном слое для зерновых культур 15-20%, пропашных – 20-30, многолетних трав – 17-21% от общей пористости.

Чем больше пористость и меньше влажность почвы, тем больше в ней воздуха. Важнейшие факторы воздушного режима почвы - воздухоемкость и воздухопроницаемость.

*Воздухоемкость* - это та часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности. Влажность и пористость почвы постоянно изменяются, поэтому и воздухоемкость - величина переменная.

*Воздухопроницаемость* - способность почвы пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость – неперемное условие для осуществления газообмена между почвой и атмосферным воздухом.

Почвенный воздух по составу существенно отличается от атмосферного. Основные компоненты атмосферного воздуха - азот (78,08–80,24%), кислород (20,90%), аргон (показано вместе с азотом) и диоксид углерода (0,03 %). На долю остальных газов приходится лишь 0,01% объема.

В почвенном воздухе по сравнению с атмосферным меньше кислорода и больше диоксида углерода.

Содержание кислорода и диоксида углерода в почвенном воздухе колеблется в широких пределах. В хорошо аэрируемых верхних горизонтах почв содержание кислорода приближается к содержанию

его в атмосферном воздухе, а в тяжелых почвах с затрудненным газообменом оно может снижаться в десятки и сотни раз, до десятых и даже сотых долей процента. Концентрация диоксида углерода в почвах с плохим газообменом увеличивается в сотни раз по сравнению с содержанием его в атмосфере и достигает 20% и более.

Если в почве содержание диоксида углерода выше 3-5%, а кислорода ниже 10%, наступает угнетение растений.

Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называют *аэрацией*, или газообменом. Газообмен осуществляется через систему воздухоносных пор почвы, сообщающихся между собой и с атмосферой. К факторам, вызывающим газообмен, относятся диффузия, изменение температуры почвы, барометрического давления, количества влаги в почве под влиянием осадков, орошения и испарения, влияние ветра, изменение уровня грунтовых вод.

*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, то под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления кислорода в почву и выделения  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Диффузия – главный и непрерывно действующий фактор газообмена.

Изменение температуры и барометрического давления обуславливает газообмен, так как при этом происходит сжатие или расширение почвенного воздуха.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха. Выпадающие дожди могут обеспечить 6-8% всего газообмена. Газообмен происходит и при испарении воды из почвы, когда на место испарившейся воды поступает равное по объему количество атмосферного воздуха.

Влияние ветра на газообмен зависит от скорости ветра, макро- и микрорельефа, структуры почвы и характера ее обработки. Наибольший газообмен под влиянием ветра происходит на пористых почвах, лишенных растительности.

### 1.3. Законы научного земледелия

Действие и взаимодействие факторов жизни растений в процессе их роста и развития необычайно сложны и многообразны. В течение длительного времени это является предметом изучения биологических и агрономических наук. Результаты большого количества опытов, их обработка и тщательный логический анализ позволили сформулировать ряд законов. В агрономической науке они известны как *законы земледелия*. Эти законы являются теоретической и практической основой растениеводства.

**Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений.** Он гласит, что все факторы жизни растений абсолютно равнозначимы и незаменимы. Согласно этому закону для роста и развития растений должен быть обеспечен приток всех факторов жизни растений – космических и земных. Растение может нуждаться как в больших, так и в ничтожно малых количествах факторов, однако отсутствие любого из них ведет к резкому снижению урожая и даже гибели растений. В этом проявляется *абсолютный характер закона*.

Ни один фактор нельзя заменить другим. Например, недостаток фосфора нельзя заменить избытком азота, а ограниченное поступление света восполнить лучшим обеспечением растений водой и т.д.

На практике получить максимально высокий урожай можно только при бесперебойном снабжении растений всеми факторами в оптимальном количестве. Однако в конкретных условиях производства закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений приобретает *относительное значение* вследствие неодинаковых затрат на обеспечение растений разными факторами. Это связано как с абсолютной потребностью растений в факторе, так и с его наличием в данной почве, в данном регионе, с материально-техническими возможностями производства и т. д.

Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений подчеркивает материальность земледельческого производства, не позволяет надеяться на «чудодейственные» рецепты получения урожая без материальных затрат или затрат в «гомеопатических дозах».

**Закон, минимума.** Он утверждает, что величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме.

Впервые этот закон сформулировал Ю. Либих. Он считал, что рост урожая прямо пропорционален увеличению количества фактора, находящегося в минимуме.

Для наглядной демонстрации закона минимума использовали так называемую «бочку Добенека», клепки которой условно обозначают отдельные факторы жизни растений. Они неодинаковы по высоте, каждая соответствует наличию определенного фактора.

Фактический урожай определяется высотой самой низкой клепки, т. е. количеством фактора, находящегося в минимуме. Если заменить данную клепку, то уровень воды в бочке (урожай растений) будет определять другая клепка, которая при изменившихся условиях окажется минимальной по высоте.

Кажущаяся простота и очевидность действия закона минимума, однако, требуют уточнения. Некоторые исследователи выявили относительный характер этого закона. А. Майер показал, что закон минимума необходимо принимать с учетом действия не только питательных веществ растений, но и всей совокупности факторов жизни. Э. Вольни распространил закон минимума и на качество урожая, установив зависимость действия отдельного фактора от всей совокупности других факторов. Ю. Либих был вынужден признать понижающийся эффект каждого увеличения отдельно взятого фактора.

**Закон минимума, оптимума, максимума.** Для демонстрации закона минимума, оптимума и максимума широко используют данные опыта, проведенного Гельригелем и неоднократно подтвержденного другими исследователями.

В этом опыте растения ячменя выращивали в стеклянных сосудах, заполненных одной и той же плодородной почвой. Все условия выращивания растений, кроме влажности почвы в сосудах, были одинаковыми. Влажность почвы определяли по полной влагоемкости, которая соответствовала уровню влажности 100%. В каждом из 8 сосудов влажность была различной и составляла 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 и 100%.

После окончания опыта урожайность в зависимости от влажности почвы распределялась следующим образом:

Влажность почвы, % ПВ	5	10	20	30	40	60	80	100
Урожайность, мг сухого вещества на сосуд	1	63	146	176	217	227	197	0

Как следует из данных, полученных в опыте Гельригеля, максимальный урожай ячменя соответствует оптимальной влажности почвы в сосуде (60% ПВ). Минимум и максимум фактора (количества влаги) не обеспечили получение урожая. Если рассчитать разницу в увеличении урожая на каждую последующую градацию влажности и отнести ее к единице влажности, то в опыте получаем прогрессивное уменьшение прибавки урожая от каждой последовательной прибавки влажности при соблюдении в неизменности всех других условий опыта. Указанное относительное снижение эффекта было принято за закон (закон Тюнена), которому якобы подчиняются все мероприятия в сельскохозяйственном производстве.

Анализ данных опыта Гельригеля, проведенный В. Р. Вильямсом, показал, что приведенная закономерность отражает лишь частный случай. В опыте Гельригеля не соблюдено условие единственного логического различия - важнейшего требования агрономического эксперимента. При разной влажности почвы условия питания растений, накопление и потребление из почвы минеральных веществ были неодинаковыми. Условия влажности неразрывно связаны с состоянием окислительно-восстановительных условий в почве, а, следовательно, существенно влияют на биохимические процессы в почве.

Опыт Гельригеля не достоверен по существу, а выводы из него ошибочны. Это подтверждают данные и другого известного опыта Э. Вольни. В нем условия такие же, как и в опыте Гельригеля, с той лишь разницей, что почва получала удобрение, не поддающееся восстановлению в условиях анаэробнозиса. Результаты опыта представлены следующими показателями:

Влажность почвы, % ПВ	10	20	40	60	80	100
Урожайность, мг/сосуд	13	35	112	212	122	32
Разница между последующим и предыдущим показателями, мг/сосуд	22	77	100	-90	-90	
Разница на градацию влажности (%), мг/сосуд	22	39	50	-45	-45	

Полученные экспериментальные данные отражают совершенно иное направление кривой урожаев в опыте по сравнению с кривой Гельригеля. Увеличение влажности почвы в опыте вызывает не прогрессивное уменьшение прибавки урожая, а, наоборот, прогрессивное увеличение на единицу увеличивающейся влажности.

Опыт Э. Вольни, по мнению В. Р. Вильямса, также имел методические упущения. В дальнейшем Э. Вольни предпринял новую попытку разобраться в сложном взаимодействии факторов жизни растений.

В новом, многофакторном опыте яровую рожь выращивали в трех рядах стеклянных сосудов. В ряду было четыре сосуда, в трех сосудах каждого ряда находилась не удобренная почва с изменяющейся влажностью – 20, 40 и 60% ПВ, В четвертом *сосуде* в почву (влажность 60 % ПВ) добавляли полное удобрение, по количеству и формам достаточное для получения очень высокого урожая. Освещение каждого из трех рядов сосудов было различным.

Кривая урожайности ржи имеет двоякое направление. В сосудах с неудобренной почвой по мере увеличения влажности от 20 до 60 % ПВ рост урожайности примерно такой же, как в опыте Гельригеля. Удобрение обусловило резкое повышение урожайности в сосудах с 60%-ной влажностью почвы.

По мере введения в опыт нового фактора – освещения – эффективность удобрения прогрессивно возрастает. Если соединить на графике урожайность всех вариантов с удобрениями при разном освещении, то общая кривая при взаимодействии трех факторов (влажности, удобрения и освещенности) отражает значительное увеличение урожайности по мере включения в систему новых факторов. Закон Тюнена в данном опыте не получил никакого подтверждения.

**Закон совокупного действия факторов жизни растений.** Все факторы жизни растений действуют совокупно, т. е. взаимодействуют в процессе роста и развития растений. Либшер и Люндегорд показали, что в связи с законом совокупного действия факторов действие отдельного фактора, находящегося в минимуме, тем интенсивнее, чем больше других факторов находится в оптимуме.

Люндегорд установил также «интерференцию» факторов, находящихся в минимуме, совмещение их отрицательного действия на рост и развитие растений. Ряд исследователей, руководствуясь законом совокупного действия факторов, пытались в математической форме установить зависимость урожая от факторов жизни растений. Наибольших успехов в этом направлении достиг Э. Митчерлих.

Закон действия факторов жизни растений, по Э. Митчерлиху, гласит, что прибавка урожая зависит от каждого фактора роста и его

интенсивности, она пропорциональна разнице между возможным максимальным и действительно полученным урожаем. Он попытался математически выразить зависимость прибавки урожая от удобрения почвы.

Э. Митчерлих экспериментально вывел следующие коэффициенты использования отдельных факторов жизни: N - 0,2, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,6, K<sub>2</sub>O - 0,4, Mg - 2,0 на 1 мм осадков.

Последующими исследованиями было установлено, что формула Э. Митчерлиха не универсальна, так как сложные биологические процессы создания урожая не описываются математическими формулами. Тренель вскоре показал, что она, кроме того, неверна и математически.

Несмотря на трудности математического выражения закона совокупного действия факторов, закон этот имеет огромное значение для практики земледелия. В этой связи В. Р. Вильяме указывал, что прогресс возможен лишь, когда наше воздействие на условия, в которых протекает это сложное производство, направлено одновременно на весь их комплекс. Этот комплекс условий представляет одно органическое целое, все элементы которого неразрывно связаны. Воздействие на один из этих элементов неминуемо влечет за собой необходимость воздействия и на все остальное.

**Закон возврата.** Вещество и энергия, отчужденные из почвы с урожаем, должны быть компенсированы (возвращены в почву) с определенной степенью превышения. Этот закон был открыт Ю. Либихом.

К. А. Тимирязев и Д. Н. Прянишников считали этот закон одним из величайших приобретений науки.

Земледелие как отрасль производства материально по своей природе. Урожай как материальная субстанция создается из материальных составных частей, определенная часть его – за счет веществ и энергии, получаемых растениями из почвы. Кроме того, почва – посредник растений в обеспечении их факторами жизни, среда их произрастания.

При систематическом отчуждении урожая с полей без компенсации использованных им составных частей почвы и энергии почва разрушается, теряет плодородие.

При компенсации выноса веществ и энергии из почвы последняя сохраняет свое плодородие; при компенсации веществ и энергии с определенной степенью превышения происходит улучшение почвы, расширенное воспроизводство ее плодородия.

Закон возврата – научная основа воспроизводства почвенного плодородия, частный случай проявления всеобщего закона сохранения веществ и энергии.

Действие законов проявляется и учитывается в научно обоснованных системах земледелия. В настоящее время разрабатывают и осваивают адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Адаптивно-ландшафтной системой земледелия считается система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленных количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия. Освоение систем земледелия будет сопровождаться освоением технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Технологии должны быть адаптированы к природным условиям, различным уровням интенсификации производства, формам хозяйствования и т. д.

Методология формирования технологий должна базироваться на законах земледелия. В различных почвенно-климатических условиях при разных специализации и уровне интенсификации производства, руководствуясь законом минимума, находят и устраняют факторы, лимитирующие урожайность культуры и качество продукции. Значимость тех или иных факторов проявляется по мере интенсификации производства; с устранением одних повышается роль других. При постоянном отчуждении урожая с поля возникает необходимость возврата питательных веществ. При компенсации выноса веществ по закону возврата можно создавать условия для улучшения почвы, ее расширенного воспроизводства, когда возврат веществ превышает вынос.

**Соблюдение и выполнение законов земледелия.** Действие законов основано на методологии использования системного метода. Ценность системного метода заключается в том, что он позволяет направленно влиять на процессы формирования урожая и плодородие

почвы. При этом создается возможность быстро находить технологические решения, исключая одностороннее необоснованное увлечение какими-либо отдельными приемами. Еще К.А. Тимирязев отмечал, что одностороннее увлечение какой-либо идеей, точкой зрения нигде не может принести большего вреда, чем в земледелии. Для того чтобы принимаемые решения были близки к оптимальным, необходимо иметь достаточно достоверные представления о всех возможных прямых и косвенных, близких и отдаленных факторах, связанных с урожайностью культур и качеством продукции, плодородием почвы, экологическими последствиями и охраной окружающей среды.

В практике сельскохозяйственного производства достаточно примеров в области земледелия, когда при несоблюдении и нарушении законов земледелия не получали положительных результатов. К ним следует отнести необоснованную мелиорацию, химизацию, интенсивные технологии, реформирование АПК. Взятые без учета взаимных, системных связей факторы и приемы казались вполне обоснованными, крайне необходимыми, экологически оправданными, а в итоге часто приводили к отрицательным результатам функционирования сельскохозяйственного производства.

Кроме того, необходимо учитывать, что состояние сельского хозяйства оказывает огромное влияние на все стороны жизни общества и страны в целом. Следует напомнить о продовольственной независимости и о самообеспечении продуктами питания.

Законы земледелия проявляются в условиях производства во всеобщем законе сохранения вещества и энергии, в системе человек – природа. Попытки решить вопросы без научного обоснования, обойти или игнорировать объективные экономические и природные *законы* всегда заканчивались неудачно.

## Глава 2. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

### 2.1. Понятие о сорняках и засорителях

Возделывание в сельскохозяйственном производстве различных культурных растений всегда сопровождается появлением в их посевах многих нежелательных сорных растений. Они оказывают на сельскохозяйственные культуры разностороннее негативное влияние. Поэтому с момента зарождения земледелия человек всегда стремился избавиться от сорняков, используя все доступные ему средства. Под *сорняками* следует понимать дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и (или) качество продукции.

Необходимо четко понимать, что целесообразность борьбы с сорными растениями возникает лишь в ситуациях, когда их произрастание в посевах может снизить урожай культуры и (или) ухудшить качество получаемой продукции.

Нередко в посевах возделываемой культуры встречаются растения другой культуры или другого сорта той же культуры, весьма нежелательные на данном поле. Так, встречающиеся в посевах озимой пшеницы растения озимой ржи снижают качество получаемого зерна. В присутствии, например, в посевах яровой пшеницы растений этой культуры другого сорта делает невозможным использование получаемого зерна на семеноводческие цели. Иногда посевы яровых культур бывают сильно засорены с весны появившимися всходами падалицы подсолнечника, образовавшимися из перезимовавших в почве семян.

Такие растения, относящиеся к культурным видам, но не возделываемые на данном поле и засоряющие посевы основной культуры, называются *засорителями*.

Флористический состав сорных растений на сельскохозяйственных угодьях России включает свыше 1100 видов. Однако значение каждого из этих видов по вредности для культур весьма неоднозначно и сильно варьирует по природным зонам и от уровня интенсификации земледелия.

Из названного числа в посевах культур одной сельскохозяйственной зоны количество особо вредоносных сорняков уменьшается до 80–100 видов, конкретный флористический состав которых опре-

деляется историческими и природными условиями зоны и традиционной технологией возделываемых культур. В посевах же одной культуры на отдельном поле число опасных сорняков обычно не превышает 10–15 видов, состав которых зависит как от экологических условий, так и от вида культуры и ее агротехники.

Поэтому предполагаемые меры борьбы с сорными растениями должны строиться не на общих понятиях, а на конкретных значениях видового и количественного обилия сорняков, на детальном знании их биологических особенностей и экологических предпочтений.

## **2.2. Вред, причиняемый сорняками**

Сорные растения наносят сельскохозяйственному производству значительный ущерб. Они вредят прежде всего различным культурам, посевам которых засоряют.

Негативное влияние сорняков на культурные растения может быть прямым и косвенным. Прямое влияние сорняков заключается в том, что они непосредственно ухудшают условия жизни культурных растений, перехватывая у них прежде всего влагу, элементы минерального питания и свет.

Многие сорные растения (редька дикая, пикульник заметный, овсюг, амброзия полыннолистная, василек синий, ромашка непахучая) в определенные периоды вегетации расходуют влаги в 1,5–2 раза больше, чем культурные растения. Поэтому на засоренных полях влажность почвы в корнеобитаемом слое понижается на 2–5%. Даже в Нечерноземной зоне, характеризующейся достаточным увлажнением, эта величина реально приобретает опасное значение для посевов. Опасность заключается в том, что здесь периодически, один раз в 2–3 года, отмечается почвенная засуха, хотя она и различается по продолжительности и величине дефицита влаги.

У некоторых сорных растений корневая система развивается быстрее и глубже проникает в почву, чем у культурных растений. Например, корни овсюга достигают глубины 2 м, донника желтого – 5,5, а корни бодяка полевого на третий год жизни – 7 м. В результате, извлекая остатки доступной влаги, сорняки понижают влажность почвы в корнеобитаемом слое до критического уровня, на что культурные растения реагируют депрессией роста и развития.

Помимо влаги сорняки извлекают из почвы и большое количество различных элементов, ухудшая минеральное питание культурных растений.

Как следует из таблицы 1, сорняки нередко выносят из почвы больше азота, фосфора и калия, чем культуры с достаточно высоким урожаем. Более того, как показали исследования ВИУА, коэффициент использования азота из вносимых минеральных удобрений ромашкой непахучей, редьки дикой, марью белой на 5–12 % выше, чем у пшеницы.

*Таблица 1*

Вынос азота, фосфора и калия культурными и сорными растениями

Растение	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Всего	Урожайность, т/га
Озимая рожь	85	40	78	203	3,0
Картофель	80	40	120	240	20,0
Озимая пшеница	75	52	82	209	3,0
Яровая пшеница	60	24	84	168	3,0
Амброзия	135	40	157	332	5,4
Пырей	46	32	69	147	6,0
Бодяк	137	31	117	285	5,7
Осот	67	29	160	256	4,3
Хвощ	280	92	278	650	8,4

В начале вегетационного периода многие сорняки опережают в росте культурные растения и сильно их затеняют. Так, сорняки снижают освещенность посевов ячменя и картофеля соответственно на 17,7 и 23,0 % по сравнению с посевами, где сорняки были удалены. Особенно страдают от затенения сорняками посевы льна, проса, кукурузы, сахарной свеклы, которые медленно развиваются в начальные периоды роста. Кроме того, сильное затенение посевов приводит к ослаблению механической прочности приземной части стеблей культурных растений и вызывает полегание зерновых хлебов, проса, кукурузы и др.

Некоторые сорняки оказывают механическое воздействие на растения культуры. Вьющиеся и тонкостебельные сорняки (горец вьющийся, подмаренник цепкий, вьюнок полевой) оказывают физическое давление на вегетативные органы культуры и вызывают полегание посевов. Ряд сорняков, развивающих в куртинах мощную надземную массу, механически давят на культурные растения и от-

клоняют их в сторону, подавляя рост растений и вызывая изреживание посевов (марь белая, василек синий, полынь горькая, мать-и-мачеха и др.).

Паразитные и полупаразитные сорняки присасываются с помощью гаусторий к стеблям или корням растений и извлекают из них воду, минеральные и пластические вещества. Особенно опасны повилики, паразитирующие на многих культурах (клевер, люцерна, лен, свекла и др.), и заразики, поражающие около 100 видов растений (подсолнечник, конопля, томат, табак и др.).

Весьма разнообразно и косвенное негативное влияние сорняков на культурные растения. При затенении посевов сорняками температура почвы снижается на 1–4 °С. Это ослабляет активность микробиологических процессов в почве и биохимических в растениях, что ухудшает условия жизнедеятельности культурных растений.

Многие сорные растения служат резерваторами болезней и вредителей, благоприятствуют их развитию, а затем и массовому поражению ими посевов. Такие сорняки, как горчица полевая, редька, дикая, пастушья сумка, сурепка обыкновенная, являются резерватами грибных заболеваний (капустной килой, белой плесенью, мучнистой росой) культур из семейства крестоцветных. Щетинник сизый, марь белая, паслен черный, василек синий, бодяк полевой служат резерваторами корневой гнили пшеницы, мозаики злаковых культур, вирусных заболеваний картофеля. Источником инвазии картофеля стеблевой нематодой нередко являются ромашка непахучая, паслен черный, ширица запрокинутая, лебеда раскидистая, одуванчик обыкновенный и др. Резерваторами вредной черепашки служат пырей ползучий, мятлик луговой, кострец безостый; озимой совки – марь белая, вьюнок полевой, паслен черный; свекловичного долгоносика – бодяк полевой, чертополох курчавый, горец вьющийся и др.

Косвенная отрицательная роль сорняков выражается и в том, что они существенно осложняют производственную и организационную деятельность сельскохозяйственных предприятий.

На засоренных полях сильно осложняются работы по уборке урожая. Посевы зерновых при этом нередко полегают, а поступающая на тока и зернопункты бункерная масса имеет повышенную - влажность и нередко содержит свыше 20–30 % посторонних растительных примесей (сырые части сорняков, их соцветий, плодов и т. д.). Это

приводит к увеличению затрат как на транспортировку бункерной массы, так и на ее дополнительную очистку и просушивание.

В зависимости от уровня засоренности посевов затраты на обработку почвы таких полей в Нечерноземной зоне могут возрастать на 30-50%.

Выпас скота на пастбищах, засоренных чистотелом большим, болиголовом пятнистым, зверобоем продырявленным, звездчаткой злачной, лютиком едким, хвощем полевым, повилками, вызывает заболевание или даже падеж животных. При поедании коровами кормов, содержащих полынь горькую, пижму обыкновенную, ярутку полевую, лук круглый, получают молоко со специфическим, неприятным вкусом. Зерно пшеницы, содержащее примеси семян куколя обыкновенного, плевела опьяняющего, клоповника мусорного, белены черной, непригодно как для выпечки хлеба, так и для скармливания скоту.

С засоренных полей зерно хлебных злаков получают невыполненным и с плохими хлебопекарными качествами. Его натура снижается на 8–11 г, стекловидность – на 0,5–3,3 %, а содержание протеина – на 0,6–2,0 % по сравнению с полями, обработанными гербицидами. На засоренных полях у картофеля, свеклы и моркови больше образуется мелких клубней и корнеплодов; содержание в них сухих веществ снижается на 0,1–0,6 %, а аскорбиновой кислоты – на 0,3–0,5 мг на 100 г сырья.

Особенно ощутим ущерб от сорняков, который они наносят земледелию в результате снижения урожаев сельскохозяйственных культур. Так, общие ежегодные потери растениеводческой продукции в мире от вредителей, болезней и сорняков достигают около 35 % потенциального урожая, а в России они составляют в среднем 26%.

### **2.3. Биологические особенности сорных растений**

Широкому и быстрому распространению сорных растений способствует их высокая семенная продуктивность. Если в посевах одно растение озимой ржи способно образовать 120–200 зерен, льна-долгунца – 60–100 семян, то одно растение костра ржаного может дать, 1420 семян, василька синего – 6820, осота полевого – 19 тыс., ромашки непахучей – 54 тыс., мари белой - 100 тыс., дескурении Софии – 730 тыс., а щирицы белой – до 2 млн. семян.

Многие из попавших в почву плодов сорняков оказываются в неблагоприятных условиях и погибают. Значительная же часть из оставшихся плодов способна сохранять жизнеспособность в почве длительное время и этим обуславливает засорение посевов последующих культур на несколько лет вперед.

Распространение семян и плодов сорняков осуществляется или с помощью специальных приспособлений у растений – *автохорно*, или же с помощью различных агентов – *аллохорно*.

У автохорных растений дисперсия семенных зачатков происходит с помощью различных приспособлений, приводимых в действие механическими силами. Так, у горчицы полевой, капусты полевой, редьки дикой, желтушника левкойного, ромашки непахучей семена и плоды рассеиваются вокруг материнских растений под действием силы тяжести – *автобарохорно*.

Механическое разбрасывание семян, обуславливаемое возникающим напряжением в высыхающих покровных тканях плодов, наблюдается у аистника цикутного, фиалки полевой, горошка узколистного и других сорняков.

Многие сорняки имеют плоды в виде коробочки, которые при созревании в них семян открываются зубчиками (куколь обыкновенный, дрема белая, торица полевая), дырочками (мак-самосейка, колокольчик реповидный), крышечкой (белена черная, очный цвет) и т. д. При колебании растений, вызываемом порывами ветра, семена из коробочек рассеиваются вокруг растения.

С помощью ветра – *анемохорно* – распространяются семена одуванчика лекарственного, бодяка полевого, крестовника обыкновенного, мелколепестника канадского и многих других сорняков из семейства сложноцветных. Они снабжены перистыми летучками, благодаря которым могут переноситься на окружающие поля и дальние территории даже при слабом ветре.

Растения некоторых сорняков сильно ветвятся и к концу вегетации приобретают форму шарообразного куста – «перекати-поле». При порывах ветра высохший стебель обламывается у основания и растения легко перекатываются на дальние расстояния, рассеивая при этом семена (солянка русская, щирица белая, дескурения Софии, клоповник мусорный, качим постенный и др.).

Семена и ягоды многих сорных растений распространяются с помощью животных, птиц, насекомых, т. е. *зоохорно*.

Плоды или соцветия липучки ежевидной, дурмана обыкновенного, подмаренника цепкого, череды трехраздельной, лопуха большого имеют специальные выросты в виде якорьков, крючочков, зазубренных шипиков, щитинок, остей и т. д., с помощью которых они цепляются к шерсти животных, одежде человека, перьям птиц и переносятся на соседние поля и на новые местообитания.

Распространению (диссеминации) сорняков способствуют и некоторые насекомые. Муравьи переносят в свои жилища плоды фиалки полевой, чистотела большого, которые они используют в пищу, а красные клопы растаскивают семена конопли сорной.

Плоды и семена некоторых сорных растений достаточно успешно переносятся водой – *гидрохорно*. Чем медленнее смачиваются и погружаются в воду семена, тем у них больше возможности распространяться водой. Потоки весенних и дождевых вод переносят в пониженные элементы рельефа поля семена метлы полевой, костра полевого, василька синего, живокости полевой, мари белой, ситника жабьего и других сорняков, где образуются их сплошные заросли.

Распространению многих видов сорняков содействует человек в процессе повседневной сельскохозяйственной деятельности. Семена и плоды многих сорняков широко распространяются с недостаточно тщательно очищенным посевным зерном и посадочным материалом. Много семян и плодов разных сорняков разносится с почвой, сохраняемой на клубнях картофеля и корнеплодах свеклы, на корнях рассады овощных и саженцев садовых культур. Так периодически из южных районов страны в хозяйства Нечерноземной зоны заносятся щирица жминда, галинсога мелкоцветная, портулак огородный, амброзия полыннолистная, горчак ползучий и др.

#### **2.4. Биологические свойства семян**

**Покой семян.** Свежеосыпавшиеся на почву семена сорных растений сразу все никогда не прорастают. Это обусловлено пребыванием их в состоянии естественного или вынужденного покоя.

*Естественный* (глубокий или физиологический) *покой* осыпавшихся семян и плодов может определяться незавершенностью в них физиолого-биохимических процессов (борщевик обыкновенный,

подмаренник цепкий, пастушья сумка, горошек четырехсемянный и др.); наличием непроницаемых для воды и воздуха покровных тканей (донник белый, горец шероховатый, пикульник заметный, редька дикая, чистец однолетний, вьюнок полевой, синяк обыкновенный, свербига восточная, горец вьющийся и др.); содержанием в покровных тканях ингибиторов, задерживающих их прорастание (горчица белая, горчица полевая, фиалка полевая, овсюг, белена черная, мелколепестник канадский, одуванчик обыкновенный, мак-самосейка, коровяк мохнатый, подорожник большой, кардия крупновидная, паслен черный и др.).

*Вынужденный* (вторичный или экологический) *покой* у семян и плодов обычно вызывается отсутствием благоприятного сочетания внешних экологических факторов, которое способствует их прорастанию (недостаток влаги, избыток тепла, отсутствие света, наличие растительных ингибиторов, продуцируемых другими видами, и т. д.).

В отличие от культурных растений, семена которых должны обладать высокой дружностью прорастания, семена сорняков имеют очень растянутый период прорастания.

Растянutosть периода всхожести сохраняется и у семян сорняков, постоянно пребывающих в почве. В Нечерноземной зоне появление всходов из семян подмаренника цепкого, щирицы запрокинутой, бодяка полевого, осота полевого продолжается в течение двух лет, у горца шероховатого и торицы полевой – 5-6 лет, у редьки дикой, горца вьющегося, пикульника обыкновенного, мари белой, ярутки полевой, дымянки лекарственной – свыше 10 лет.

**Долговечность.** Семена большинства культурных растений сохраняют жизнеспособность обычно не более 4–7 лет и при условии хранения их в помещениях в оптимальных условиях. Семена же и плоды многих сорняков не теряют жизнеспособности даже после многих лет пребывания в почве.

О необычной долговечности семян сорняков свидетельствуют данные опыта, заложенного У. Биллом еще в 1879 г. в Мичиганском Колледже (США). Установлено, что семена звездчатки средней, горчицы полевой, пастушьей сумки, щирицы запрокинутой, донника желтого сохраняли жизнеспособность после 30-летнего погребения в почве, а семена вьюнка полевого, щавеля курчавого, горчицы черной в этих условиях не теряли всхожести даже через 50 лет.

**Разноплодие.** У некоторых видов сорняков семена или плоды, сформировавшиеся в одном соцветии, различаются по морфологическим и физиологическим признакам (*разноплодие*, или *гетерокарпия*). Это увеличивает возможности вида закрепляться на осваиваемой территории и внедряться в новые агрофитоценозы.

Так, у мари белой образуются семена трех видов: крупные, плоские, зеленовато-коричневые светлых тонов, прорастают осенью в год образования; средние по размеру, округло-выпуклые, с тонкой оболочкой, зеленовато-черные, прорастают на второй год; очень мелкие, округло-овальные, густо-черные, прорастают обычно на третий год и позднее.

В метелке овсяга на концах веточек формируются колоски с разнотипными по биологическим признакам зерновками. В верхней части колоска образуются мелкие тем неокрашенные зерновки, легко осыпающиеся, период их покоя до 16–22 мес. Они образуют всходы с глубины не более 10–12 см, а растения по ритмике развития схожи с поздними яровыми. Зерновки из нижней части колоска самые крупные, светлоокрашенные, осыпаются позднее и поэтому засоряют посевной материал культуры. Период покоя этих зерновок около двух-трех месяцев, по окончании которого они в благоприятных условиях дружно всходят, давая проростки с глубины 18–25 см, и развиваются как раннеспелые растения. В средней части метелки формируются зерновки промежуточные по морфологическим и биологическим признакам.

У сорняков из семейства астровых (сложноцветных) (крестовник весенний, козлобородник большой и др.) семена, формирующиеся у центра соцветия (корзинки), имеют менее короткий период покоя, чем расположенные у края.

**Разновременное созревание семян и плодов.** В процессе естественного отбора у малолетних сорняков сформировалась способность заканчивать жизненный цикл несколько раньше, чем у культурных растений. Это приводит к тому, что уже заблаговременно (до оптимального срока уборки культуры) значительная доля образовавшихся на растениях сорняков семян осыпается на почву. Кроме того, исключается возможность непосредственно удалить эти семена с поля, как это легко удастся с семенами сорняков, которые попадают, например, в бункер комбайна при обмолоте зерновых культур.

Так, в посевах озимых хлебов за полторы-две недели до их обмолаота полностью отмирают растения редьки дикой, пастушьей сумки, ярутки полевой, дивалы однолетней, торичника красного, и большая доля их семян попадает в почву. Несколькими днями позднее начинают осыпаться на почву уже созревшие на отдельных веточках семена ромашки непахучей, василька синего, живокости полевой, костра ржаного, метлы полевой и др.

**Прорастание семян и плодов сорных растений.** Оно определяется рядом внешних условий, из которых рассмотрим лишь некоторые.

Свежеосыпавшиеся в период уборки культуры семена сорняков прорастают весьма слабо, и их всхожесть в осенний период обычно не превышает 3–8 %. После осенне-зимнего и более длительного пребывания в почве в результате физиологического дозревания и увеличения проницаемости нарушенных покровных тканей всхожесть семян с весны значительно повышается.

Прорастание семян в решающей степени определяется их требованием к обеспеченности влагой и теплом. Такие сорняки, как щетинник зеленый, ежовник петушье просо, щирица запрокинутая, чистец однолетний хорошо прорастают при влажности почвы 12–15%, тогда как для прорастания семян метлы полевой она должна составлять не менее 30 %.

Семена многих сорняков достаточно хорошо прорастают при температуре почвы свыше 3–7 °С (мокрица-звездчатка, редька дикая, торица полевая, овсюг, марь белая, ярутка полевая, ромашка непахучая и др.), тогда как семена щетинника сизого, проса рисового, щирицы жминдовидной, солянки русской (курай) и ряда других видов, засоряющих поздние культуры, способны прорасти при температуре почвы свыше 18–20 °С.

Уровень засоренности посевов определяется не только и не столько жизнеспособностью семян сорняков почвенного банка, сколько числом их появившихся всходов. Семена и плоды большинства сорняков лучше всего прорастают в почве с глубины не более 5 см. С глубины, в 2 раза большей, прорастают гречиха татарская, горошек мышинный, кострец ржаной, дурнишник игольчатый, подсолнечник сорный, а семянки овсюга способны прорасти и образовывать полноценные всходы даже с глубины 20–25 см. С увеличением глубины расположения в почве всхожесть семян неуклонно снижает-

ся, а образовавшиеся из них проростки не достигают поверхности и погибают.

## 2.5. Классификация сорных растений

В посевах Нечерноземной зоны встречается около 400 видов сорняков, из них около 70 видов причиняют реальный и существенный вред культурам.

Несмотря на разнообразие видов, многие сорняки сходны между собой по времени появления всходов, по ритмике роста и развития, продолжительности жизни и вегетации, способам размножения, требованиям к физическому состоянию (обработке) почвы, потребностям в обеспеченности водой, элементам минеральной пищи и другим биологическим особенностям.

По способу питания сорные растения делятся на непаразитные (прил. 1) и паразитные (прил. 2).

Сорные растения различных видов на основе сходства по биологии классифицируются на следующие биологические группы (табл. 2).

Все сорные растения с зелеными листьями, способные к фотосинтезу, усвоению воды и минеральных элементов из почвы, по продолжительности жизни и способам размножения подразделяют на два отдела: малолетние и многолетние.

Таблица 2

Классификация сорняков

Непаразитные		Паразитные	
малолетние	многолетние	полные паразиты	полупаразиты
1. Эфемерные 2. Яровые ранние 3. Яровые поздние 4. Зимующие 5. Озимые 6. Двулетние	А. Размножаются преимущественно семенами и в меньшей степени вегетативно 1. Мочковатокорневые 2. Стержнекорневые Б. Размножаются главным образом вегетативным способом, а семенное размножение ограничено 1. Луковичные и клубневые 2. Ползучие 3. Корневищные 4. Корнеотпрысковые	1. Стеблевые 2. Корневые	1. Корневые

**Малолетние** сорняки имеют период жизни не более двух лет. После плодоношения все растение вместе с корневой системой отмирает. Поэтому они размножаются только семенами. В этот отдел входят сорняки, различающиеся как по продолжительности вегетации, так и по местообитанию в посевах.

Некоторые сорняки, как звездочка-мокрица, плодоносят через полтора-два месяца от начала вегетации. За одно лето они способны дать несколько поколений. поэтому их называют *эфемерами*.

Многие сорняки, засоряющие посевы яровых культур, по фазам развития сходны с основной культурой. Одни из них (горчица полевая, торица полевая, овсюг) обсеменяются до уборки, а другие (марь белая, горец шероховатый, пикульник заметный) рассеивают семена при уборке культуры. Такие сорняки называются *ранние яровые*, так как они засоряют преимущественно культуры раннего срока сева (овес, ячмень, лен и т. п.).

Такие сорняки, как щетинник сизый, куриное просо, щирица запрокинутая, засоряют преимущественно поздно высеваемые культуры (сахарная свекла, кукуруза, картофель, просо, гречиха и т. п.). Они относятся к группе *поздних яровых сорняков*, для прорастания семян которых необходима температура почвы не ниже 16-18 ° и хорошая освещенность растений в первые недели после всходов. в посевах зерновых эти сорняки из-за неблагоприятных условий поздно развиваются и обычно не дают семян. После уборки они продолжают развитие в жнивье и через две-четыре недели обильно плодоносят.

Многие сорные растения (пастушья сумка, ярутка полевая, василек синий, фиалка полевая) начинают развитие с осени. Появившиеся всходы формируют розетку с прилегающими к земле листьями и хорошо развитую в пахотном слое корневую систему, что обеспечивает их хорошую перезимовку. С началом весенней вегетации они быстро развиваются и еще до выхода озимых в трубку зацветают, образуя семена в первой половине лета. Очень часто их всходы появляются в посевах яровых культур. Тогда эти сорняки развиваются так же, как яровые растения, и плодоносят ко времени уборки культуры. Ввиду двойственности в характере развития эти сорняки называют *зимующими*.

Весенние всходы некоторых сорняков (метлица полевая, костер полевой и др.) в течение всего лета кустятся и образуют вегетативную

массу, но не способны развить плодоносящие побеги. Большинство их всходов появляется осенью. После перезимовки они продолжают развитие, к уборке культуры обсеменяются и затем отмирают. Такие сорняки развиваются, как озимые культуры, поэтому их называют *озимыми*. Они способны засорять только озимые хлеба и многолетние травы.

У таких сорняков, как чертополох курчавый, донник желтый, белена черная, в первый год жизни образуется плотная розетка с глубоким стержневым корнем. на следующий год перезимовавшие растения выбрасывают стрелку и после плодоношения отмирают вместе с корнем – это *двулетние* сорняки.

Сорняки, относящиеся к малолетникам, размножаются плодами и семенами и за время жизни плодоносят только раз, поэтому их называют *монокарпиками*.

Есть сорняки, у которых ежегодно весной от сохранившейся в почве корневой системы отрастают новые растения, которые образуют к концу лета органы вегетативного возобновления и семена. Осенью после плодоношения растение отмирает, а весной весь цикл повторяется заново. Следовательно эти сорняки живут несколько лет, и их называют **многолетниками**. Но поскольку они способны ежегодно плодоносить, то их называют еще *поликарпиками*. Органы вегетативного возобновления у них представлены в виде корней размножения, корневых отпрысков, корневищ, луковиц, клубеньков, наземных плетей и т. п., от которых даже за один летний период образуется по несколько штук или даже десятков дочерних растений.

В зависимости от выраженности семенного им вегетативного размножения различают несколько групп многолетних сорняков. У таких сорняков, как одуванчик обыкновенный, цикорий дикий, полынь горькая, корневая система слагается из проникающего в подпахотные слои главного стержневого корня и большого количества покрывающих его мелких боковых корешков. При поверхностном повреждении корневой системы почвообрабатывающими орудиями или после перезимовки образование новых растений происходит из придаточных почек, расположенных в верхней части главного корня на корневой шейке. Нередко главный корень расщепляется в вертикальном направлении на две-три части, каждая из которых дает начало новому растению. При глубоком подрезании плугом отрастания рас-

тений от корневой системы уже не наблюдается. Сорные растения этой группы называют *стержнекорневыми*.

Некоторые сорняки (подорожник большой, лютик едкий) имеют систему хорошо развитых и многочисленных придаточных корней. В почве от основания стебля они расходятся в виде густой кисти, образуя плотную мочку корней. Это группа *мочковатокорневых* сорняков. Вегетативное возобновление у них выражено весьма слабо. Поэтому они обычно встречаются на межах и по краю полей, где обработка почвы менее тщательна, и на полях, обрабатываемых не каждый год (многолетние травы, пастбища и т. п.).

Многолетние сорняки (чистец болотный, мята полевая) размножаются не только семенами, но и вегетативно с помощью корней, сформированных в четковидные или клубнеобразные утолщения. Эти клубеньки с почками, покрытыми листовыми чешуйками, отделяются от корневой системы осенью после отмирания материнского растения или же при обработке почвы. Одно растение образует несколько десятков четковидных клубеньков, каждый из которых способен дать новое растение. По структуре корневой системы эти сорняки объединяются в группу *клубневых*.

Лук круглый, лук полевой, засоряющие посевы в лесной полосе, размножаются и семенами, и образующимися в почве у основания стебля многочисленными дочерними луковичками. При обработке почвы они растаскиваются по полюю и каждая из них образует отдельное растение, вызывая сильное засорение посевов. Сорняки этой группы называются *луковичными*.

Вегетативное размножение таких сорняков, как лютик ползучий, будра плющевидная, осуществляется стелющимися по поверхности почвы надземными побегами (усы, плети). Из каждого узла такой плети появляются листья и придаточные корни, развивающиеся затем в дочернюю розетку. После разрыва или отмирания ползучих побегов каждая дочерняя розетка развивается самостоятельно и дает начало новым растениям. Сорняки, входящие в эту группу, называют *ползучими*.

У некоторых сорняков, например у пырея ползучего, хвоща полевого, вегетативное размножение осуществляется с помощью подземных побегов (корневищ), расходящихся от материнского растения во все стороны. Каждый узел корневища имеет защищенную чешуй-

кой адвентивную почку и образует мочку придаточных корней. В почве разрастающиеся корневища ветвятся, а при выходе на поверхность почвы развиваются в новые растения. При дроблении корневищ почвообрабатывающими орудиями каждый образовавшийся отрезок, если он несет один или несколько узлов, способен образовать самостоятельное растение.

Из-за высокой способности к вегетативному размножению эти сорняки весьма устойчивы к приемам обработки почвы, что при слабой организации работ резко осложняет борьбу с ними. По характеру вегетативного размножения сорняки этой группы называют *корневищными*.

Вегетативное размножение у таких многолетних сорняков, как бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, осуществляется с помощью частей корневой системы, называемых корнями размножения. На этих корнях, вертикальных, а часто и на отходящих в стороны горизонтальных, закладываются многочисленные придаточные почки. Из них образуются подземные вертикальные побеги (отпрыски), которые достигнув поверхности почвы, развиваются в самостоятельные растения. Однократное повреждение корневой системы при обработке почвы усиливает вегетативное возобновление этих сорняков. Образовавшиеся обломки корней во влажной почве хорошо приживаются и дают новые растения. Оставшаяся ниже глубины обработки корневая система имеет большой запас пластических веществ, после ее механического повреждения образуется еще большее количество новых растений, чем их было уничтожено при обработке.

Вместе с тем многие сорняки этой группы, получившей название *корнеотпрысковых*, весьма устойчивы к неблагоприятным условиям произрастания (иссушение почвы, повышение температуры воздуха, высокая плотность почвы, слабая освещенность т. п.). Кроме того, их корневая система в неблагоприятные годы находится в состоянии покоя, а растения к тому же обладают высокой семенной продуктивностью. Все это и предопределяет исключительную жизнеспособность и вредоносность этих сорняков для всех сельскохозяйственных угодий и особенно затрудняет борьбу с ними.

Встречаются и такие сорняки, которые частично или полностью утратили способность к фотосинтезу и самостоятельному корневному питанию. Питание их осуществляется частично или даже полностью

за счет пластических веществ, воды и минеральных элементов, извлекаемых из растения-хозяина. В зависимости от полноты утраты способности к фотосинтезу (частично или полностью) эти сорняки подразделяются на *полупаразитные* (погремок большой, очанка поздняя и др.) и *паразитные* (повилика льняная и др.).

## **2.6. Меры борьбы с сорняками**

### **2.6.1. Предупредительные меры**

Сельскохозяйственная наука и практика располагает богатым арсеналом способов борьбы с сорняками. Они различаются по существу, трудоемкости выполнения, материальным затратам, биологической и хозяйственной эффективности.

Рассмотрим классификацию способов борьбы с сорными растениями, в основе которой лежат два важнейших признака, характеризующих распространение сорных растений и способы, с помощью которых их уничтожают и подавляют. При планировании мероприятий по борьбе с сорняками за основу берут их видовой состав, биологические особенности, а также состояние сорного растения (всходы, взрослое растение, семена, плоды, корневища, корнеотпрыски и т. д.). Существенное значение имеет степень засоренности полей.

Для каждого поля характерно произрастание сорных растений не одной, а нескольких биологических групп. Наиболее часто встречаются следующие типы сорных растений: малолетники, корнеотпрысковые, корневищные, смешанные. Против преобладающих злостных сорных растений следует разрабатывать эффективные мероприятия, используя предупредительные и истребительные.

В условиях различных регионов страны часто встречаются очаги повилики полевой, обыкновенной, льняной и клеверной. Более восприимчивы к этим сорнякам люцерна, клевер, лен, картофель, свекла, зернобобовые, а устойчивы пшеница, ячмень, кукуруза, овес, злаковые, многолетние травы. Время возврата на прежнее место культур, повреждаемых или поражаемых повиликой, в севообороте определяется продолжительностью сохранения жизнеспособности семян в почве (у повилики обыкновенной и полевой не менее 6 лет, повилики клеверной – 12, льняной – 2).

**Организационные мероприятия.** Они состоят из приемов, способов или видов работ, улучшающих общее фитосанитарное состояние сельскохозяйственных угодий конкретной земельной территории. К организационным мероприятиям относят культуртехнические и мелиоративные, а также другие общехозяйственные мероприятия, направленные на снижение засоренности посевов и почвы. Это – подготовка и хранение органических удобрений, подготовка кормов к скармливанию, очистка посевного материала, снижение засоренности при орошении и уборке урожая, уничтожение сорняков на участках несельскохозяйственного использования и др.

**Мероприятия по снижению засоренности органических удобрений.** Известно, что семена и плоды сорных растений, пройдя через желудочно-кишечный тракт животных, не теряют всхожести и накапливаются в навозе.

По данным Российского ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, в 1 т навоза содержится от 43 до 56 тыс. жизнеспособных семян сорняков, в курином помете – 120– 412 тыс, а в твердой и илистой фракциях свиного навоза их количество достигает почти миллиона. Опасным источником повышения засоренности является торф: в 1 т насчитывают от 10 до 37 тыс. семян сорняков. Всхожесть семян, выделенных из навоза и торфа, достигает 25–84 %.

В процессе хранения навоза жизнеспособность семян сорняков значительно снижается, но полностью не теряется даже при высоких температурах. Известно, что органические удобрения стимулируют прорастание старолежащих семян, находящихся в глубоком покое.

Использование навоза и торфа без проведения мероприятий по снижению уровня засоренности в них приводит к увеличению потенциальной засоренности почвы на десятки и сотни миллионов семян сорняков, а засоренность посевов увеличивается в 10 и более раз. Даже в хозяйствах с высокой культурой земледелия с достаточно правильной подготовкой и хранением навоза потенциальная засоренность почвы возрастает.

Чтобы не допускать засорения полей, навоз следует вносить в почву в перепревшем виде. По данным научных исследований, число не потерявших всхожести семян сорняков в 1 кг свежего навоза составило 297, перепревшего – 22, сыпца – 4.

Наиболее высокого снижения жизнедеятельности семян сорняков достигают при «горячем» способе приготовления удобрений. Этот способ заключается в том, что вначале навоз укладывают в штабеля или навозохранилище рыхлыми слоями, а затем уплотняют. В результате усиления микробиологической деятельности в процессе разложения навоза его температура повышается до 60–70 °С, что приводит к гибели зачатков сорняков.

**Очистка семенного материала.** Она строится на использовании различий в физических свойствах семян культурных растений и сорняков. При хранении семенного материала на зерноскладах жизнеспособность семян многих сорняков не снижается в течение 3–10 и более лет.

Очистка семенного материала регламентируется ГОСТами. В соответствии с действующими стандартами на семена основных культур (пшеницы, ячменя, овса, гречихи и др.) допускаются примеси сорных растений в следующем количестве на 1 кг семян: первого класса – 5 шт., второго – 20 и третьего – 70 шт.

Для получения семян, чистых от сорняков, под семенные участки отводят малозасоренные поля.

Очистка посевного материала на зерноочистительных машинах основана на использовании различий в физико-механических свойствах семян культурных и сорных растений: размеры (ширина, толщина, длина), аэродинамические свойства, особенности поверхности, удельная масса и т. д.

Существуют три способа очистки семян: предварительная (первичная), основная и специальная. Предварительная очистка заключается в удалении из семенного материала легкоотделимой крупной и мелкой примесей. Задача основной очистки состоит в удалении семян и плодов сорняков, оставшихся после предварительной очистки. Для предварительной и основной очистки семян используют комплексы зерноочистительных агрегатов, а также зерноочистительные поточные линии. Для получения классного семенного материала в поточные линии включены сортировальные машины.

При получении семенного материала, засоренного трудноотделимыми семенами сорняков, применяют специальную обработку. Особенно сложно очистить и отсортировать семена многолетних трав при сильном засорении семенных участков.

### ***Мероприятия по снижению засоренности при орошении.***

Способность семян и плодов сорняков передвигаться и сохранять жизнеспособность в воде открытых оросительных систем и водоемких источников приводит к быстрому и интенсивному засорению полей при поливах.

Сорные растения в условиях орошения способны давать очень много семян, которые могут распространяться с поливной водой. С каждым кубометром оросительной воды на поля поступает до 2 тыс. семян сорняков. При поливной норме 600 м<sup>3</sup>/га это составляет 120 семян на 1 м<sup>2</sup>. Оросительная вода нередко приносит семена сорняков, которых на поле раньше не было. Занос семян во время половодья способствует сильному засорению.

Поливы повышают засоренность в десятки и сотни раз, причем количество побегов сорных растений увеличивается с возрастанием норм полива (с 8 шт. без орошения до 480 и 813 шт./м<sup>2</sup> при нормах полива соответственно 800 и 1800 м<sup>3</sup>/га).

***Своевременная и правильная уборка урожая.*** Ко времени уборки сельскохозяйственных культур в их посевах созревают семена и плоды большинства сорняков. При своевременной уборке зерновых основная масса семян сорняков попадает в бункер комбайна и лишь меньшая часть ранее созревающих растений – в почву. Особенно недопустимо оставлять высокую стерню и нескошенные огрехи, где сохранившиеся сорняки обильно плодоносят.

При своевременной уборке силосных культур и ботвы корнеплодов и картофеля часть неосыпавшихся семян и плодов сорняков частично удаляется с поля с зеленой массой.

От выбора способа уборки зерновых культур зависит и засоренность почвы, соломы и половы семенами и плодами сорных растений. При прямом комбайнировании зерновых меньше осыпается семян и плодов сорняков, чем при двухфазной уборке. Следовательно, во время уборки урожая надо стремиться к тому, чтобы плоды и семена сорняков не распространялись с уборочными машинами, транспортными средствами и тарой. Для этого уборочные машины снабжают устройствами для сбора семян. По мере наполнения уловителей семян сорняков ссыпают в специальные места и уничтожают.

По окончании работы на определенном участке ходовые части тракторов, уборочные машины и почвообрабатывающие орудия тща-

тельно очищают от приставших семян сорняков, налипшей земли и корневищ. Транспортные средства при перевозке зерна снабжают брезентом, препятствующим просыпанию семян через щели. После разгрузки зерна на току брезент стряхивают на специально отведенных местах.

При раздельной уборке необходимо предусматривать меры по предупреждению засорения почвы семенами и плодами сорняков.

**Подготовка кормов к скармливанию.** При заготовке кормов (сено, силос, сенаж, солома, солома, полова, фураж и т. д.) необходимы меры по предотвращению засорения их семенами и плодами сорняков. Зерновые отходы перед скармливанием следует запаривать, поскольку до этого не удастся полностью избавиться от семенных зачатков сорных растений, в том числе и при размалывании. Жизнеспособность семян в различных кормах может сохраняться длительное время. В сенаже и измельченном сене семена сорняков могут иметь всхожесть в течение всего срока хранения. Даже в силосе, где образуется губительная для семян сорняков уксусная кислота, всхожесть сохраняется до 30 дней у семян мари белой, щирицы, пикульников, а у вьюнка полевого, проса куриного, бодяка, донника – от 3 до 18 месяцев.

Немало семенных зачатков сорняков в готовых комбикормах и фуражном зерне, поступающих на комплексы и птицефабрики. В связи с тем, что концентрированные корма привозят из разных районов страны и стран мира, в них могут содержаться различные виды семян сорняков, в том числе карантинные. При использовании кормов с высоким содержанием семян сорняков необходимо проводить мероприятия по снижению их жизнедеятельности.

**Уничтожение сорняков на участках несельскохозяйственного использования и другие мероприятия**

Опасным источником засорения полей становятся также участки несельскохозяйственного пользования. Сорняки, заселяющие огрехи, межи, обочины дорог, пустыри у линий электропередач, газопроводов, в населенных пунктах, полезащитные лесные полосы и т.д., очень быстро переходят на поля. С таких участков семена сорняков с летучками даже при небольшом ветре перемещаются с материнского растения на расстояние 2–5 км и более. Мелкие семена сорняков прилипают к орудиям, тракторам, машинам, животным и заносятся на поля.

В степных и лесостепных зонах значительная часть плодов и семян сорняков задерживается полезащитными лесными полосами. При тщательном уходе за насаждениями, своевременном уничтожении сорняков засоренность близлежащих полей существенно уменьшается.

### ***2.6.2. Истребительные меры***

В условиях современного земледелия ведущее место в борьбе с сорняками длительное время занимают агротехнические методы уничтожения сорняков.

*Агротехнические методы борьбы с сорняками дешевле, чем другие методы и средства.* Кроме того, эти методы сочетаются с обычными мероприятиями обработки почвы, которые необходимы для выращивания культур.

Агротехнические методы разработаны на основе мероприятий по обработке почвы, при проведении которых широко используют уничтожение и подавление сорняков: провокация семян к прорастанию, механическое и физическое уничтожение, истощение, удушение, высушивание, вымораживание и др. Перечисленные способы применяют к различным биологическим группам сорных растений или отдельным их видам.

Рассмотрим кратко характеристику методов подавления и уничтожения сорняков.

*Провокация семян к прорастанию* – создание благоприятных условий для их быстрого и одновременного прорастания с последующим уничтожением ростков и всходов. Метод основан на поверхностной обработке, уплотнении и увлажнении почвы в теплое время года либо на воздействии электромагнитных полей при отсутствии на поле культурных растений. Применяется на полях с высокой засоренностью почвы семенами однолетних и других сорных растений.

*Механическое уничтожение* – подрезание или вырывание сорных растений орудиями обработки почвы или вручную. Применяется на полях, засоренных представителями всех биологических групп. Метод эффективен в системе основной, предпосевной и послепосевной обработок.

*Физическое уничтожение* – лишение жизнеспособности растений и органов размножения при использовании огня, затоплении

участков и полей водой, применение электричества, электромагнитных волн и др.

*Истошение* – регулярное подрезание вегетативных органов сорных растений для увеличения расхода запасных питательных веществ на отрастание новых побегов, которые в дальнейшем подлежат уничтожению. Применяется на полях, засоренных многолетними и двулетними сорняками. Метод особенно эффективен в системе зяблевой обработки почвы против корнеотпрысковых сорняков.

*Удушение* – измельчение орудиями обработки подземных органов многолетних сорняков на основной глубине залегания их корневой, системы с последующей глубокой заправкой отрезков (шилец) в почву. Применяется главным образом на полях, засоренных многолетними корневищными сорняками в системе зяблевой обработки почвы.

*Высушивание* – использование воздействия солнечных лучей на предварительно измельченные корневища сорных растений при обработках почвы в сухую и жаркую погоду.

*Вымораживание* – заключается в извлечении на поверхность почвы при глубокой вспашке подземных органов многолетних сорняков поздней осенью для того, чтобы при низких температурах они потеряли жизнеспособность. Применяется чаще всего в районах с малоснежными морозными зимами.

Перечисленные методы борьбы с сорными растениями применяются в первую очередь в системе обработки.

*Система обработки почвы* – это воздействие на нее рабочими органами машин и орудий для улучшения почвенных условий жизни сельскохозяйственных культур и уничтожения сорняков. В разных зонах страны применяют три системы: отвальную, безотвальную (в том числе плоскорезную) и комбинированную.

При рациональной и своевременной обработке почвы уровень засоренности посевов малолетними и многолетними сорняками снижается на 50–60 %. Она способствует интенсивному прорастанию и быстрому развитию культурных растений, препятствует распространению сорняков, благодаря чему усиливается конкурентоспособность сельскохозяйственных культур. При обработке почвы погибают растущие сорняки, возбудители болезней и вредители. Особенно значительна роль основной обработки почвы.

На основе обработки почвы разработаны и широко используются методы уничтожения и подавления сорняков: провокация семян к прорастанию, механическое уничтожение, истощение, удушение, высушивание, вымораживание и др.

В системе агротехнических мероприятий по борьбе с сорной растительностью особое место принадлежит зяблевой отвальной обработке почвы, первым приемом которой является лушение. Глубину лушения, сроки его проведения, орудия обработки выбирают в зависимости от почвенных условий, степени засоренности, видового состава сорняков.

Исследования НИИСХ Юго-Востока показали, что семена щирицы, щетинника, куриного проса и других пожнивных сорняков, собранные до лушения почвы и поставленные на проращивание, в лабораторных условиях не проросли, а семена сорняков, собранные после лушения дисковыми орудиями, проросли на 67–92%.

Существенное значение имеют сроки лушения. Установлено, что чем раньше проводится лушение, тем оно эффективнее в снижении засоренности.

По данным Российского НИИ льна, при лушении, проведенном 20 августа, на 1 м<sup>2</sup> проросло 2400 сорняков, а запаздывание с проведением этого мероприятия на месяц значительно снизило эффект лушения (проросло всего 16 сорняков).

В районах Нечерноземной зоны с коротким послеуборочным периодом сроки проведения лушения должны быть сжатыми.

Лучший результат достигается, если прием осуществляют одновременно с уборкой культуры или сразу после нее. Производительность лемешных луцильников ниже по сравнению с дисковыми луцильниками или тяжелыми дисковыми бородами. В процессе лушения уничтожаются низкорослые сорняки, имеющиеся в посевах зерновых и обычно сохраняющиеся при уборке. Если с лушением запаздывают и своевременно не уничтожают пожнивные сорняки, то они успевают обсемениться и эффективность от проводимого Приема значительно снижается.

Эффективность лушения в провоцировании прорастания семян сорняков зависит от влажности почвы: если верхний слой пересушен, то прорастание и появление всходов задерживаются. При благопри-

ятных погодных условиях лушение почвы обеспечивает прорастание 30–40 % семян сорняков, находящихся в слое обработки орудия.

Поля, засоренные многолетними корнеотпрысковыми сорняками (бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, горчак розовый и др.), лушат на глубину 10–12 см, чтобы ослабить их рост. Примерно через 2–3 нед после появления всходов сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. Соблюдение такой технологии позволяет снизить засоренность многолетними сорняками до 70–75 %. На полях, засоренных корневищными сорняками (пырей ползучий, свинорой, мать-и-мачеха, хвощ полевой), лушат вслед за уборкой урожая в два-три следа вдоль и поперек на глубину 10–12 см. Через 10–15 дней побеги и отрезки корневищ запахивают плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. При несоблюдении технологии и запаздывании со сроками проведения обработки может усилиться засоренность поля корневищными сорняками, особенно пыреем ползучим.

Эффективность лушения в значительной степени зависит от глубины обработки. В зависимости от засоренности, гранулометрического состава, влажности почвы, наличия послеуборочных остатков глубина обработки колеблется от 6–8 до 10–14 см.

В западных, южных и центральных районах Нечерноземной зоны широко используют приемы двукратного лушения: первое дисковыми лушильниками на глубину 6–8 см, второе тяжелыми дисковыми боронами или лемешными лушильниками на глубину 12–14 см. Этот метод в сочетании со вспашкой способствует снижению засоренности на 80–90 %. Особенно эффективен он в овощеводстве, после рано убираемых культур.

В борьбе с сорняками особенно велика роль вспашки, эффективность которой зависит от сроков проведения и глубины обработки. Запаздывание с глубокой обработкой почвы приводит к тому, что сорняки (особенно многолетние) развивают мощную корневую систему, запасают больше пластических веществ, а это затрудняет борьбу с ними.

При пожнивном лушении с последующей зяблевой вспашкой плугом с предплужниками семена сорняков перемещаются из верхних слоев почвы в более глубокие. Наибольшее количество семян (55–

70%) сосредоточивается на глубине от 8 до 16 см, где они прорастают, но не дают всходов.

Вспашка двухъярусным плугом – высокоэффективный прием в борьбе с сорняками в системе основной обработки почвы для районов Нечерноземной зоны, Поволжья и Северного Кавказа. Принцип работы этого плуга мало отличается от обычного, но он обеспечивает полное оборачивание пахотного слоя, более глубокую заделку семян сорняков и лучшее качество вспашки, что позволяет в 2–2,4 раза повысить эффективность органических удобрений и сильно уменьшить засоренность посевов.

Полупаровая обработка зяби эффективна для борьбы с сорной растительностью. Сущность ее заключается в том, что вслед за вспашкой проводят Поверхностные обработки зяби, что создает благоприятные условия для интенсивного прорастания сорняков осенью и снижает засоренность полей в следующем году.

В целях минимализации полупаровой обработки почвы вспашку с тремя культивациями можно заменить лущением почвы с тремя дискованиями. Эффективность этих приемов не снижается даже при уничтожении такого злостного сорняка, как пырей ползучий.

В современной земледелии при переходе на плоскорезные и поверхностные *способы* обработки почвы изменились экологические условия существования сорняков. Технология обработки почвы делает иным видовой состав агрофитоценоза и потенциальную засоренность. Почвозащитные технологии обработки в первую очередь внедряют на эродированных и потенциально подверженных эрозии почвах.

Переход на ежегодную безотвальную обработку приводит к усилению засоренности отдельных культур, ухудшению режима питания и снижению урожайности. Озимая пшеница, ячмень, многолетние травы из-за сильной засоренности могут существенно снижать урожай.

Судить об эффективности того или иного приема в земледелии необходимо после длительного и тщательного изучения, так как положительные и негативные последствия иногда проявляются не сразу, а в течение нескольких лет. Это особенно относится к засоренности как биологическому фактору плодородия.

Приемы обработки сильно влияют на потенциальную засоренность и распределение сорняков по профилю пахотного слоя. При систематическом безотвальной рыхлении основная масса семян аккумулируется в верхнем слое, что и обуславливает более высокую засоренность посевов.

Отвальная обработка в меньшей степени снижает запасы семян сорняков в почве по сравнению с безотвальной. Это объясняется тем, что при запашке созревших семян они не уничтожаются, а, наоборот, сохраняются и лишь затем выпаживаются в верхний слой.

При систематической бесплужной обработке почвы потенциальный запас всхожих семян, находящихся в глубоких слоях, со временем теряет всхожесть. Задача земледельца состоит в том, чтобы освободиться от засоренности в верхнем (0–10 см) слое *почвы*, с которой бороться легче, чем с засоренностью всего пахотного слоя. Агротехнический метод борьбы с сорняками при бесплужной системе обработки почвы включает периодические поверхностные обработки в летне-осенний период. Эффективность приемов по снижению засоренности зависит от вида обработки и длительности их применения.

Длительное применение почвозащитных приемов обработки почвы на склоновых землях приводит к усилению засоренности. Численность и масса сорняков на плоскорезной и минимальной обработках возрастают на 60–80 %. При этом на склоновых землях развивается характерный фитоценоз, значительно отличающийся от фитоценоза равнинных земель. Количество сорняков увеличивается вниз по склону; в нижних элементах сильно возрастает засоренность многолетниками.

При системе основной обработки почвы в севообороте, основанной на вспашке, как правило, в сорном фитоценозе преобладают малолетние, особенно яровые, сорняки. При замене вспашки на поверхностную обработку преобладают многолетние сорняки, особенно корневищные и корнеотпрысковые.

Система обработки на чистых и занятых парах позволяет наиболее полно освободить пахотный слой от семян малолетних сорняков и вегетативных зачатков многолетников. Технология обработки чистого пара состоит из послеуборочного лущения и зяблевой вспашки плугом с предплужником осенью, а с весны будущего года – системы весенне-летнего ухода. Обычно под чистые пары отводят наиболее за-

соренные поля. При лущении учитывают тип засоренности: при малолетнем типе засоренности достаточно однократного лущения на глубину 5–7 см; при наличии корнеотпрысковых сорняков целесообразно проводить двукратное лущение лущильниками, культиваторами-плоскорезами или дисковыми боронами на глубину 6–8 и 10–14 см; на полях, где преобладают корневищные сорняки, следует осуществлять двукратное продольно-поперечное лущение на глубину 10–12–14 см.

После вспашки почвы под пар на поверхность выворачиваются семена сорняков, которые в следующем году после прорастания уничтожаются поверхностными обработками. Особенно эффективна послойная обработка лемешными лущильниками на глубину от 6–8 до 8–14 см. При этом верхний слой очищается от семян малолетних сорняков, а *корневая* система многолетних сорняков сильно истощается.

На занятых парах, в отличие от чистых, высевают ранобуриемые парозанимающие культуры. Следует обязательно учитывать биологические особенности озимых и зимующих сорняков, наиболее опасных засорителей озимых культур, при их уничтожении. Чистые и занятые пары не обеспечивают полного очищения почвы от этих сорняков.

В системе основной обработки почвы часто применяют чередование глубокой вспашки с обычной или мелкой, что позволяет уменьшить засоренность на 35–40 %.

**Борьба с сорняками в системе предпосевной обработки почвы.** Важное место наряду с основными задачами предпосевной обработки почвы (разрыхление верхнего слоя на глубину посева семян, выравнивание поверхности поля, обеспечение мелкокомковатого строения пахотного слоя, создание уплотненного ложа на глубине посева семян, заделка внесенных удобрений, сохранение влаги в посевном и пахотном слоях, улучшение микробиологической деятельности и пищевого режима почвы, создание условий для производительной работы сельскохозяйственных машин) принадлежит уничтожению всходов сорняков. Приемы предпосевной обработки уменьшают засоренность посевов.

Наиболее эффективным мероприятием в борьбе с малолетними сорняками является предпосевная обработка под поздние яровые культуры, посев которых, как правило, проводят в период, когда

большинство ранних яровых (пикульники, марь белая, горцы, редька дикая, горчица полевая и др.) довольно дружно прорастают и легко уничтожаются боронованием и последующей культивацией. При подготовке почвы под поздние яровые культуры на засоренных почвах важно, чтобы между первой и второй культивациями был возможно больший период для прорастания большего количества семян и отрастания побегов многолетников, которые затем могут быть уничтожены последующими обработками почвы.

В системе предпосевной обработки почвы важная роль принадлежит пропашным культурам как средству борьбы с сорняками. На полях, сильно засоренных многолетними, корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, первую весеннюю обработку начинают с культивации на глубину 14–16 см. Затем по мере отрастания сорняков проводят вторую, а при необходимости и третью послонную культивацию на глубину посева семян. Такая система обработки почвы приводит к истощению корневой системы многолетних сорняков.

*Борьба с сорняками при уходе за посевами.* Механическая борьба в послепосевной период направлена на уничтожение как малолетних, так и многолетних сорняков. Основные приемы обработки почвы по уходу за посевами – прикатывание, боронование, междурядные рыхления, окучивание. Сроки их проведения определяют по состоянию культурных и сорных растений, когда сорняки наиболее чувствительны к механическим воздействиям, а возможные повреждения посевов не вызовут снижения урожая.

### **2.6.3. Биологические методы**

*Биологический метод* – это целенаправленное использование вирусов, бактерий, грибов, насекомых, клещей, нематод, рыб, птиц, грызунов, растений и других организмов для избирательного уничтожения сорняков. Цель этого метода – довести засоренность посевов до уровня, при котором они не вызывают экономически ощутимых потерь урожая возделываемых культур. По сравнению с механическими и химическими приемами у биологических методов борьбы с сорняками есть преимущества: при относительно невысоких первичных затратах они дают значительный экономический эффект в течение продолжительного времени благодаря длительному действию организмов на растения.

Действие биологических методов проявляется в сообществе биологических объектов (растений, бактерий, грибов и т.д.) в конкретных условиях поля. Еще в конце прошлого столетия сообщалось о том, что мушка фитомиза поражает заразику и она погибает. Мушка фитомиза питается завязями, семенами и тканями заразики, паразитирующей на подсолнечнике, томате, конопле и других культурах. За одно лето она дает 4 поколения, повреждает 80–95 % цветоносов, снижая семенную продуктивность сорняка и вызывая его гибель. Массовая гибель заразики отмечена в посевах подсолнечника от гриба рода фузариум.

В борьбе с амброзией можно использовать амброзиевую совку, гусеница которой питается только листьями амброзии полыннолистной, не повреждая других растений.

Проведены испытания одного из видов нематоды для борьбы с горчаком ползучим. Личинки ее весной попадают в пазухи листьев, а впоследствии питаются тканями стебля, образуя там большое количество галл. В результате на следующий год 50–60 % горчака ползучего гибнет, а вредоносность оставшихся растений снижается.

Для подавления некоторых сорняков можно использовать патогенные грибы, например, вызывающие ржавчину у бодяка полевого.

Выделены штаммы гриба *Alternaria cuscutacidae*, поражающие повилики. Через 12–20 дней после опрыскивания засоренных повиликой посевов водной суспензией гриба повилика полностью уничтожается. Испытаны также некоторые антибиотики для борьбы с заразой.

Биологические агенты перспективны в борьбе с сорняками, занесенными из других мест, так как в новых условиях отсутствуют их естественные враги.

Недостаток биологических мер борьбы с сорняками состоит в их узкоизбирательном действии. Кроме того, завоз патогенных организмов может стать опасным для других полезных видов естественных и культурных растений.

**Фитоценотические меры.** В агрофитоценозе между культурным и сорным компонентами полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определенные взаимодействия.

**Конкурентные взаимоотношения.** Культурные растения обладают наибольшей продуктивностью, а, следовательно, и большей конкурентной способностью по сравнению с сорняками. Культуры сплошного посева сильнее подавляют сорняки, чем пропашные.

По способности подавлять сорняки в посевах сельскохозяйственные культуры можно разделить на три группы.

В первую группу *высокой конкурентной способности* по отношению ко многим видам сорных растений следует отнести озимую рожь, озимую пшеницу, озимый ячмень, озимый рапс, коноплю, земляную грушу, многолетние травы.

Ко второй группе *со средней конкурентной способностью* относят ячмень, овес, смесь овса с викой, горчицу, подсолнечник, кукурузу, табак, кормовую капусту, люпин.

Третью группу составляют культуры, обладающие *слабой конкурентной способностью*: яровая пшеница, просо, сорго, зерновые бобовые, картофель, сахарная свекла, лен.

**Аллелопатия.** Взаимные отношения между культурами и сорными растениями в значительной мере регулируются биохимическим взаимодействием (аллелопатия). Сущность его заключается в том, что вегетирующие растения, ризосферные микроорганизмы, продукты разложения послеуборочных остатков выделяют физиологически активные вещества, которые оказывают на другие растения в одних случаях стимулирующее, а в других – тормозящее влияние.

Так, выделения живых корневищ пырея ползучего в почву снижают рост кукурузы, овса и озимой ржи в 1,5–2,0 раза и уменьшают густоту стеблестоя ржи в 2–3 раза. Торица полевая, горец щавелелистный, рыжик льняной уменьшают рост льна-долгунца в 1,5–2,0 раза, а густоту его стеблестоя в 5–20 раз. На посевах ячменя отрицательное влияние оказывают торица полевая, горец щавелелистный, пикульник двурасщепленный. Посевы озимой пшеницы сильно страдают от выделений ромашки непахучей, василька синего, метлицы обыкновенной, щавеля малого. Рост кукурузы тормозят выделения щетинника сизого, ежовника петушьего, просо, редьки дикой, горчицы полевой, мари белой.

Угнетающее воздействие сорняков на посевах сельскохозяйственных культур проявляется и в начале роста последних.

Так, вытяжки из мари белой, торицы полевой снижают энергию Прорастания и всхожесть семян озимой ржи, овса, льна-долгунца и левера лугового в 1,3–4,0 раза и более.

Водные вытяжки из листьев и корневых отпрысков осота полевого уменьшают всхожесть ячменя, проса и кукурузы.

Угнетающее влияние на посевы сельскохозяйственных культур указывают продукты разложения растительных остатков сорных и культурных растений.

Стерневые и корневые остатки пшеницы, заделываемые в почву, тормозят активность ростовых процессов кукурузы, пшеницы, овса; остатки озимой ржи угнетают пшеницу, тимофеевку луговую, клевер луговой.

**Севооборот как биологический фактор управления фитосанитарным состоянием посевов и почвы.** Научно обоснованный севооборот – важный фактор экологического оздоровления почвы и посевов. Нарушение оптимального чередования культур в севообороте влечет за собой усиление роста и размножения специализированных и злостных многолетних сорняков как наиболее вредоносных. В севооборотах засоренность в 2–5 раз меньше, чем в бессменных посевах или при условии нарушения и несоблюдения севооборотов

Повторное или длительное выращивание на одном и том же поле озимых ведет, в частности, к распространению метлицы полевой, ромашки непахучей, костреца ржаного, а в яровых – мари белой, пикульников, торицы, подмаренника цепкого, горцев и др. Если озимые высевали по озимым, то засоренность ромашкой непахучей составляла 650 шт/м<sup>2</sup>, а после викоовсяной смеси – 127, клевера 25, ячменя – 40, чистого пара – 5 шт/м<sup>2</sup>.

В севооборотах можно уменьшить потенциальную засоренность. В чистых и занятых парах количество жизнеспособных семян сорняков можно снизить в 2–3 раза. Важная роль в этом принадлежит пропашным культурам. Их воздействие на сорняки приближается к воздействию чистого пара.

Посевы промежуточных культур относятся к биологическим методам борьбы с сорняками; они оказывают многостороннее влияние на агрофитоценоз севооборота. При их использовании засоренность последующих посевов снижается на 40–50 %, а поражение корневыми гнилями уменьшается в 1,5–2 раза. Оздоровляющее действие проме-

жуточных культур объясняется тем, что своим густым стеблестоем они подавляют сорняки, а после заделки в почву развивается микрофлора, угнетающая семена сорняков и возбудителей корневых гнилей.

В севооборотах интенсивность конкуренции (скорость нарастания биологической массы) между культурой и сорняками определяется их видовыми особенностями и зависит от сорта и многих агротехнических приемов: нормы высева, способа посева, удобрений и т.д.

#### **2.6.4. Химические меры**

Уничтожение и подавление сорняков одними агротехническими и биологическими способами не всегда дают желаемые результаты. Это обусловлено тем, что с помощью машин и оборудования невозможно уничтожить сорняки, например, в рядках или гнездах культурных растений. Мощная корневая система многолетних сорных растений не всегда уничтожается даже при глубокой вспашке. При сплошном посеве зерновых, технических, кормовых, овощных культур часто невозможно применение машин и других орудий производства, то есть нужно пропалывать только вручную. Но ручная прополка очень трудоемка, поэтому для подавления и уничтожения многих видов сорняков используют гербициды.

*Гербициды* – химические вещества, применяемые для уничтожения сорняков. Они получили свое название от латинских слов *herba* – трава и *caedo* – убивать. Список гербицидов, разрешенных для применения в Российской Федерации, ежегодно уточняется специальной комиссией АПК.

Гербициды были известны и применялись в производстве с конца прошлого века. Для этих целей в основном использовались неорганические соединения (железный купорос, азотнокислая медь, сульфат аммония, нитрат натрия, серная кислота, арсенит натрия, а также порошкообразный каинит, цианамид кальция и др.).

Из-за существенных недостатков они не получили широкого распространения вплоть до 40-х годов нашего столетия, когда были синтезированы органические соединения, характеризующиеся физиологической активностью и эффективностью при относительно небольших нормах расхода и материальных затратах. В России площа-

ди, обрабатываемые гербицидами, составляли почти треть пашни и многолетних насаждений. Гербициды стали неотъемлемой частью при использовании современных технологий, предусматривающих всестороннюю химизацию в условиях применения почвозащитных энергосберегающих технологий обработки почвы.

Однако при химической борьбе с сорняками есть нерешенные проблемы – нежелательное накопление устойчивых сорняков, недостаточная селективность, отсутствие необходимых препаратов, длительная инактивация и отрицательное последствие гербицидов, загрязнение окружающей среды.

Поэтому как в нашей стране, так и в мировом земледелии ведется работа по снижению гербицидной нагрузки и синтезу новых высокоэффективных гербицидов, активных в низких дозах внесения 5–25 г/га по сравнению с 1–10 кг/га и более).

Для грамотного использования гербицидов необходимы знания их классификации, основ избирательности, регламента применения, оценки прогрессивных направлений в разработке и совершенствовании химического метода борьбы с сорняками в современных условиях.

**Классификация гербицидов.** При широком ассортименте гербицидов, применяемых в сельском хозяйстве, важное значение имеют их классификация, обеспечивающая выбор, планирование и рациональное использование препаратов. В настоящее время нет универсальной классификации гербицидов. В зависимости от основных практических целей их группируют по химическому составу, характеру действия, способам применения, степени опасности для человека и теплокровных животных, способности загрязнять продукцию и окружающую среду и др.

Для их успешного изучения все препараты необходимо классифицировать или объединить в группы по определенным принципам.

1. По происхождению. Весь ассортимент современных гербицидов представлен искусственно синтезированными органическими соединениями.

2. По химическому составу и строению. Это основной принцип классификации и означает принадлежность того или иного действующего вещества гербицида к определенному классу химических соединений. Например, - сим- триазины – семерон, гезагард, игран;

- производные мочевины – малоран;
- производные феноксиуксусной кислоты – 2,4 –Д, эстерон; 2М-4Х;
- гетероциклические соединения - базагран, зенкор, гексилур, лонтрел, пирамин;
- производные сульфонилмочевины – ленок, карибу, милагро, сириус, хармони.

3. по способу проникновения в растение:

а) контактные: действуют - на надземную часть сорняков – бромотрил, парднер;

- на проростки в почве – дуал, дуал голд.

Б) системные: проникают в растение через:

- надземную часть (базагран, бетанил, 2,4 – Д; 2М-4Х; иллюксан, раундап);

- корни (игран, ордрам, пирамин, трефлан, триаллит, эптам):

- надземную часть и корни (банвел, гезагард, малоран, семерон.)

4. по характеру действия:

а) общеистребительные (сплошного действия) гербициды – баста, ураган, раундап.

б) избирательные (селективные) гербициды – 2,4 – Д, 2М – 4Х, лонтрел, иллюксан, пирамин, ленок.

При формировании современного ассортимента гербицидов реализуется ряд положительных моментов, снижающих затраты на их использование и повышающих эффективность и экологическую безопасность препаратов. Такими направлениями являются:

А) снижение нормы расхода (производные сульфонилмочевины – до 10-30 г/га)

Б) повышение избирательности препаратов путем использования антидотов (эрадикан – эптам + антидот (на кукурузе); пума – супер 75 и пума – супер 100, пума – супер комби (фурорс – супер + антидот) в посевах пшеницы против злаковых сорняков).

В) новые препаративные формы: к.с., т.п., в.д.г., в.г., с.т.с.,

Г) комбинированные действующие вещества для расширения спектра действия, снижения токсичности действующих веществ для защищаемой культуры, которые в комбинированных составах используются в меньших количествах, чем при самостоятельном ис-

пользовании: на зерновых культурах (диален, фенфиз, ковбой, дифезан, трезор); на кукурузе (примэкстра, лентагран комби, бюктрил Д); на свекле (бетанал С, бетанал АМ 11, бетанал прогресс АМ); на льне (багагран М).

В то же время из ассортимента гербицидов исключены морально устаревшие и стойкие препараты (ТХА, далапон, реглон, хлор – ИФК, карбин, ДХМ, диурон, арезин, дозанекс, симазин, пропазин, иоксинил.).

### ***Сроки и способы использования гербицидов***

Современная тактика борьбы с сорняками предполагает использование гербицидов в разные сроки: осенью – в послеуборочный период и в системе зяблевой подготовки почвы; весной – до посева, после посева до всходов культуры, по всходам сорняков независимо от фазы развития культуры; летом – по вегетирующим сорнякам.

Осенний срок использования гербицидов наиболее эффективный, т.к. исключается опасность повреждения культуры, появляется возможность уничтожения сорняков – паразитов (повилики) и сочетания гербицидов с приемами обработки почвы, что значительно увеличивает гибель сорняков, особенно многолетних (пырей, осоты, вьюнок).

В этот период эффективно использование фюзилада супер (2-3 л/га) через 3-4 недели после уборки покровной культуры на семенных посевах клевера ползучего против однолетних и многолетних злаковых сорняков; Керба ω (3-5 л/га) на старовозрастных посевах клевера и люцерны поздно осенью в зонах достаточного увлажнения против однолетних и многолетних одно- и двудольных сорняков или раундапа (или его аналогов) 0,6-0,8 л/га через 7-10 дней после укоса люцерны против повилики. Этот гербицид в настоящее время очень широко и с достаточно высокой эффективностью используется для опрыскивания вегетирующих малолетних и многолетних одно- и двудольных сорняков осенью в послеуборочный период на полях, предназначенных под посев различных культур (яровых зерновых, овощных, технических, масличных, бахчевых, цветочных, лекарственных культур) при норме расхода 2-10 л/га. Не уничтоженные или отросшие многолетние и всходы малолетних сорняков уничтожаются последующими приемами зяблевой обработки почвы (лушение, культи-

вазия, зяблевая вспашка плугом с предплужником). В последние годы из-за снижения культуры земледелия, увеличения засоренности полей многолетними, особенно корнеотпрысковыми сорняками, и однолетними, в т.ч. зимующими) возросла потребность в осеннем применении гербицидов как в северных, так и в южных районах возделывания озимых зерновых культур. Раньше для этих целей использовали гранулированные формы 2,4 – Д в смеси с азотными удобрениями, симазин и др. препараты. В современном ассортименте для этого рекомендованы: стомп (5 л/га), толкан (3-4 кг/га), кварц-супер (1,5-2 л/га), рейсер (1=2 л/га), сатис (150 г/га), ковбой (150-190 мл/га) и др.

Важным и ответственным сроком использования гербицидов является весна. В этот период чаще всего уничтожают многолетние сорняки, не уничтоженные в осенний период, многолетники, а также если борьба с последними осенью не проводилась. Весной гербициды применяют в три срока: до посева; после посева – до всходов культуры; по всходам культуры.

Допосевной период имеет две особенности:

1-я – когда всходов сорняков нет. В это время сорняки нужно уничтожать в стадии проростков в почве, используя почвенные гербициды (трефлан, трофи, харнес, пиват, дуал и др). Такие гербициды вносятся или под предпосевную культивацию или заделываются дисковыми боронами на 3-5 см во влажный слой почвы. В таких случаях гербициды создают защитный экран в почве для проростков сорняков.

2-й момент этого периода – когда всходы сорняков появились в массе. В это время рекомендован раундап или его аналоги, 2-5 л/га за 2 недели до посева (посадки) сахарной свеклы, кукурузы, подсолнечника, капусты, льна – долгунца, сои, многолетний злаковых трав.

Следующий срок: после посева – до всходов культуры. Здесь тоже наблюдается два момента:

1-й – когда отсутствуют всходы и сорняков, и культуры. В это время рекомендуется использовать почвенные гербициды, как и в первый срок, создавая экран прорастающим сорнякам. Однако, заделка их в почву ограничивается глубиной заделки семян защищаемой культуры. В этом случае используют чаще всего легкие зубовые бороны. В современном ассортименте гербицидов для этих целей эффективно использование препаратов в форме водорастворимых гра-

нул. Эта препаративная форма не требует заделки в почву. Для борьбы с сорняками в этот момент используют трофи (к.э), харнес (к.э.), семерон (с.п.), мерлин (в.д.г.), пиват (в.к.), бутизин С (к.с.) и др.

2 –й момент этого периода – когда всходы сорняков в массе появляются до всходов защищаемой культуры. В этот момент рекомендован раундап (2-3 л/га) на посадках картофеля за 2-5 дней до появления его всходов.

3-й период: по всходам культуры. Это наиболее сложный период. Он требует подбора избирательных для каждой культуры гербицидов и учета устойчивой фазы ее развития. Этот период имеет два момента.

1-й – когда защищаемая культура находится в начальных стадиях развития (всходы, 2-3 лист, начало кущения (у зерновых), до отрастания (многолетние бобовые, ягодные культуры), а всходы сорняков отсутствуют. Применение гербицидов в этот момент мы уже рассматривали на примере использования гербицидов в осенний период на озимых культурах. На люцерне второго года выращивания рекомендован зенкор, с.п. (1,4 кг/га) на старовозрастных посевах клевера и люцерны – керб ω, с.п. (3-5 кг/га) рано весной до отрастания культуры, а на землянике 2-3 года выращивания гексилур, с.п. (2-5 кг/га) весной до всходов сорняков.

2-й момент этого периода – когда всходы сорняков и культуры развиваются одновременно. В этот момент используют гербициды избирательные к защищаемой культуре, а обработку ведут в устойчивую фазу ее развития. Например – на зерновых в фазу кущения используют гербициды на основе 2,4 –Д и 2М-4Х; на луке - севке и луке-репке – семерон в фазе 3-5 листьев – 2,4 –Д, лонтрел; на льне – долгунце в фазе «елочки» – 2М-4Х, лонтрел; на моркови в фазе 1-2 настоящих листьев – гезагард, малоран.

В современном ассортименте гербицидов есть ряд противозлаковых гербицидов (зеллек – супер, набу – С, тарга, фюзилад – супер и др.) срок обработки которыми не зависит от фазы развития культуры, а определяется фазой развития злаковых сорняков – у малолетних 3-5 листьев, а пырей при высоте 10-15 см.

Для борьбы с сорняками на плодовых, цитрусовых, виноградниках используют раундап (2-8 л/га), баста (3-5 л/га) весной или летом (в мае – июле), а на землях не сельскохозяйственного пользования – в

июне – августе по вегетирующим сорнякам или в период их активного роста.

Аналогично эти гербициды используются в парах в весенне – летний период.

Представляет практический интерес обработка посевов зерновых, сои, льна – долгунца за 2 недели до уборки раундапом (2-4 л/га) с целью подсушивания культуры и частичного подавления сорняков.

Важным моментом эффективной борьбы с сорняками являются способы использования гербицидов. Они в практике защиты растений используются следующими способами: опрыскивание, подача препарата в толщу воды из контейнера, инъекция в стволы древесных пород, нанесение рабочего состава гербицида на листья сорняков при контакте их со смоченным им рабочим органом, сухой рассев препарата в форме с.т.с. на обрабатываемую поверхность.

Опрыскивание до сих пор остается основным способом использования гербицидов. Оно осуществляется с помощью ручных, тракторных и авиационных опрыскивателей. При этом гербициды используются в форме с.п., к.с., к.э., в.к., в.г., в.д.г., м.к., с.т.с., в.р. По расходу рабочей жидкости опрыскивание может быть: обычным или многолитражным (400-2000 л/га, малообъемным (МО) – 10-100 л/га и ультрамалообъемным (УМО)- до 10 л/га.

Для борьбы с водорослями, подводными и плавающими сорняками в оросительных и дренажно – сбросных каналах может быть использована подача препарата из контейнера непосредственно в толщу воды при определенном режиме расхода рабочей жидкости. Для этого используется гербицид Магнацид Н, ж. (960 г/л акролеина). Он подается под давлением из контейнера (2-3) в толщу воды канала в течение от 15 минут до 8 часов (оптимальная доза 5 мл/л за 6 часовой период). N = 1-15 мл\л. С.о. 2 дня.

В практике защиты растений приходится использовать гербициды для улучшения породного состава лесных массивов или для уничтожения нежелательной древесной растительности на каких – то участках. Для этого используют инъекцию препарата в стволы древесных пород. Например, 2,4 – диметиламинная соль в форме отечественного препарата луварам, в.р. \*610 и 750 г/л кислоты) используется в лиственных и лиственнохвойных древостоях для уничтожения осины, березы, ольхи и др. пород путем инъекции препарата 2,6-4,6

(2,1-3,7) л/га в июне – августе 1-2 раза за период выращивания. Аналогично используется и раундап, в.р. (360 г/л) N= 0,2-0,4 г д.в.\1 дер. (молодых деревьев) и 1,5-3 г.д.в. на 1 дерево (приспевающие деревья) один раз в сто лет.

Интересным с точки зрения экологической безопасности и избирательности гербицидов является использование их контактным способом. Когда вместо штанги с распылителями используется труба: постоянно смачивающейся рабочим составом гербицида поверхностью проходит по листьям высокостебельных сорняков верхнего яруса травостоя и смачивает их при контакте. При этом рабочий состав не сносится за пределы поля и не контактирует с культурой. При этом способе могут использоваться гербициды, предназначенные для обработки вегетирующих сорняков, но с учетом фазы их развития.

С 1996 года впервые в России в Краснодарском крае для прополки риса стали применять авиационный рассев препарата Лондакс, с.т.с. (600 г/кг бежульфуран – метила) без разбавления водой на 10 дней раньше традиционного срока опрыскивания против широколистных и осоковых сорняков. Этот способ позволил увеличить биологическую эффективность гербицида до 83,6% (79,6% при опрыскивании) получить 2,4 ц/га прибавку урожая риса, снизил затраты хозяйства на подвоз воды и приготовление рабочей жидкости, улучшения санитарно – гигиенических условий работы обслуживающего и летно – технического персонала (самолет АН –2 с аппаратурой УАРТ – 1,  $v = 160$  км/ч, H=5 м, Ш= 15м.)

## ***Гербициды для химической прополки основных***

### ***сельскохозяйственных культур***

#### ***Зерновые колосовые культуры***

Для борьбы с двудольными малолетними сорняками продолжает использоваться гербицид 2М-4Х в виде диметиламинных, калиевых и натриевых солей и их смесей в форме в.р., в.р.к., в.к. Эта группа представлена в современном ассортименте препаратами: 2М-4Х, в.р.к5. (750 г/л), Агроксон, в.р.к. 9750 г/л), Дикопур М, в.р. (750 и 400 г/л), хвостокс экстра, в.р. (300 г/л), Агритокс, в.к. (500 г/л).

Аналогичным ассортиментом препаратов представлен гербицид 2,4 – Д в форме в.р.к. диметиламинных солей (гербоксон, дезормон,

дикамин Д, дикопур Ф, луварам с различным содержанием действующих веществ), к.э. малолетучих эфиров (октапон, к.э., 450 г/л). Все они эффективны против малолетних двудольных сорняков, а препарат эстерон, к.э. (564 г/л) сложного 2- этилгексилового эфира уничтожает еще и бодяк полевой. Для расширения спектра действия рекомендованы комбинированные препараты солей и эфиров 2,4 –Д с дикамбой 9.

Диален, диален – супер, чисталан с лонтрелом (лонтрим), с производными фенилмочевин (трезор, фенфиз, октиген). Они эффективны против малолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4 – Д и 2М – 4Х сорняков и некоторых многолетних двудольных (осоты, горчак). Представляет практический интерес комбинация диметиламинных солей 2,4 – Д с сложным бутоксипропиловым эфиром флуроксипира в виде препарата Лангрет, к.э. (450 +80) уничтожающего еще и вьюнок полевой.

Большая группа гербицидов для борьбы с малолетними двудольными, в т.ч. устойчивыми к 2,4 – Д и 2М-4Х сорняками представлена препаратами: гродил, в.д.г., базагран и базагран М , в.р.к., парднер 9бромотрил), к.э., бюктрил Д, к.э., линтур, в.д.г., дифезан, в.р., дуплозан Д.П., в.р.к., аврора, в.г., астикс, в.к., зирал, к.с., хармони, с.т.с., сатис, с.п., гранстар, с.т.с., старанс, к.э., кросс, в.д.г., ковбой, в.д.г.

Значительное количество препаратов предназначено для борьбы с малолетними двудольными и злаковыми сорняками: толкан, с.п.; кварц – супер, в.к.с.; ассерт, с.х.; стомп, к.э.; игран, с.п.; пума – супер комби, к.э.; рейсер, к.э.; малоран, с.п.

На яровых культурах малолетние злаковые сорняки подавляет гербицид иллоксан, к.э.; а также гербициды топик, к.э., пума – суперо 75, пума – супер 100, к.э., содержащие антидот. Их можно использовать и на озимых культурах.

Большое внимание в современном ассортименте гербицидов уделяется раундапу, в.р. и его аналогам. Он эффективно уничтожает все сорняки в послеуборочный период при подготовке поля под посев яровых культур. Норма расхода гербицида составляет 2-4 л/га для малолетних сорняков и 6-10 л/га для многолетних. Эффективность гербицида повышается при проведении агротехнических мероприятий (лушение, вспашка) в системе зяблевой обработки почвы.

## Кукуруза

В современном ассортименте гербицидов эта культура обеспечена 25 препаратами. Для борьбы с малолетними двудольными сорняками рекомендована диметиламинная соль 2,4 – Д в форме в.р. Это препараты: дезармон, дикамин Д, ликопур ф, луварам, а препарат эстерон, к.э. (564 г/л) на основе сложного 2- этилгексилового эфира эффективен и против некоторых многолетних двудольных (осоты). С таким же спектром действия рекомендованы смеси 2,4 – Д с дикамбой в виде препаратов: диален, в.р. (342 +34,2 г/л), диален – супер, в.р. (344 +120 г/л), чисталан, к.э. (376 +54 г/л).

Проблему борьбы с малолетними двудольными сорняками, устойчивыми к 2,4-Д, решают препараты базагран, в.р.к. (480 г/л), камбио, в.к. (320 + 80 г/л), парднер (бромотрил), к.э. (225 г/л), бюк-трил Д, к.э. (225 +225 г/л), банвел, в.р. (480 г/л).

Для уничтожения малолетних злаковых и двудольных сорняков используются: фронтьер, к.э. (900 г/л), мерлин, в.д.г., 9750 г/л), дуал и дуал голд, к.э. (960 г/л), примэкстра, к.с. (380 +170), стопп, к.э. (330), рейсер, к.э. (250 г/л), трофи и харнес, к.э. 9900 г/л0, хьармони, с.т.с. (750 г/л).

В посевах кукурузы большой вред наносят не только многолетние злаковые сорняки (пырей, гумей, свинорой и др.) борьба с которыми представляет определенную трудность. В современном ассортименте для борьбы с ними рекомендованы гербициды: милагро, к.с. (40 г\л); титус, с.т.с. (250 г/л); базис, с.т.с. (500=250 г/л); алирокс (ниптан, эрадикан 6Е), к.э. (720 г/л).

Осоты, ромашка непахучая, горцы хорошо уничтожаются препаратом лонтрел 300 или биклон, в.р. (300 г/л).

Как и для зерновых культур при подготовке поля под кукурузу эффективно используется раундап, в.р. (360 г/л).

## Картофель

В посадках этой культуры для борьбы с малолетними двудольными сорняками традиционно продолжает использоваться 2М-4Х в виде водного раствора натриевых, калиевых и диметиламинных солей. Это препараты: хвастокс – экстра, в.р. (300 г/л), агритокс, в.к. (500 г/л) Значительное количество препаратов рекомендовано для борьбы с малолетними одно- и двудольными сорняками: зенкор, с.п.

(500 г/кг), спомп, к.э. (330 г/л), гезагард, с.п. (500 г/кг), топогард, с.п. (350+150 г/кг), рейсер, к.э. (250 г/л).

В современном ассортименте больше внимания уделено борьбе с малолетними и многолетними злаковыми сорняками. Для этих целей рекомендованы гербициды: пантера, к.э. (40 г/л), центурион, к.э. (240 г/л), титус, с.т.с. (250 г/кг), фюзилад – супер, к.э. (125 г/л), тарга, к.э. (100 г/л) и тарга – супер, к.э. (51,6 г/л).

Практически отсутствуют гербициды для борьбы с многолетними двудольными корнеотпрысковыми сорняками в период вегетации культуры. Поэтому особое внимание должно быть уделено этим сорнякам при подготовке поля под картофель, т.е. применению раундапа или его аналогов в послеуборочный период.

### Сахарная и кормовая свекла

В посевах этой культуры большое внимание уделяется борьбе с малолетними двудольными сорняками. Для этого рекомендованы гербициды: бетанал АМ, к.э. (157и 320 г/л), бетанал С, к.э. (80+80), бетанал АМ 11, к.э. (80+80 и 160+160), буферен ФД 11 (битап ФД 11, десфен ФД 11), к.э. (80+80 г/л), голтикс, с.п. (700 г/кг), карибу, с.п. (500 г/кг), бетоксон, к.с. (430 г/л), пирамин, с.п.(650 г/кг), пирамин ФЛ, к.с. (430 г/л), пирамин турбо, к.с. (520 г/л), реджио, к.с. (300+50+50), экспандер, к.с. (300 +100).

Не менее значимой является борьба с малолетними двудольными и злаковыми сорняками. Для борьбы с ними рекомендованы: фроттьер, к.э. (900 г/л), гексилур, с.п. (800 и 545 г/кг), дуал, к.э. (960 г/л), дуал – голд, к.э. (900 г/л), бетанал прогресс АМ, к.э. (60+60+60), флирт, к.с. (418+42), гиабет, к.с. (720 г/л), витокс, к.э. (720 г/л).

Значительное количество препаратов рекомендовано для борьбы с малолетними и многолетними злаковыми сорняками: зеллек – супер, к.э. (104 г/л), пантера, к.э. (40 г/л), центурион, к.э. (240 г/л), селект, к.э. (120 г/л), шогун, к.э. (100 г/л), фюзилад – супер, к.э. (125 г/л), тарга, к.э. (100 г/л), алирокс (ниптан, эрадикан 6 Е), к.э. (720 г/л + антидот).

В случае засорения почвы малолетними злаковыми сорняками эффективно применение: иллоксана, к.э. (248 г/л), набу – С, мкэ (117 г/л), фурорс – супер 7,5, ЭМВ (69 г/л).

И на этой культуре слабым местом остается борьба с многолетними корнеотпрысковыми двудольными сорняками в период вегетации. Для этих целей рекомендован один гербицид лонтрел 300, в.р. (300 г/л) и только на сахарной свекле. Этот пробел можно восполнить, используя гербицид раундап, в.р. (360 г/л) в осенний период при подготовке поля под свеклу.

### Ранс

Эта культура получает все большее распространение в Нечерноземной зоне. Для борьбы с малолетними двудольными сорняками рекомендован гербицид девринол, с.п.(500 г/кг), а с малолетними двудольными и злаковыми: бутизан С, к.с. (500 г/кг), керб ω, с.п. (500 г/кг), трефлан, к.э. (300 г/кг).

Однолетние и многолетние злаковые сорняки уничтожаются гербицидом фюзилад – супер, к.э. (125 г/л), а многолетние двудольные корнеотпрысковые – лонтрелом 300, в.р. (300 г/л).

### Люпин

Для защиты этой культуры от малолетних злаковых сорняков рекомендованы: набу – С, мкэ (117 г/л), поаст, к.э. (186 г/л), поаст – супер, к.э. (117 г/л), а малолетних двудольных и однодольных сорняков: гезагард, с.п. (500 г/кг), трефлан, к.э. (300 г/л).

Многолетние злаковые сорняки эффективно уничтожают гербициды: пиват, в.к. (100 г/л), фюзилад – супер, к.э. (125 г/л).

При подготовке поля под эту культуру можно использовать раундап, в.р. (360 г/л).

### Гречиха

Эта культура слабо обеспечена гербицидами. Единственным гербицидом для борьбы с малолетними двудольными сорняками рекомендован 2,4 Д в виде различных солей: гербоксон, в.р.к., дезармон, в.р., дикамин – Д, в.р., дикопур Ф, в.р., лувараш, в.р., раундап осенью.

### Лен – долгунец

В новом ассортименте эта культура хорошо обеспечена гербицидами.

Традиционно для борьбы с малолетними двудольными сорняками используется 2М – 4Х, в.р.к. (750), хвостокс экстра, в.р. (300), агритокс, в.к. (5000 и ленок, в.д.г., а с устойчивыми к этому гербици-

ду малолетними двудольными: базагран, в.р.к. (480 г/л), базагран М, в.р.к. (250+125), хармони, с.т.с. (750 г/кг).

Несколько препаратов рекомендовано против малолетних одно- и двудольных: дуал, к.э. (960 г/л), нитран, к.э. (300), а также против малолетних злаковых: авидекс БВ, к.э. (480), триаллат, к.э. (425), фурорс – супер 7,5, э.м.в. (69), витокс (хаптам, эптам 6Е), к.э. (720)

Имеется значительное количество препаратов для борьбы с малолетними и многолетними злаковыми сорняками: зеллек – супер, к.э. (104), пантера, к.э. (40 г/л), центурион, к.э. (240), набу –С, м.к.э. (117), поаст, к.э. (186 г/л), фюзилад – супер, к.э. (125), тарга, к.э. (100), шогун, к.э. (100).

Для борьбы с осотами, ромашкой, горцами хорошо зарекомендовал себя лонтрел 300 или биклон, в.р. (300).

При подготовке поля под лен эффективно послеуборочное опрыскивание сорняков раундапом.

### Клевер

Борьба с сорняками на многолетних бобовых травах имеет большое значение, т.к. поле занимается этими культурами несколько лет. Борьба с сорняками должна начинаться осенью при подготовке поля под клевер. В этот период эффективно использование раундапа в послеуборочный период предшественника.

Весной до посева беспокровной культуры (клевер, люцерна, овес) для борьбы с малолетними одно- и двудольными сорняками используют витокс (хаптам, эптам 6Е), к.э. (720 г/л) с немедленной заделкой. После появления первого тройчатого листа при беспокровной культуре клевера полевого, ползучего можно использовать препараты на основе 2М-4Х (агритокс, в.к. (500 г/л) или 2,4 Д (дезармион, в.р. (600), дикамин Д, в.р. (600), дикопур Ф, в.р. (600), луварам, в.р. (600)., а если клевер высевается под покров зерновых яровых культур эти же препараты используются в фазе кущения покровной культуры или первого тройчатого листа у клевера. В этот же срок ведут борьбу и с устойчивыми к 2,4Д и 2М-4Х малолетними двудольными сорняками с помощью базаграна, в.р.к (480 г/л) и базаграна М, в.р.к. (250 +125)

После уборки покровной культуры через 3-4 недели при  $N_{\text{сорн}} = 5-10$  см или после ранневесеннего подкашивания культуры можно

боротья с малолетними и многолетними злаковыми сорняками с помощью гербицида фюзилад – супер, к.э. (125 г/л).

В первый и второй год вегетации клевера и семенных посевах можно использовать препараты на основе 2М-4Х, базагран в период отрастания до стеблевания при высоте клевера 10-15 см.

На старовозрастных посевах клевера для уничтожения однолетних и многолетних злаковых и некоторых двудольных используют керб ω, с.п. (500 г/кг) рано весной до отрастания культуры или поздно осенью в зонах с достаточным увлажнением.

### Люцерна

Схема борьбы с сорняками на люцерне аналогична клеверу: осенью при подготовке поля – раундап; весной до посева (с заделкой) – нитран (трефлан), к.э. (300 идр), витокс (хиптам, эптам 6Е), к.э. (720 г/л) – против малолетних одно- и двудольных сорняков, а алирокс (ниптан, эрадикан 6Е), к.э. (720 г/л) – еще и против многолетних злаковых (пырей, гумай, свиной)

При появлении первого тройчатого листа у люцерны при покровной и беспокровной культуре можно использовать базагран, в.р.к. (480 г/л) против однолетних двудольных сорняков.

После первого укоса через 7-10 дней для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми и однолетними двудольными сорняками, в т.ч. повилики, используют пиват, в.к. (100 г/л).

На семенных посевах в фазе 3-4 тройчатых листьев до смыкания рядков используют керб ω, с.п. (500 г/кг) против повилики. Им можно опрыскивать против однолетних и многолетних однодольных и некоторых двудольных сорняков старовозрастные посева весной до отрастания или поздно осенью в зонах достаточного увлажнения.

Семенные посева второго года выращивания против однолетних одно- и двудольных сорняков опрыскивают зенкором, с.п. (700 г/кг) весной до отрастания культуры.

### Горох

Борьба с сорняками на этой культуре начинается осенью в послеуборочный период предшественника применением раундапа, в.р. (360 г/л) или его аналогов по вегетирующим сорнякам.

Весной до посева против овсяга в почву вносится авидекс БВ или триллат, к.э. (480 или 425 г/л), 1,7-3,4 л/га (с обязательной задел-

кой). Если посеы засорены малолетними и многолетними злаковыми и малолетними двудольными, то в первые 1-2 дня поле посева рекомендуется опрыскивание почвы пивотом, в.к., (100 г/л) 0,5-0,8 л/га или в фазе 3-6 листа у культуры. В эту же фазу можно использовать базагран, в.р.к. (480 г/л), 3л/га против малолетних двудольных сорняков или препараты на основе 2М-4Х (хвастокс экстра, в.р. (300 г/л), агритокс, в.к. (500 г/л), 0,5-0,8 л/га.

Для борьбы с малолетними и многолетними злаковыми сорняками рекомендован фюзилад – супер, к.э. (125 г/л), 1-2 л/га в фазу 4-5 листьев у гороха.

### Капуста

Борьба с сорняками на капусте начинается с осени при подготовке поля под эту культуру. В это время используется раундап, в.р. (360 г/л). Он эффективен со всеми видами сорняков. Гибель сорняков увеличивается при проведении последующих лущения и вспашки.

Весной для борьбы с малолетними одно- и двудольными сорняками почву до высадки рассады опрыскивают трефланом, к.э. (240 г/л) с немедленной заделкой (4-6 л/га.)

После высадки рассады через 1-2 недели против малолетних двудольных сорняков используют семерон, с.п. (250 г/кг), 1,6-2,4 кг/га (или в фазе пяти листьев при безрассадном способе), а против малолетних одно- и двудольных- бутизан С, к.с. (500 и 400 г/л) 1,5-2 л/га. с обязательным последующим поливом или стомп, к.э. (330 г/л) 3-6 л/га. В это же период против осота, ромашки, горцев можно использовать лонтрел 300, в.р. (300 г/л) 0,2-0,5 л/га.

В современном ассортименте гербицидов интересен целый ряд противозлаковых препаратов, которые используют по вегетирующим сорнякам независимо от фазы развития культуры. Это гербициды – пантера, к.э. (40 г/л) 0,75-1 и 1-1,5 л/га; набу –С,м.к.э. (117 г/л) 1-3 и 3-5 л/га; поаст, к.э. (186 г/л) и поаст – супер, м.к.э. (117 г/л); фурорс – супер 7,5, э.м.в. (69 г/л) 0,8-1,2 л/га; фюзилад – супер, к.э. (125 г/л) 1-1,5 и 2-4 л/га; тарга – супер, к.э. (51,6 г/л). Эти гербициды используются в фазе 2-4 листьев у малолетних сорняков и высоте пырея и др. многолетних злаковых сорняков – 10-15 см.

### Морковь

Борьба с сорняками на моркови тоже начинается с осени при подготовке поля под эту культуру. В послеуборочный период используют раундап и его аналоги, в.р., (360 г/л), 2-4 и 6-8 л/га.

Весной до посева или одновременно с ним почву опрыскивают трефланом, к.э. (240 г/л) 3-4 л/га (с немедленной заделкой) против малолетних двудольных и однодольных сорняков, с этой же целью, но до всходов культуры можно использовать гезагард, с.п. (500 г/кг) 2-3 кг/га; стомп, к.э. (330 г/л) 3-6 л/га; рейсер, к.э. (250 г/л) 2-3 л/га или малоран, с.п. (500 г/кг) 3-4 кг/га, но уже в фазе 1-2 листьев у моркови.

Для борьбы с малолетними и многолетними злаковыми сорняками независимо от фазы развития культуры используют: пантера, к.э. (40 г/л), 0,75-1 и 1-1,5 л/га; центурион, к.э. (240 г/л) 0,2-0,4 и 0,7-1 л/га; набу С, м.к.э. (117 г/л) 1-3 и 3-5 л/га; фурорс – супер 7,5, э.м.в. (69 г/л) 0,8-1,2 л/га; тарга, к.э. (100 г/л) 1-2 и 2-3 л/га; тарга – супер, к.э. (51,6 г/л) 1-2 и 2-3 л/га. Опрыскивание проводится в фазе 2-6 листьев у малолетних сорняков и при высоте пырея 10-15 см.

### Лук

Борьба с сорняками на луке начинается осенью при подготовке поля под эту культуру. В послеуборочный период по вегетирующим сорнякам используют раундап и его аналоги, в.р. (360 г/л) 2-4 и 6-8 л/га.

Весной на семенных посадках до высадки лука почву опрыскивают трефланом, к.э. (240 г/л) 6-8 л/га (с немедленной заделкой) против малолетних одно- и двудольных сорняков.

С этой же целью, но до всходов лука всех генераций используют стомп, к.э. (330 г/л) 2,3-4,5 л/га, а против малолетних двудольных в фазе 2-3 листьев у лука сорняки опрыскивают семероном, с.п. (250 г/кг) 1,4-2,8 кг/га или гоалом 2Е, к.э. (240 г/л) 0,5-1 л/га. Для борьбы с малолетними и многолетними злаковыми сорняками на луке всех генераций рекомендованы: набу С, м.к.э. (117 г/л), поаст, к.э. (186 г/л), поаст – супер, м.к.э. (117 г/л) 1-3 и 3-5 л/га; пантера, к.э. (40 г/л) 0,75-1 и 1-1,5 л/га; центурион, к.э. (240 г/л) 0,2-0,4 и 0,7-1 л/га; фурорс – супер 7,5, э.м.в. (69 г/л) 0,8-1,2 л/га; фюзилад – супер, к.э. (125 г/л) 1-1,5 и 2 – 4 л/га; тарга, к.э. (100 г/л) и тарга – супер, к.э. (51,6 г/л) 1-2 и 2-3 л/га. Опрыскивание осуществляется в фазе 2-6 листьев у малолет-

них сорняков и при высоте пырея 10-15 см. независимо от фазы развития культуры.

### Чеснок

Борьба с сорняками на этой культуре начинается осенью при подготовке поля под эту культуру. В этот период можно использовать раундап, в.р. (360 г/л) и его аналоги для яровых сортов, а для озимых опрыскивание проводят при ранней уборке предшествующей культуры или в парах.

До посадки чеснока весной или осенью (озимые сорта) для борьбы с малолетними одно- и двудольными сорняками почву опрыскивают трефланом, к.э. (240 г/л) 4-6 л/га (с немедленной заделкой) или до всходов культуры используют стомп, к.э. (330 г/л) 3-6 л/га или гезагард, с.п. (500 г/кг) 3-5 кг/га.

### Томат открытого грунта

Борьба с сорняками на этой культуре начинается с послеуборочного опрыскивания вегетирующих сорняков раундапом, в.р. (360 г/л) 2-4 и 6-10 л/га.

Весной до посева или до всходов (при безрассадной культуре) против малолетних одно- и двудольных сорняков можно использовать: девринол, с.п. (500 г/кг) 4-8 кг/га; до посева – трефлан, к.э. (240 г/л) 4-6 л/га (с немедленной заделкой); до всходов – стомп, к.э. (330 г/л) 3-6 л/га или в фазе 2-4 листьев культуры – зенкор, с.п. (700 г/л) 0,7 л/га.

При рассадной культуре с этой же целью используют до высадки рассады: зенкор, 1,1-1,4 кг/га; стомп, 3-6 л/га; трефлан, 4-6 л/га или через 15-20 дней после высадки зенкор – 1 л/га.

Для борьбы с малолетними и многолетними злаковыми сорняками используют набу С, м.к.э. (117 г/л), поаст, к.э. (180 г/л), поаст – супер, м.к.э. (117 г/л) 2,5-5 л/га; фюзилад- супер, к.э. (125 г/л) 1-1,5 и 2-4 л/га; тарга – супер, к.э. (51,6 л/га) 1-2 и 2,4 л/га. опрыскивание осуществляют или в фазу 1-2 настоящих листьев у культуры или через 15-20 дней после высадки рассады (при высоте сорняков 10-15 см.)

### Огурец открытого грунта

Борьба с сорняками на этой культуре начинается с осеннего внесения раундапа, в.р. (360 г/л) или его аналогов по вегетирующим сорнякам, 2-4 и 6-8 л/га.

Весной за 15 дней до посева почву опрыскивают против малолетних одно- и двудольных сорняков трефланом, к.э. (240 г/л) 1,8-2,4 л/га (с немедленной заделкой). С этой же целью в этот же срок или до всходов культуры рекомендуются: дуал, к.э. (960 г/л) 1,1-2,1 л/га, девринол, с.п. (500 г/кг) 6 кг/га.

Для борьбы со злаковыми малолетними и многолетними сорняками используют: набу С, м.к.э. (117 г/л), поаст, к.э. (186 г/л), поаст – супер, м.к.э. (117 г/л) 1-3 и 3-5 л/га; тарга – супер, к.э. (51,6 г/л) 1-2 и 2-4 л/га в фазе 2-6 листьев у сорняков или при высоте пырея 10-15 см.

### Зеленные культуры

При подготовке поля под эти культуры используют осенью в послеуборочный период раундап, в.р. (360 г/л) и его аналоги.

Весной основным гербицидом для борьбы с малолетними двудольными и однодольными сорняками является гезагард или прометрин, с.п. (500 г/кг). Он применяется после посева до всходов культуры.

На посевах петрушки корневой разрешено использовать стомп, к.э. (330 г/л) 3 л/га. Опрыскивание следует проводить в течение первых двух дней после посева против малолетних однодольных и двудольных сорняков.

### Земляника

Основным требованием при подготовке поля под плантацию земляники – это максимальное освобождение ее от многолетних сорняков. В этот период может использоваться раундап, в.р. (360 г/л) в сочетании с последующими приемами обработки почвы. Особое внимание нужно уделять борьбе с сорняками в предыдущих полях земляничного севооборота.

В современном ассортименте гербициды на вегетирующей землянике разрешено только два гербицида: гексилур, с.п. (800 и 545 г/кг), 2,5-5 кг/га до всходов сорняков начиная со второго года вегета-

ции земляники против малолетних однодольных и двудольных сорняков и лонтрел 300, в.р. (300 г/л) 0,5-0,6 л/га после сбора урожая против осотов, щавеля, одуванчика, горцев, ромашки.

Плодовые, цитрусовые, виноградники, ягодники

На этих культурах при закладке сада или плантаций ягодных культур необходимо как можно полнее уничтожить многолетние сорняки, используя раундап, в.р. (360 г/л) в сочетании с последующей обработкой почвы.

На вегетирующих культурах гербициды применяют на 2-3 год после посадки. Современный ассортимент гербицидов предлагает для борьбы с малолетними двудольными сорняками гоал 2Е, к.э. (240 г/л) 4,2-8,4 л/га в яблоневоом саду на сильных и среднерослых подвоях. Опрыскивание проводят по вегетирующим сорнякам при высоте их 10-15 см, но при условии защиты культуры.

В качестве общеистребительных гербицидов разрешено использование на плодовых, цитрусовых и винограднике раундапа, в.р. (360 г/л) 2-4 и 4-8 л/га по вегетирующим сорнякам весной или летом при условии защиты культуры, а также гербицид баста, в.р. (200 г/л) 3-5 л/га по вегетирующим сорнякам 1-2 раза за сезон при условии защиты культуры. Баста – единственный гербицид, разрешенный на ягодных культурах.

Для борьбы с малолетними и многолетними злаковыми сорняками на плодовых, цитрусовых и винограднике разрешен ряд гербицидов: набу С, м.к.э. (117 г/л) 4-5 л/га (плодовые и цитрусовые) и 1-2 л/га (виноградники; фюзилад – супер, к.э. (125 г/л) 1-1,5 и 4-6 л/га; тарга, к.э. (100 г/л) 1-2 и 2-3 л/га; тарга – супер, к.э. (51,6 л/га) 3-4 л/га (плодовые и цитрусовые). Опрыскивание проводят в фазе 2-6 листьев у малолетних сорняков и при высоте пырея или других многолетних злаковых сорняков 10-15 см.

## Глава 3. МЕТОДЫ УЧЕТА ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ

При разработке и проведении мероприятий по борьбе с сорняками необходим систематический учет их в посевах всех сельскохозяйственных культур. Для оценки засоренности используют показатели обилия (численность, масса, объем, проективное покрытие), а также встречаемость и ярусность сорняков в посевах. В зависимости от поставленных программой целей и уровня ответственности исследований используют количественные или глазомерные методы.

### 3.1. Количественные методы

Количественные, или инструментальные методы основаны на учете сорных растений с помощью различных инструментов (рамки, весы, мерные линейки, эталоны и т.п.). По своему исполнению они трудоемки и используются главным образом в научно-исследовательской работе.

**Численность и масса.** Под численностью (отдельных видов, их групп, всех сорняков или всех растений агрофитоценоза) понимают число особей (стеблей) растений, приходящееся на единицу площади ( $1\text{ м}^2$ ).

Численность ( $A$ ) рассчитывают по формуле:

$$A = \frac{a}{ns} = \frac{a}{S},$$

где  $a$  – число встреченных особей (стеблей) растений;  $n$  – число учетных, или пробных площадок;  $s$  – величина учетной площадки, в  $\text{м}^2$ ;  $S$  – общая учетная площадь, в  $\text{м}^2$ .

Численность сорняков определяют непосредственным подсчетом их стеблей на пробных площадках, выделяемых с помощью рамки известного размера. Наиболее удобны рамки прямоугольной формы при отношении ширины к длине от 1:1 до 1:3. На культурах сплошного посева (зерновые, лен, травы) применяют квадратную рамку, располагая ее так, чтобы один из рядков посева совпал с ее большей диагональю. В пропашных культурах удобнее использовать

прямоугольные рамки. При широкорядном посеве ширина рамки должна быть кратна расстоянию между соседними рядками, а длина произвольная. При гнездовом посеве ширина рамки должна быть кратна ширине междурядий, а ее длина кратна расстоянию между гнездами в рядке.

Минимальный размер пробной площадки для учета малолетних сорняков в большинстве случаев не должен быть менее 0,25 м<sup>2</sup>, а многолетних – не менее 3 м<sup>2</sup>.

При однократном учете сорняков пробные площадки накладывают в процессе выполнения работы. Если таких учетов предполагается провести несколько, то выделяют стационарные площадки, которые закрепляют колышками или вешками, а на схематическом плане делают их привязку.

Численность сорняков определяют по каждому виду или по каждой хозяйственно-биологической группе.

Массу всех наземных органов растений выражают в граммах на единицу площади (1 м<sup>2</sup>). Она характеризуется тремя величинами: массой живых растений (сырая масса), их абсолютно-сухой массой и массой растений в воздушно-сухом состоянии, из которых первые две наиболее важны.

Оценка обилия сорняков в посевах более полно достигается при одновременном определении их численности и массы. В этом случае с площадки, ограниченной сторонами рамки, сорняки выбирают и помещают в полиэтиленовый пакет, чтобы не допустить их высыхания.

В лаборатории сорняки разбирают по видам или определенным группам, подсчитывают, отрезают по уровню корневой шейки сохранившиеся корни и взвешивают.

Результаты засоренности посевов записывают по определенной форме, которая содержит сведения не только по отдельным видам и группам сорняков, но и по всему полю в целом (табл. 3).

Таблица 3

## Ведомость численности и массы сорных растений в посеве

№ пш.	Вид или группа сорняков	Номер пробной площадки						Сумма по всем пло- щадкам		Среднее на 1 м <sup>2</sup>	
		1		2		и т.д.		штук	масса	штук	масса
		штук	масса	штук	масса	штук	масса				
1											
2											
и т.д.											
Всего											

**Проективное покрытие.** Проективным покрытием называют долю площади поверхности почвы, занятую горизонтальной проекцией надземных частей растений, выраженную в процентах. Однако в посевах надземные органы растений часто перекрывают друг друга. Поэтому, понимая проективное покрытие обычно в широком смысле, применительно к агрофитоценозам различают:

частное покрытие, или проективное обилие, - проективное покрытие отдельных групп или видов растений;

ярусное покрытие – проективное покрытие частями растений каждого отдельного яруса;

ярусное перекрытие, под которым понимают долю проекции нижнего яруса, перекрытую проекцией расположенного выше сообщества;

проективная полнота – площадь проекции надземных органов растительного сообщества в целом;

общее покрытие – площадь горизонтальной проекции всех надземных частей растений при условии, что их надземные органы не перекрываются.

Поэтому общее покрытие, особенно для многовидовых и хорошо сомкнутых сообществ может быть более 100 %.

Проективное покрытие характеризует как численное обилие, так и массу надземных органов сообщества в целом или отдельных его видов.

*Определение общего проективного покрытия по методике Л.Г. Раменского* выполняется следующим образом. На посев накладывают рамку определенного размера. Затем глядя вертикально вниз на ограниченную ею площадку, мысленно сдвигают проекции надземных органов сорняков к одной стороне площадки и определяют на глаз долю покрываемой ими площади.

Для повышения точности определения проективного покрытия ( $\pm 5\%$ ) используют масштабные вилочки и шкалы эталоны. Масштабная вилочка имеет форму прямоугольной рамки без одной стороны и разделенную зубцами на площадочки, величины которых в долях общей площади вилочки известны.

Масштабную вилочку осторожно вводят в горизонтальном положении в стеблестой и оценивают видимую сверху площадь розеток и пятен сорняков. Использование шкалы-эталона (рис. 1) позволяет при сопоставлении с рисунком повысить объективность оценки видимой величины проективного покрытия сорняков. Результаты учета записывают по определенной форме.

Для определения ярусности используют метод А.И. Мальцева. В сравнении с высотой зерновых культур в посевах выделяют три яруса сорняков, обозначая их римскими цифрами:

I – сорняки верхнего яруса, перерастающие данное культурное растение и возвышающиеся над ним своими верхушками (осот, бодяк и др.);

II – сорняки среднего яруса, более или менее достигающие уровня культурного растения (куколь, плевел, костер ржаной и др.);

III – сорняки нижнего яруса, растущие у самой поверхности почвы (фиалка полевая, пастушья сумка и др.).

Выделять ярусы можно с помощью мерной рейки, но чаще это делают глазомерно.

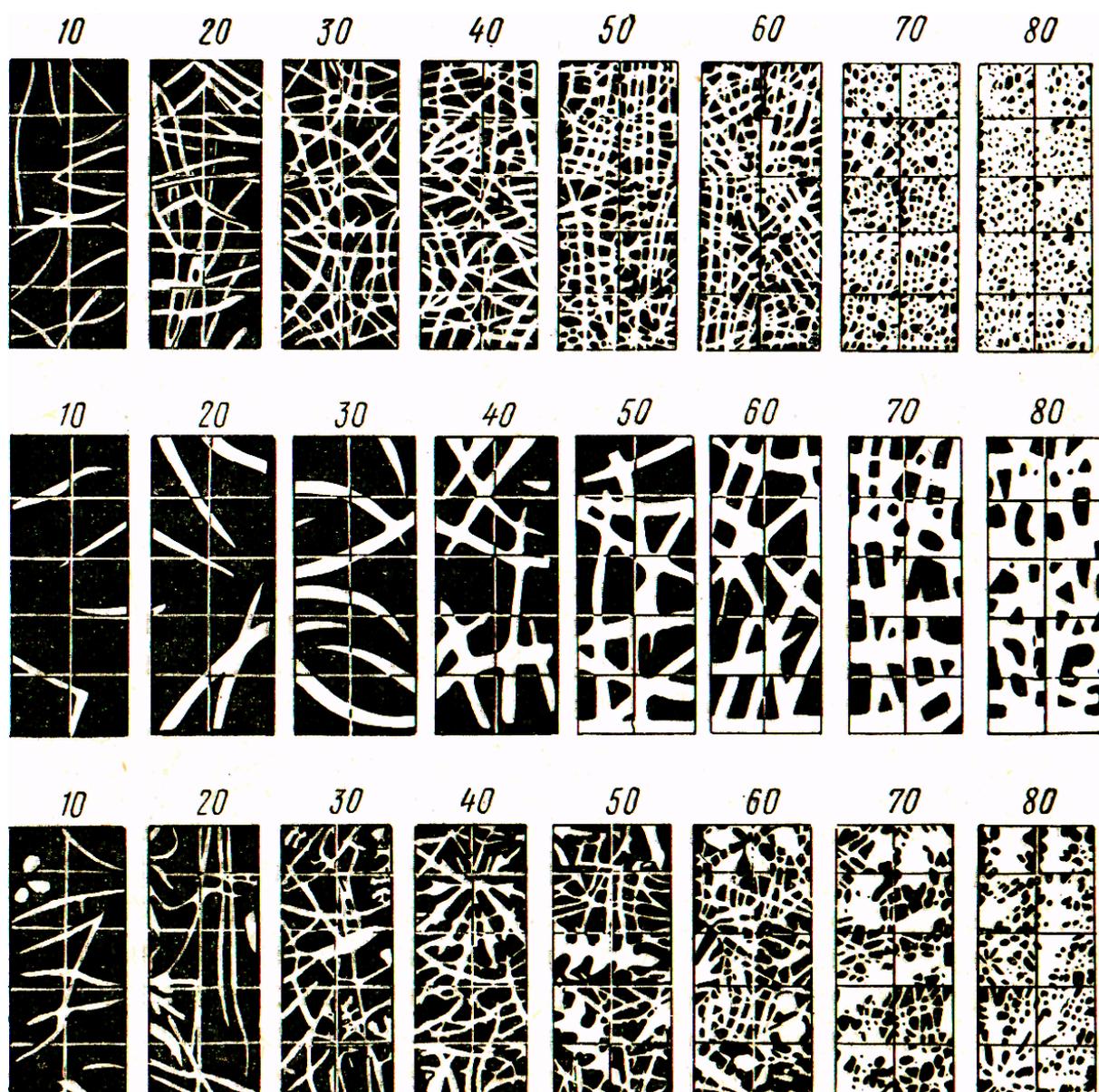


Рис. 1. Шкала эталон-рисунков полнот проективного обилия растений

**Определение ярусности.** Под ярусностью сообщества полевых растений понимают распределение сорняков над уровнем почвы в сравнении с высотой культурного растения.

**Встречаемость.** В исследуемых посевах, как правило, произрастают многие виды сорняков, что нередко приводит к необходимости определять, как часто тот или иной вид встречается в конкретном полевом сообществе.

Встречаемость рассматривают как выраженную в процентах частоту присутствия данного вида на пробных площадках по отношению к их общему количеству.

Ее рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{m \cdot 100\%}{n},$$

где R – встречаемость данного вида, в %;

m – число пробных площадок, на которых данный вид встречается;

n – общее число взятых для исследований пробных площадок.

При этом обязательно соблюдают два условия: во-первых, учитывают присутствие только таких растений, корень которых находится внутри пробной площадки; во-вторых, учитывают только присутствие на площадке растений данного вида, но не принимают во внимание число растений этого вида.

Для травянистых сообществ или посевов обычно используют небольшие площадки, которые случайно или равномерно распределяют по всему участку. Можно совмещать данный метод учета с определением численности сорняков. Осматривая площадку, устанавливают, какие виды в ней присутствуют. В полевом журнале в колонке, соответствующей номеру учетной площадки, против названия присутствующего вида вносят значок (+), а отсутствие вида обозначают прочерком (-).

## 3.2. Глазомерные методы

### 3.2.1. Глазомерно-численный метод А. И. Мальцева

В основу метода положена оценка обилия по относительной численности сорняков в сравнении с густотой стеблестоя зерновой культуры.

Засоренность выражают в баллах по шкале, ступени которой представлены в таблице 4.

Шкала имеет неравнодистанционные ступени обилия, а границы их интервалов условны. Это исключает возможность использования математических расчетов для определения баллов общей засоренности полей по обилию отдельных видов или групп сорняков.

Принцип метода и структура шкалы ступеней обилия определяют технику обследования посевов, которая состоит в следующем. Знакомясь с историей полей и состоянием посевов на них выделяют сравнительно однородные поля или их отдельные участки, которые не различаются между собой по почвенному плодородию, предшественнику, основной обработке, вносимым удобрениям, виду возделываемой культуры и т.п.

## Шкала ступеней обилия сорняков

Баллы	Характеристика ступеней обилия	Степень засоренности
1	В посевах встречаются единичные экземпляры сорняков	Слабая
2	Сорняки встречаются в посевах в незначительном количестве, немногие экземпляры их обычно теряются среди массы культурных растений	Средняя
3	Сорняки встречаются в посевах обильно, но культурные растения преобладают	Сильная
4	Сорные растения преобладают над культурными растениями, глушат их	Очень сильная

Затем такое однородное поле тщательно осматривают, проходя по одной или двум диагоналям, и наблюдают обилие каждого вида сорняков в посевах. Сразу после прохода поля по сложившемуся впечатлению дают глазомерную оценку засоренности, а в ведомость вносят только одну по биологической группе сорняков оценку в баллах. Таким образом, оценка обилия биологических групп сорняков является обобщенной для данного поля (участка) и характеризуется однократной балловой отметкой, как и общая засоренность всеми видами. Это значительно упрощает составление карты засоренности посевов, на которой биологические группы сорняков обозначают следующим образом:

- яровые* – горизонтальные штрихи или желтый цвет;
- зимующие и озимые* – косые штрихи или голубой цвет;
- двулетние* – точки или коричневый цвет;
- стержнекорневые* – скрещивающиеся косые линии или оранжевый цвет;
- ползучие* – треугольники или розовый цвет;
- луковичные и клубневые* – кружочки или черный цвет;
- мочковатокорневые* – скрещивающиеся горизонтальные и вертикальные линии или синий цвет.
- корневищные* – горизонтальные линии или зеленый цвет;
- корнеотпрысковые* – вертикальные линии или красный цвет;
- полупаразитные и паразитные* – вертикальная штриховка или фиолетовый цвет.

### 3.2.2. Глазомерно-численный метод кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА

В основу метода положена оценка обилия сорняков по их абсолютной численности на единице площади. Это позволяет определять засоренность на любой сельскохозяйственной площади и в посевах любой культуры. Шкала глазомерной оценки построена с таким расчетом, чтобы охватить весь наиболее вероятный диапазон изменения уровня засоренности полей, а математически обоснованные ступени обилия позволяют обобщать результаты обследования в целом по всему полю севообороту и т.п. (табл. 5).

*Техника обследования посевов на засоренность.* В день, предшествующий обследованию, намечают направление маршрута, который должен возможно полнее охватить подлежащую изучению площадь. Маршрут должен иметь общее направление вдоль поля. На узком длинном поле он складывается минимум из двух, а на полях компактной формы - из трех - четырех прямых или ломаных, копирующих друг друга проходов. По всей длине маршрута на схеме в зависимости от размера поля намечают не менее 9-16 мест остановки для полей размером в несколько гектар и не менее 16-25 остановок на полях большего размера.

Таблица 5

Шкала глазомерной оценки численности сорняков

Балл по ступеням засоренности	Для малолетних сорняков		Для многолетних сорняков		Степень засоренности
	интервалы классов численности, штук на 1 м <sup>2</sup>	среднее значение класса, штук на 1 м <sup>2</sup>	интервалы классов численности, штук на 1 м <sup>2</sup>	среднее значение класса, штук на 1 м <sup>2</sup>	
1	1-30	16	0,1-1,0	0,5	Очень слабая
2	31-100	65	1,1-3,0	2,0	Слабая
3	101-200	150	3,1-6,0	4,5	Средняя
4	201-300	250	6,1-10,0	8,0	Сильная
5	301-500 и более	400	10,1-15,0 и более	12,5	Очень сильная

Общее направление маршрута движения целесообразно планировать так, чтобы оно по возможности проходило поперек основной обработки почвы или поперек посева и обязательно охватывало все изменения элементов рельефа.

Затем, двигаясь по установленному маршруту, в обозначенных местах останавливаются, осматривая вокруг себя площадку радиусом 1 м и в ведомости встречаемости видов (табл. 5) знаком + отмечают имеющиеся на ней виды сорняков. Затем в ведомости глазомерной оценки (табл. 6) ставят балл обилия сорняков по каждой хозяйственной группе.

Выделяют шесть вредных в хозяйственном отношении групп сорняков, которым на карте дают следующие условные обозначения:

малолетние двудольные, чувствительные к гербицидам 2,4-Д и 2М-4 Х, - желтый цвет или вертикальные пунктирные линии;

малолетние двудольные, устойчивые к гербицидам 2,4-Д и 2М-4Х, - зеленый цвет или вертикальные сплошные линии;

малолетние однодольные – синий цвет или чередующиеся вертикальные сплошные и пунктирные линии;

многолетние двудольные, чувствительные к гербицидам 2,4-Д и 2М-4 Х, - голубой цвет или горизонтальные пунктирные линии;

многолетние двудольные, устойчивые к гербицидам 2.4 Д и 2М-4 Х, - красный цвет или горизонтальные сплошные линии;

многолетние однодольные – коричневый цвет или чередующиеся горизонтальные пунктирные и сплошные линии.

Таблица 6

### Ведомость № 1

#### Учет встречаемости видов сорняков

1. Товаропроизводитель \_\_\_\_\_

района \_\_\_\_\_ области

2. Севооборот № \_\_\_\_\_ поле № \_\_\_\_\_ площадь \_\_\_\_\_ га

3. Культура \_\_\_\_\_ сорт \_\_\_\_\_

Вид сорного растения	Места учета по порядку						Количество мест с данным видом	Встречаемость, %
						т.д.		

Ведомость № 2  
Глазомерная оценка численности сорняков

№ п/п	Название групп сорняков	Места учета по порядку						Сумма квад- ратов баллов	Средний балл численности
	Малолетние двудольные, чувстви- тельные к 2,4-Д и 2М-4Х Малолетние двудольные, устойчи- вые к 2,4-Д и 2М-4Х Малолетние однодольные Многолетние двудольные, чувстви- тельные к 2,4-Д и 2М-4Х Многолетние двудольные, устой- чивые к 2,4-Д и 2М-4Х Многолетние однодольные Все многолетние Всех сорняков								

Заполнив в каждом бланке колонку, соответствующую данному месту учета, переходят к следующему по маршруту пункту остано-вки.

*Оформление результатов обследования.* В ведомости встречаемости видов на основе частных данных подсчитывают количество мест, на которых данный вид был встречен, и вычисляют его встречаемость в процентах.

В ведомости глазомерной оценки расчеты ведут следующим образом. Сначала вычисляют балл засоренности для каждой отдельной группы сорняков (по строкам) по данным всех мест учета, пользуясь формулой:

$$N_{xj} = \sqrt{\frac{\sum bi^2}{n}},$$

где  $N_{xj}$  – средний балл засоренности отдельной группой сорняков по всем местам учета (по строке) ( $j = 1, 2, \dots, 6$  – условно порядковый номер группы в бланке);  $bi$  – балл засоренности по каждому месту

учета данной группы сорняков ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $n$  – общее число мест учета.

Пример. Вычислить среднюю засоренность по группе малолетних двудольных, чувствительных к гербицидам сорняков ( $j = 1$ ), если при  $n = 9$  получены следующие оценки обилия: 1; 3; 0; 2; 1; 0; 3; 1; 1;

$$N_{xj} = \sqrt{\frac{1+9+0+4+1+0+9+1+1}{9}} = \sqrt{\frac{26}{9}} = 1,7$$

Затем вычисляют засоренность всеми группами малолетних или многолетних сорняков (по столбцам) отдельно по каждому месту учета, пользуясь формулой:

$$N_{yi} = \sqrt{\sum bj^2},$$

где  $N_{yi}$  – средний балл учета засоренности всеми группами малолетних или многолетних сорняков по данному месту учета ( $i$ ) (по столбцу);  $b_i$  – балл засоренности по каждому месту учета данной группы сорняков ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ).

Пример. Определить среднюю засоренность всеми группами малолетних сорняков по второму месту учета ( $i=2$ ), если получены следующие баллы обилия по трем группам соответственно: 2, 2, 1;

$$N_{yi} = \sqrt{4+4+1} = \sqrt{9} = 3,0$$

При вычислении средних баллов обилия получаются нецелые числа, но пользование ими правомерно. Для удобства их округляют до десятых долей. На этом оформление материалов обследования заканчивается.

### **3.3. Методика производственного картирования сорно-полевой растительности**

В изучении сорно-полевой растительности выделяют три основные задачи, каждая из которых решается своими методами.

Изучение агрофитоценозов с целью выявления динамики их развития, видового состава и количественного обилия в условиях возрастающей интенсификации сельскохозяйственного производства (освоение севооборотов, посевов промежуточных культур, применение средств химической защиты, внесение удобрений и т.д.).

Эта задача входит в программу геоботанических исследований научных учреждений и выполняется с использованием только специальной, разрабатываемой для стационарных наблюдений методики.

2. Разработка системы мероприятий и оценки ее эффективности при борьбе с наиболее распространенными, злостными и карантинными сорняками.

3. Изучение с целью оперативного использования результатов обследования для борьбы с сорняками как приемами обработки почвы, так и химическими средствами в начальный период вегетации культуры (оперативное обследование).

Последние две задачи имеют непосредственное отношение к производству и должны выполняться специалистами хозяйства и студентами- практикантами путем маршрутного, или экспедиционного обследования.

Время обследования должно быть выбрано так, чтобы охватить возможно более полно весь флористический состав сорняков. В посевах зерновых и льна максимальная видовая насыщенность совпадает с периодом за 2-3 недели до уборки культуры. В посевах многолетних трав наибольшее количество сорняков удается наблюдать за несколько дней до укоса. В пропашных культурах таким временем считают момент вскоре после смыкания растений в междурядьях и резкой остановки их роста в высоту, совпадающей с фазой окончания цветения.

По результатам оперативного обследования судят о необходимости проведения предполагаемого мероприятия (химической прополки, междурядной обработки и т.п.). Поэтому такое обследование на всей площади посева данной культуры должно быть проведено быстро и за 4-5 дней до оптимального срока мероприятий.

На обрабатываемых полях и посевах обследуют каждый однородный участок или поле севооборота.

Первичным материалом для составления карты засоренности полей в целом служат результаты глазомерного учета сорняков по каждому полю.

Для составления карты засоренности необходимо заблаговременно вычертить схематическую карту земельных угодий. севооборотов. Такая карта должна содержать следующие сведения: границы, размер и номер поля, вид возделываемой на данном поле культуры, название севооборота.

Карту засоренности составляют следующим образом. На схеме в контуре каждого поля ближе к его нижнему правому углу очерчивают

кружок диаметром не менее 1 см и делят его на 2-3 неравновеликих сектора. На основе обработанных ведомостей обследования по каждому полю выделяют 3-4 самые обильные группы сорняков. Затем группу сорняков с максимальным обилием условными обозначениями наносят в контуре каждого поля с указанием балла засоренности, который проставляют под кружочком. В каждый сектор незаштрихованного кружка наносят условные обозначения остальных двух-трех групп и вписывают их балл обилия, отводя для более обильной группы сектор большего размера.

В качестве условных обозначений групп сорняков используется определенная штриховка или окраска, принятые в выбранном методе глазомерной оценки.

Принятые условные обозначения сорняков и их расшифровку наносят на карту (рис. 2).

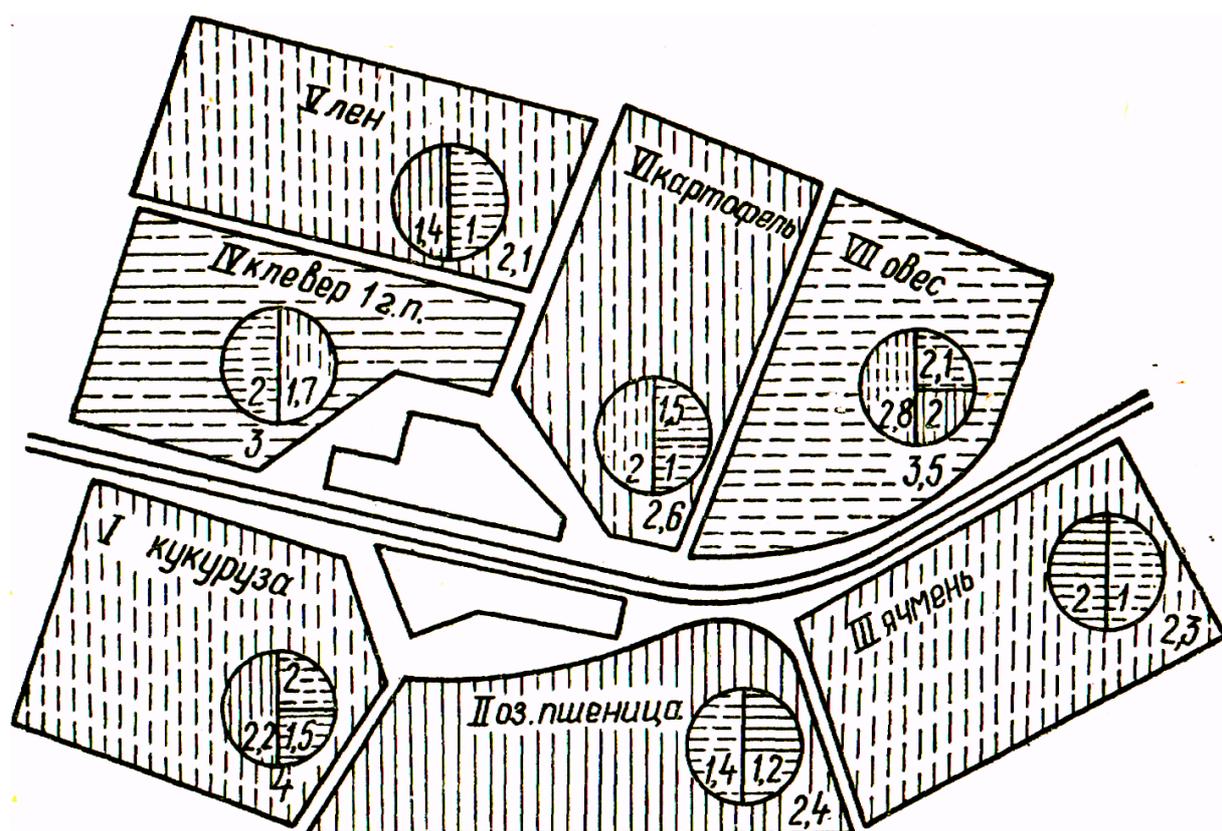


Рис. 2. Карта засоренности полей севооборота (составлена по методике ТСХА)

В соответствии с разработанными в ТСХА методами глазомерного учета внизу за контуром карты засоренности дается полный список сорных растений по видам, размещенным по принятым группам.

В нем присутствие каждого вида, имеющегося на данном поле, отмечается величиной встречаемости, взятой из соответствующей ведомости. Такой порядок оформления списка флористического состава сразу позволяет расшифровать содержание хозяйственных групп сорняков по видам и их обилие по каждому полю, что очень важно для дифференцированной разработки мер борьбы.

Полный список видового обилия составляют по следующей форме (табл. 7).

Таблица 7

Состав и встречаемость сорняков по полям севооборота

Название групп сорняков	Вид сорняков	Культура и номера полей севооборота							
		озимые I	лен II	картофель III	кукуруза IV	пар занятый V	озимые VI	ячмень VII	овес VIII

Карты засоренности используют для разработки системы мероприятий по борьбе с сорняками. Карта засоренности со списком флористического состава служит исходным материалом для объективного контроля и оценки эффективности мероприятий, осуществляемых в борьбе с сорными растениями.

## Глава 4. СЕВООБОРОТЫ

### 4.1. Понятие и значение севооборотов

Большинство хозяйств агропромышленного комплекса России имеет многоотраслевое сельскохозяйственное производство. Обычно оно состоит из хорошо развитых животноводства и растениеводства. В зависимости от специализации, масштабов производства, почвенно-климатических и других условий в каждом хозяйстве складывается своя структура посевных площадей.

*Структура посевных площадей* – соотношение площади посевов сельскохозяйственных культур и чистого пара, выраженное в процентах к общей площади пашни. Структура посевных площадей – основа севооборота.

*Севооборотом* называют научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистого пара во времени и по полям.

*Чистый пар* – поле, свободное от возделывания сельскохозяйственных культур в течение летнего периода. На этом поле проводят систематическую обработку почвы, вносят удобрения, осуществляют другие мероприятия по подготовке поля под посев последующей культуры.

Рассмотрим конкретный пример. Представим, что на одном из массивов пашни необходимо разместить посевы сельскохозяйственных культур, имеющих следующую структуру посевных площадей: озимая пшеница – 25%, ячмень – 25%, викоовсяная смесь на зеленый корм – 25% и картофель – 25%. Отведенный для возделывания названных культур участок земли делят на четыре равных по площади поля и на них размещают посевы. Распределение всех четырех культур в первый год их возделывания (например, в 1997 г.) не вызывает особых затруднений – одну из культур высевают на одном из полей. При этом размещение культур в этот год может быть любым при условии, что каждая из них занимает одно поле. Однако в последующие годы возможны два решения.

В первом варианте каждую культуру много лет подряд возделывают на одном и том же поле, и на каждом из четырех полей будет бессменная культура озимой пшеницы, или ячменя, или картофеля, или викоовсяной смеси.

*Бессменной* называют сельскохозяйственную культуру, длительное время возделываемую на одном и том же поле. Если же бессменная культура является единственной сельскохозяйственной культурой, возделываемой в хозяйстве, то она называется *монокультурой*. Часто понятия «бессменная культура» и «монокультура» употребляют как синонимы. Многовековой опыт земледелия показывает, что бессменное возделывание почти всех сельскохозяйственных культур приводит к значительному снижению урожайности, а иногда к полной гибели посевов. Поэтому, отказываясь от бессменных посевов, находят другое решение.

Во втором варианте ежегодно на каждом из четырех полей проводят смену культур в заранее определенной последовательности. Эту последовательность устанавливают по *схеме севооборота* – перечню сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте и по годам.

Для данного набора культур в этих условиях наиболее эффективна и научно обоснована следующая схема севооборота: 1 – вика – овес на корм, 2 – озимая пшеница, 3 – картофель, 4 – ячмень. В этой схеме каждая культура является предшественником по отношению к той, которая идет в следующем году. *Предшественником* называют сельскохозяйственную культуру или пар, занимавшие поле до посева последующей в севообороте культуры.

По этой схеме в каждом поле севооборота происходит чередование культур, начиная с той, которая была размещена в 1997 г. Так, на поле I это будет чередование: 1 – озимая пшеница, 2 – картофель, 3 – ячмень, 4 – вика – овес на корм. На поле II это чередование начинается с ячменя, на поле III – с картофеля, на поле IV – с викоовсяной смеси на корм. Независимо от культуры, с которой начинается чередование, к 2000 г. в течение 4 лет по данной схеме севооборота все культуры севооборота пройдут через каждое из четырех полей и ротация севооборота завершится.

Период, в течение которого сельскохозяйственные культуры и пары проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота, называется *ротацией*.

Продолжительность ротации для данного примера четырехлетняя. Ротация выражается схемой севооборота, и ее продолжительность равна количеству полей в севообороте. Но чтобы различить их

между собой, принято порядок чередования культур в схемах севооборотов за ротацию обозначать арабскими цифрами, а нумерацию севооборотных полей – римскими. При введении севооборота каждое поле получает постоянный номер, который сохраняется в землеустроительной и севооборотной документации, а также на межевых знаках по границам полей в натуре до тех пор, пока используется данная схема севооборота.

Однако практика показывает, что при сохранении общей схемы чередования культур в последующих ротациях севооборота могут происходить изменения по составу возделываемых культур, их чередованию и т.д. Это может быть связано с изменениями структуры посевных площадей.

В связи с такой практикой часто в схемах севооборотов указывают только группы сельскохозяйственных культур – зерновые культуры (озимые или яровые), пропашные культуры, зернобобовые культуры; многолетние травы, однолетние травы, чистые пары, занятые пары.

При замене названия конкретных культур названиями групп, к которым они относятся, схема севооборота в нашем примере примет такой вид: 1 – однолетние травы, 2 – озимые зерновые, 3 – пропашные, 4 – яровые зерновые. Это та же схема севооборота, которая в общем виде отражает прежнее соотношение и чередование, но уже по группам культур. Она позволяет при необходимости вносить в нее изменения. Например, по этой схеме возможна и такая ротация: 1 – горох – ячмень на корм, 2 – озимая рожь, 3 – кукуруза на силос, 4 – овес. Произошла замена всех культур, но суть севооборота не изменилась – остались то же чередование по группам культур и их соотношение по занимаемой площади.

При необходимости в севооборот вводят сборные поля, когда на одном поле размещают две, три и более культур одной и той же группы. Например, на поле пропашных культур можно разместить картофель, кукурузу на силос и кормовые корнеплоды, на поле яровых зерновых – ячмень и овес, на поле озимых зерновых – озимую пшеницу и озимую рожь и т.д. Поле севооборота, разделенное на несколько частей, называют *сборным*.

Структура посевных площадей часто определяет необходимость не только ежегодной, но и периодической смены культур на полях. В

этом случае одну и ту же культуру можно возделывать на одном поле 2–3 года подряд и более с последующей ее сменой до завершения полной ротации севооборота. Такие культуры называют *повторными*.

Многолетние кормовые травы - бобовые, злаковые и их смеси – обычно занимают севооборотные поля в течение двух-трех и более лет. Но они не относятся к повторным посевам, так как их жизнедеятельность не прерывается, и каждый год их нахождения на поле существенно отличается от предшествующего по составу травостоя и его использованию.

В севооборотах многолетние травы чаще всего подсевают под покров предшествующих культур – зерновых или однолетних трав. Их высевают одновременно с посевом ранних яровых культур зерно-травяной сеялкой.

Биологические особенности многолетних трав таковы, что они в первый год жизни растут и развиваются медленно, поэтому не дают сколько-нибудь значимого урожая. В это время они в основном формируют корневую систему, сохраняются под покровом основной культуры и после ее уборки вегетируют до поздней осени и уходят в зиму. Ранней весной следующего года после перезимовки начинается их вегетация. За лето они дают 2–3 хороших укоса высококачественной кормовой массы. Этот год является первым годом пользования многолетних трав, и после очередной их перезимовки – последующий год – вторым годом пользования, далее – третьим годом пользования и т.д.

На Кубани и в других южных районах, особенно на орошаемых полях, возможны беспокровные посевы люцерны и иных многолетних трав, которые успевают уже в год посева дать первый урожай зеленой массы. В этом случае первый год их жизни будет первым годом пользования.

Первая культура, идущая в севообороте после многолетних трав, называется идущей *по пласту*, а вторая (последующая) – *по обороту пласта*.

Помимо основных культур, занимающих поле большую часть вегетационного периода, в севообороте могут возделывать промежуточные культуры. *Промежуточными культурами* называют сельскохозяйственные культуры, возделываемые на полях в промежуток времени, свободный от возделывания основных культур севооборота.

Например, в условиях Кубани после уборки озимой пшеницы остаются 3–4 теплых месяца, в течение которых можно посеять и вырастить кукурузу на зеленый корм или силос, другие кормовые культуры. В данном случае это будет *пожнивная культура* – одна из разновидностей промежуточных культур.

Другой разновидностью промежуточных культур являются *озимые промежуточные культуры*, когда посе́вы озимых культур (ржи и др.) используют весной на корм, а затем после них высевают основные культуры севооборота – кукурузу, гречиху, картофель, просо и другие поздние яровые культуры.

*Подсевными промежуточными культурами* называют культуры, подсеянные под покров основной культуры и убранные осенью в год посева. Например, райграс однолетний подсевают весной под покров зерновых культур, после уборки которых он вегетирует и за пожнивный период дает урожай зеленой массы.

*Поукосные промежуточные культуры* высевают во второй половине лета после скашивания многолетних, однолетних трав и других кормовых культур. Убирают поукосные культуры на корм в конце осени в те же сроки, что и пожнивные и подсевные промежуточные культуры.

Севооборот с его системой чередования и сменой культур на полях по определенной схеме по своей сути является образцом системного решения одной из основных задач современных систем земледелия – рационального использования пашни. В научно обоснованной схеме севооборота заложена возможность эффективного использования почвенного плодородия, биологического потенциала сельскохозяйственных культур, агроклиматических ресурсов – тепла и атмосферных осадков, удобрений, средств защиты растений, сельскохозяйственных машин, трудовых ресурсов с целью получения высокого урожая при одновременном сохранении и повышении плодородия почвы и охране окружающей среды.

Поэтому севооборот – центральное звено современных зональных агроландшафтных систем земледелия. На него, как на стержень, нанизываются другие звенья этих систем земледелия – система обработки почвы и защиты ее от эрозии, система удобрения, система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, система семено-

водства и сортосмены, система орошения или осушения, система машин, система организации и оплаты труда и т.д.

В крупных хозяйствах основой их организационной структуры служит система основных, чаще всего полевых, севооборотов. За каждым подразделением (бригада, цех, отделение, подрядное звено и т.д.) закрепляют севооборот, и это подразделение, оснащенное необходимой техникой, другими средствами производства, обеспечивает выполнение всего комплекса работ по технологии возделывания сельскохозяйственных культур этого севооборота.

Особое значение севооборот приобретает при решении экологических проблем. Прежде всего он – основа правильно организованной системы почвозащитного и природоохранного землепользования в современных агроландшафтных системах земледелия.

По границам полей севооборота создают буферные полосы, высаживают полезащитные лесонасаждения, создают сеть полевых дорог, организуют систему задержания талых и ливневых вод, строят оросительные системы с каналами и водоемами. Тесно увязанная с лугами и пастбищами, лесными угодьями и с другими элементами агроландшафта такая система землепользования в сочетании с контурной обработкой почвы, щелевание, кротованием, гребневанием и другими специальными приемами обеспечивает надежную защиту почвы от водной эрозии.

В степных районах с ветровой эрозией почвы полосное размещение посевов культур севооборота и чистых паров на полях поперек господствующих ветров в сочетании с кулисами и системой безотвально-плоскорезной обработки почвы – основа почвозащитной системы земледелия.

Таким образом, севооборот или система севооборотов на пашне в современном агроландшафте является надежной защитой почвы от эрозии – основного источника загрязнения окружающей среды. С вымываемой и выдуваемой с полей почвой теряется огромное количество питательных веществ. Лишенная наиболее плодородного верхнего слоя почва становится бесплодной, покрывается сетью оврагов и непригодна к сельскохозяйственному использованию.

Защищая почву от эрозии, севооборот эффективно снижает химическое загрязнение окружающей среды, так как вместе с почвой и в составе стоковых вод с полей в реки, озера, пруды, в грунтовые воды

попадают ядовитые остатки минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста, других химических веществ, применяемых в сельском хозяйстве. И в этом заключается исключительно большое экологическое значение севооборота.

#### **4.2. Отношение сельскохозяйственных культур к бессменным, повторным посевам и севооборотам**

Результаты длительных опытов в нашей стране показали, что основные полевые культуры по-разному отзываются на бессменные посевы и севооборот.

Установлено, что наиболее чувствительны к бессменным посевам, особенно без удобрений, зерновые культуры. Прибавки урожайности от севооборота составляют от 50 до 73%. При этом большей чувствительностью обладают озимые зерновые культуры.

Удобрения несколько нивелируют различия между бессменными посевами и севооборотом и снижают эту разницу до 30,0–34,2% у яровых и до 34,2–53,4% у озимых зерновых культур. Это открывает возможность повторных посевов зерновых культур на высоком фоне удобрений и после хороших предшественников в севообороте.

Менее чувствительны к бессменным посевам кукуруза, особенно при ее возделывании на силос, и картофель. Прибавки урожая этих культур от севооборота как без удобрений, так и на удобренном фоне в несколько раз меньше, чем у зерновых культур. При внесении высоких доз органических и минеральных удобрений и хорошем уходе эти культуры могут выдерживать достаточно длительные бессменные посевы.

Особое место по реакции на бессменное возделывание занимает сахарная свекла. На неудобренном фоне севооборот увеличивает ее урожайность в 2–2,5 раза, при удобрении прибавка от севооборота составляет 60–70%.

К культурам, особенно чувствительным к бессменным посевам, относятся также лен-долгунец, зернобобовые, подсолнечник на семена. Эти культуры, как и сахарная свекла, уже при повторном посеве резко снижают урожайность, а длительное бессменное возделывание приводит их посевы к гибели.

В зависимости от биологических особенностей и технологии возделывания в совокупном воздействии на урожай роль севооборота

различна. Для зерновых культур прибавка урожайности от севооборота больше, чем от удобрений. Но для картофеля большая часть прибавки (около 60%) приходится на удобрения и лишь 30% – на севооборот. Для кукурузы на силос еще большее значение имеют удобрения – доля прибавки урожайности зеленой массы этой культуры от удобрений составляет 90 %, от севооборота – лишь 10 %.

На плодородных почвах и с использованием высоких доз органических и минеральных удобрений кукурузу на силос можно возделывать бесменно в течение 10–15 лет без заметного снижения урожайности. В ряде подмосковных хозяйств на пойменных плодородных, хорошо прогреваемых почвах получали высокие урожаи в течение 25–30 лет бесменного возделывания кукурузы на силос.

Орошение, удобрение и другие приемы позволяют возделывать повторно культуры, которые в обычных условиях резко снижают урожайность. Например, в лесостепной зоне повторные посевы сахарной свеклы недопустимы из-за большого снижения урожайности, но в условиях орошаемого земледелия Средней Азии такие посевы показывают высокую урожайность. В этом же регионе широко распространена практика бесменного возделывания хлопчатника, повторных посевов риса и других культур.

Исследования Всероссийского научно-исследовательского института овощного хозяйства (ВНИИОХ) показали, что основные овощные культуры также имеют различную реакцию на бесменные посевы и севообороты (табл. 8).

Таблица 8

Влияние повторных и бесменных посевов на урожайность овощных культур, т/га

Продолжительность повторных посевов	Нечерноземная зона			Западная Сибирь			Юг
	Капуста	Столовая свекла	Морковь	Капуста	Столовая свекла	Морковь	Томат
1 год (севооборот)	75,4	37,6	64,4	63,5	20,5	45,0	46,2
2 года	59,9	31,3	64,5	44,9	17,0	40,8	46,3
3 года	46,1	29,1	63,8	38,0	11,7	35,5	36,5
4 года (бесменный посев)	41,9	27,6	-	28,5	-	-	-

Кроме того, снижение урожайности овощных культур происходит и при последовательном возделывании растений одного семейства – пасленовых: томата после перца, баклажана и наоборот; капустных: капусты после редьки, репы после редиса и наоборот и т.д.

Таким образом, основные виды сельскохозяйственных культур имеют различную реакцию на бессменные посевы и севооборот. Она может изменяться в зависимости от почвенно-климатических, агротехнических и других условий.

Однако при прочих равных условиях все культуры по этому признаку можно разделить на три группы.

Первая группа – культуры, которые не выдерживают повторных и тем более бессменных посевов. К ним относятся сахарная свекла, лен, горох, вика, бобы, клевер, некоторые овощные культуры: томат, перец, баклажан, капуста, огурец и др.

Вторая группа – культуры, которые можно возделывать повторно без заметного снижения урожайности. К ним относятся пшеница озимая и яровая, рожь озимая, ячмень, овес, просо, гречиха, картофель, морковь, зеленные овощи и некоторые другие.

Третья группа – культуры, которые слабо реагируют на севооборот и могут возделываться бессменно. К ним относятся кукуруза, конопля, рис, табак, хлопчатник.

Такое деление культур на группы достаточно условно, однако это не мешает пользоваться им при разработке севооборотов, если учитывать еще принципы совместимости и несовместимости сельскохозяйственных культур, принцип периодичности возврата культур на одно и то же поле.

Несовместимы повторные посевы культур, относящихся к первой группе, и повторные посевы овощных культур одного семейства. Кроме того, для этой группы культур установлена периодичность возврата их на одно и то же поле: для сахарной свеклы – не ранее чем через 3–4 года, для льна-долгунца – не ранее 5–6 лет, для подсолнечника на семена – не ранее 8 лет, для зернобобовых культур, клевера и большинства овощных культур – не менее 3–4 лет.

Вторую группу культур считают условно совместимой. Например, повторные посевы озимой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны нежелательны, но они возможны в степных районах Юго-Востока и Северного Кавказа. То же самое относится и к яровой пше-

нице, повторные посевы которой в европейской части России исключены, но в степных районах Заволжья, Зауралья, Западной Сибири, Алтая после чистых паров они широко распространены.

Самосовместимы и совместимы с другими культурами сельскохозяйственные растения третьей группы. Для них практически нет ограничений в периоде возврата на одно и то же поле. Кукурузу и коноплю можно беспрерывно возделывать на одном и том же месте 4–6 и более лет подряд, но эффективна их периодическая смена зернобобовыми, зерновыми и другими культурами.

Рис, хлопчатник, табак как специальные культуры также могут длительное время возделываться беспрерывно, но на их урожайность благоприятно влияет периодическое прерывание беспрерывной культуры люцерной, кукурузой, зернобобовыми, сахарной свеклой, зерновыми и др.

Понятия о совместимости и самосовместимости, о периодичности возврата сельскохозяйственных культур также относительно условны. Например, несовместимость повторных посевов льна-долгунца устраняют посевом фузариозоустойчивых его сортов, капусты- килоустойчивым сортом этой культуры.

Применение нематодов – специальных препаратов для борьбы со свекловичной нематодой – способствует решению проблемы повторных посевов сахарной свеклы. Заразихоустойчивые сорта подсолнечника, выведенные отечественными селекционерами, позволяют не только сократить период его возврата на одно и то же поле, но и возделывать повторно.

В современных жестких условиях рыночной экономики быстрое изменение структуры посевных площадей должно происходить не только за счет гибкости севооборота, но и возможности повторных и беспрерывных посевов. Из многих составляющих основой получения высококачественного урожая является научное чередование культур в сочетании с повторным и беспрерывным их возделыванием. Такая продукция пользуется особым и устойчивым спросом на рынке сбыта. Для фермеров, агрономов, руководителей хозяйств, других специалистов современного многоукладного сельскохозяйственного производства это возможно лишь при глубоком знании современной теории и практики севооборота.

### **4.3. Причины, вызывающие необходимость чередования культур**

С того времени как Д. Н. Прянишников сформулировал четыре группы взаимосвязанных причин чередования культур на полях, в агрономической науке и практическом земледелии произошли значительные изменения. Расширились познания в области физиологии и питания сельскохозяйственных растений, раскрыты многие механизмы взаимодействия в системе почва - растение – окружающая среда. Детальное освещение получили вопросы баланса воды, гумуса, азота, зольных элементов в земледелии, изучены многие аспекты теории и практики севооборота в разных зонах страны в условиях интенсификации и специализации сельскохозяйственного производства.

Однако принципиальные положения о причинах чередования культур по-прежнему актуальны и лежат в основе современных научных представлений о севообороте.

#### ***4.3.1. Причины химического порядка***

Причины химического порядка чередования культур связаны, прежде всего с различиями в химическом составе почвы на полях после уборки различных культур. Это объясняется тем, что для формирования урожая культуры потребляют из почвы различное количество азота, фосфора, калия, кальция, других зольных элементов и в разном их соотношении.

Например, сахарная свекла, капуста, кукуруза на силос, хлопчатник потребляют из почвы значительно больше азота, чем зерновые культуры. Бессменные посевы культур, расходующих азот в больших количествах, могут быстро привести к азотному истощению почвы. В то же время бобовые культуры оставляют в почве значительные запасы азота. Это – горох, вика, клевер, люцерна, люпин, сераделла, эспарцет, чина, нут, вигна, маш и другие бобовые культуры, которые с помощью клубеньковых микроорганизмов усваивают атмосферный азот. На каждом гектаре почвы, занятой бобовыми растениями, ежегодно связывается от 100 до 250 кг и более азота атмосферы. Это равноценно внесению в почву от 300 до 700 кг дорогостоящего минерального удобрения – аммиачной селитры.

Но при повторных и бессменных посевах азот бобовых культур не используется растениями, вымывается из почвы, загрязняет грунтовые воды нитратами и другими вредными веществами.

Кроме того, бесменное возделывание бобовых вызывает различные виды почвоутомления, и их урожайность резко снижается.

Поэтому при чередовании бобовых культур с зерновыми, пропашными и другими азотпотребляющими культурами устраняются отрицательные последствия их бесменного возделывания, обеспечивается рациональное использование азотного фонда и повышение урожайности всех культур севооборота.

Такое чередование предотвращает загрязнение окружающей среды вредными соединениями азота и поэтому имеет большое экологическое значение.

Помимо азота имеются существенные различия в потреблении и выносе культурами из *почвы* многих зольных элементов. Важнейший из них – фосфор – значительно больше, чем другие культуры, потребляют из почвы картофель, бобовые, а также озимые зерновые культуры (пшеница и рожь).

Кроме того, культуры различаются по степени усвоения труднорастворимых фосфатов почвы и фосфорных удобрений. Так, корни люпина, гречихи, овса, картофеля, сахарной свеклы, горчицы способны с помощью корневых выделений растворять и переводить в доступные для растений формы труднорастворимые фосфаты почвы и фосфоритной муки.

Калий в больших количествах потребляется из почвы картофелем, сахарной свеклой, кормовыми корнеплодами, овощами, хлопчатником. Повышенным потреблением кальция, серы, магния, других зольных элементов отличаются кукуруза, картофель, сахарная свекла и другие пропашные и бобовые культуры.

Несмотря на то что ни одна сельскохозяйственная культура при уборке урожая с поля неспособна увеличить запасы зольных элементов в почве, при чередовании достигается более рациональное их использование. Этому способствует также чередование на полях культур с различной глубиной проникновения корней. Люцерна, клевер, люпин, бахчевые культуры имеют глубокопроникающую корневую систему – до 3 м и более. У льна, гречихи, проса, однолетних трав, рапса, огурца, лука мелкозалегающая корневая система.

Глубокопроникающие корни сельскохозяйственных культур вместе с почвенной влагой потребляют из подпахотных слоев почвы значительные количества питательных веществ. В виде корневых и

послеуборочных растительных остатков они накапливаются в пахотном слое почвы и после минерализации могут использоваться следующей культурой с мелкозалегающей корневой системой.

Растительные остатки и гумус являются особой статьей баланса питательных веществ в почве, где постоянно идут два противоположных процесса – синтез и распад гумуса.

Эти процессы носят сложный характер. От них зависит и конечный результат – повышение или снижение содержания гумуса в почве, что влияет не только на химические, но и на физические и биологические показатели плодородия почвы. Содержание гумуса в почве зависит от количества и химического состава органического вещества, остающегося после уборки в почве и на ее поверхности, количества и качества внесенных органических удобрений, погодных условий, агротехники, состава и чередования культур, гранулометрического состава, плотности, структуры, биологической активности почвы и т.д.

По количеству органического вещества, оставляемого в почве, растения полевой культуры располагают в следующей убывающей последовательности: для Нечерноземной зоны – многолетние травы – кукуруза на силос – озимые зерновые – яровые зерновые – зернобобовые культуры – картофель; для лесостепной зоны (ЦЧЗ) – многолетние травы – озимая пшеница – кукуруза на зерно и на силос – яровые зерновые – подсолнечник – зернобобовые культуры – сахарная свекла.

С помощью изменения структуры посевных площадей можно регулировать поступление растительных остатков в почву и степень их гумификации и минерализации. С увеличением удельного веса многолетних трав происходит накопление органического вещества и замедляются процессы его разложения с одновременным снижением содержания в почве доступных для растений питательных элементов.

Увеличение в структуре посевных площадей доли пропашных культур и чистого пара при недостаточном внесении органических удобрений приводит к значительному уменьшению запасов гумуса в почве, особенно в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях южных регионов с продолжительным теплым периодом.

Поступление растительных остатков в почву можно увеличить за счет посевов промежуточных культур. В южных районах при оро-

шении эти культуры за ротацию севооборота оставляют до 10 т/га растительных остатков, в центральной и юго-западной части Нечерноземной зоны – от 3 до 5 т/га.

С растительными остатками в почве в зависимости от культуры остается 21,5–51,5 % азота, 18,5–51,7 фосфора, 1,7–48,1 калия и 27,6–54 % кальция от их общего количества в урожае. Поэтому они служат важным источником не только азота, но и зольных элементов питания.

С причинами химического порядка чередования культур связан и характер использования получаемого урожая. Технические культуры – сахарная свекла, лен, конопля, хлопчатник - дают товарную продукцию, с которой отчуждается почти все количество питательных веществ, потребленных ими из почвы на формирование урожая. В то же время при возделывании кормовых культур для внутривладельческого использования почти все питательные вещества возвращаются в почву в виде навоза, корневых и поукосных остатков.

При возделывании зерновых культур часть потребленных ими из почвы питательных веществ возвращается с соломой, а также с навозом, если зерно частично используют как фуражный корм. Эти особенности круговорота питательных веществ учитывают при расчете их баланса в севообороте.

#### ***4.3.2. Причины физического порядка***

Эти причины определяются прежде всего различным влиянием сельскохозяйственных культур на строение, структуру, плотность, водный режим почвы и ее устойчивость к водной или ветровой эрозии. Они связаны с различиями в биологии и морфологии, в технологии возделываемых культур и прежде всего с массой и распространением корней в почве, с условиями их разложения, с обработкой почвы.

В то же время большинство полевых и кормовых культур своим зеленым покровом защищает почву от эрозии, а их корневые и послеуборочные остатки улучшают ее структуру.

Наиболее благоприятное влияние на физическое состояние почвы оказывают и защищают ее от эрозии культуры сплошного посева с хорошо развитой наземной и корневой системами. К ним прежде всего относятся посевы многолетних трав – бобовых и злаковых и их

смесей. У этих культур масса корневых и поукосных остатков примерно равна массе убираемого урожая. Большое количество растительных остатков многолетних трав эффективно улучшает структуру почвы.

Корневая система многолетних трав, проникая на большую глубину, своими многочисленными корешками пронизывает почву и разделяет ее на отдельные комочки. При отмирании корешков эти комочки пропитываются перегноем; в результате формируется водопрочная структура почвы.

С глубиной проникновения и массой корней многолетних трав связано и их влияние на подпахотные слои почвы. На дерново-подзолистых почвах клевер своей глубокопроникающей корневой системой обогащает нижележащие слои перегноем и способствует созданию более глубокого окультуренного слоя почвы. На засоленных почвах аналогично действие люцерны, разрыхляющей своими корнями плотный подпахотный слой почвы, что создает благоприятные условия для последующего возделывания зерновых культур.

Среди зерновых культур наиболее благоприятное влияние на физические свойства почвы оказывают озимые. По сравнению с яровыми зерновыми культурами они имеют более продолжительный период вегетации и лучше развитую корневую систему. В осенний и весенний периоды они своей корневой системой скрепляют почву и сплошным зеленым покровом предохраняют ее от разрушения атмосферными осадками и талыми водами.

Пропашные культуры из-за небольшого количества растительных остатков, широкорядных посевов и интенсивных обработок почвы как до посева, так и во время вегетации в большинстве случаев способствуют разрушению почвенной структуры и не могут надежно защитить почву от эрозии, особенно если они возделываются повторно или бессменно. Еще больше структура почвы разрушается в чистых парах.

Однако отрицательное влияние пропашных культур и чистого пара на структуру почвы можно в значительной мере смягчить внесением удобрений, особенно органических. В длительном опыте МСХА им. К. А. Тимирязева установлено различное влияние сельскохозяйственных культур и чистого пара на структуру почвы на разных фонах удобрения (табл. 9).

Таблица 9

Масса структурных агрегатов диаметром более 0,25 мм в пахотном слое почвы под бессменными культурами и чистым паром, %  
(Доспехов Б.А.)

Культура	Без удобрений	РК	Навоз
Клевер	37	44	55
Рожь озимая	28	31	38
Овес	27	29	36
Картофель	21	23	35
Пар чистый	4	5	10

Помимо различного влияния на структуру и другие физические свойства почвы культурные растения различаются и по влиянию на Запасы почвенной влаги. Потребность растений в воде неодинакова, о чем можно судить по транспирационному коэффициенту. Если для растений кукурузы и проса он составляет 200, то для пшеницы и ячменя – 400 и более, для клевера – 500–600, для люцерны – 700–800.

Многолетние травы в больших количествах одновременно используют запасы влаги пахотного и подпахотных слоев. В результате у последующих культур из-за недостатка влаги может снизиться урожайность. Значительному иссушению почвы способствуют посевы сахарной свеклы, подсолнечника и некоторых других культур.

Для обеспечения растений влагой в севообороте большое значение имеет продолжительность периода от уборки предшественника до посева последующей культуры. Чем он продолжительнее, тем больше накапливается в почве влаги за счет летних атмосферных осадков или сохранения талых вод. Это особенно важно в условиях засушливых районов нашей страны.

Для создания устойчивого земледелия и получения гарантированных урожаев озимой или яровой пшеницы в засушливых районах степной зоны широко используют чистые пары. Их главная задача в этих условиях – накопление, сохранение и рациональное потребление влаги атмосферных осадков.

В севообороте влага атмосферных осадков используется лучше, если культуры с глубокопроникающей корневой системой чередуют с культурами мелкокорневыми или с чистыми парами.

### ***4.3.3. Причины биологического порядка***

Причины биологического порядка определяются различным отношением культурных растений к вредителям, болезням и сорным растениям. Они связаны с тем, что каждому культурному растению на полях сопутствуют свои, часто присущие только этому растению болезни, вредители и сорные растения. При бессменном возделывании культуры «специализирующиеся» на ней паразиты с каждым годом могут размножаться на посевах растения-хозяина в геометрической прогрессии и очень быстро довести их до гибели.

Д. Н. Прянишников приводил многочисленные примеры с попытками бессменного возделывания хлопчатника, сахарной свеклы, подсолнечника, льна, клевера, зерновых и других культур на постоянных плантациях как в нашей стране, так и за рубежом. Все они заканчивались неудачей, и, как показали исследования, прежде всего из-за поражения растений различными паразитами: хлопчатника – вредителем мексиканским долгоносиком и болезнью вилтом; сахарной свеклы – вредителями нематодой и свекловичным долгоносиком; подсолнечника – сорняком заразихой и болезнями белой и серой гнили и др.; льна – болезнью фузариозом, вредителем льняной плодовой при крайне низкой конкурентной способности к большинству сорняков; клевера – вредителем клеверным долгоносиком и болезнями антракнозом, раком, фузариозом; зерновых культур – болезнями корневых гнилей, вредителями шведской мухой, клопом-черепашкой при массовом засорении озимых культур метлой, костром, васильком, ромашкой; яровых культур – овсюгом, куриным просом и т.д.

Из-за высокой приспособляемости этих паразитных организмов к условиям жизни их культурных хозяев с большинством из них при бессменных посевах даже при наличии самых современных средств защиты растений бороться очень сложно.

С развитием науки и техники удалось найти достаточно эффективные способы химической и биологической защиты культурных растений практически от всех вредителей и сорных растений. Но до настоящего времени многие сельскохозяйственные культуры остаются беззащитными при массовом размножении специализированных болезней в случае их бессменных посевов или при нарушении правильного чередования в севообороте.

Почва и растительные остатки в ней служат носителями инфекции многих болезней сельскохозяйственных культур.

Болезни, которые переносятся с семенным материалом, можно легко предупредить химическим протравливанием семян. Но невозможно протравить сотни тысяч, миллионы гектаров пашни с растительными остатками, зараженными возбудителями болезней растений.

Большинство возбудителей болезней имеет узкоспециализированную направленность поражения растений. Например, возбудители корневых гнилей пшеницы и ячменя безопасны для посевов овса. С этой позиции овес признан «санитарной» культурой севооборота. Озимая рожь может быть сильно поражена спорыньей, но эта болезнь не причиняет вреда другим зерновым культурам. Кила капусты может поражать только растения из семейства капустных, но неопасна для растений из пасленовых, зонтичных и других семейств.

Установлено, что основная масса грибов – возбудителей болезней растений – поселяется на растительных остатках своего хозяина, с уничтожением которых грибы обычно погибают. Поэтому освобождение почвы от той или иной группы патогенных грибов прямо связано со скоростью разложения растительных остатков.

Известно, что скорость разложения растительных остатков в почве различна и зависит от их химического состава, соотношения углерода и азота, наличия в почвенно-поглощительном комплексе оксидов азота, доступных для почвенной сапрофитной микрофлоры.

Сапрофитные микроорганизмы являются не только основными разрушителями растительных остатков, но и серьезными конкурентами для патогенных почвенных грибов в борьбе за пищу, влагу и другие условия жизни.

Поэтому все приемы повышения активности почвенных сапрофитов – внесение в почву свежего навоза, зеленого удобрения, азотных удобрений, возделывание бобовых культур, рыхление почвы, другие мероприятия, направленные на создание оптимального водно-воздушного, теплового режимов почвы, – увеличивают интенсивность минерализации растительных остатков. В результате ускоряется и процесс очистки почвы от патогенных грибов.

С этой точки зрения эффективны возделывание пропашных культур и система обработки почвы в парах различных видов.

Наибольшей эффективности в борьбе с почвенными патогенами достигают на фоне правильного чередования сельскохозяйственных культур в севообороте без повторных посевов.

Лен-долгунец – одна из наиболее чувствительных к грибным болезням культур, и прежде всего к фузариозу. По данным ВНИИ льна, возбудители этой болезни могут сохраняться в почве в течение 5–6 лет. Этим и обусловлена такая же периодичность возвращения льна на одно и то же поле. При использовании фузариозоустойчивых сортов льна периодичность возврата сокращается. Периодичность возврата сахарной свеклы также связана с продолжительностью сохранения в почве возбудителей корнееда, церкоспороза и других болезней. –

Распространение в почве возбудителей болезней парши, вертициллеза служит основным препятствием повторных посевов картофеля. Установлено, что в севообороте картофель поражается паршой в 4–5 раз меньше, чем при бессменном посеве.

По данным ВНИИ масличных культур, при поражении подсолнечника склеротинией, мучнистой росой, сухой гнилью его урожайность снижается на 30–40%, если нарушается севооборот и не выдерживается необходимая пауза в возврате его посевов на одно и то же поле.

Среди овощных культур наиболее распространена кила капусты, которая развивается при повторных посевах. Ущерб от этого заболевания очень высок. Однако селекционеры вывели килоустойчивые сорта капусты, и при их использовании повторные посевы возможны. Но наиболее надежным в борьбе с килой капусты является ее чередование с растениями иных семейств – пасленовых, бобовых, зонтичных и др.

Всестороннее изучение почвоутомления показало, что его причины носят комплексный характер. При бессменных посевах клевера, льна, люцерны, капусты и других культур причиной почвоутомления является не только накопление в почве корневых выделений, но и возбудителей фузариоза, корнееда, а также нематод – свекловичных, овсяных, ржаных, картофельных и т.д.

При бессменных или повторных посевах значительную опасность представляют сорные растения. Среди них, особенно среди малолетних сорняков, немало таких, которые очень хорошо приспособ-

бились к условиям произрастания многих сельскохозяйственных культур. И даже по классификации малолетних сорных растений названия их биологических групп совпадают с названиями групп культурных растений (ранние и поздние яровые, озимые и др.)

При бессменных посевах озимых культур в их стеблестое увеличивается число озимых и зимующих сорняков, в посевах поздних яровых культур – преимущественно поздних яровых сорняков, в посевах ранних яровых культур – ранних яровых сорняков. На полях многолетних трав наиболее распространены многолетние, двулетние, озимые и зимующие сорные растения.

Однако формирующееся на полях сообщество культурных и сорных растений – агрофитоценоз – постоянно зависит как от применяемых агротехнических приемов, погодных, почвенных условий, так и от биологических особенностей обеих конкурирующих групп растений.

Культурные растения отличаются разной способностью противостоять сорнякам в борьбе за свет, влагу, пищу и другие факторы жизни.

Высокой конкурентоспособностью отличаются посевы многолетних трав, озимой пшеницы, озимой ржи. Не выдерживают конкуренции с сорняками посевы льна, яровой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы.

Промежуточное положение занимают посевы ячменя, овса, люпина, кукурузы и некоторых других культур.

После междурядных обработок пропашных\* культур остаются относительно чистые от сорняков поля. Это делает их бессменные посевы менее зависимыми от сорняков, чем культур сплошного посева, даже таких, как озимая пшеница.

По данным С. А. Воробьева, при бессменном посеве в условиях Подмосковья озимая пшеница засорялась в 4–5 раз больше, чем после обычных ее предшественников.

Специализированные сорняки особенно часто появляются при повторных и бессменных посевах, а севооборот служит для многих из них серьезным препятствием их распространения в посевах других культур. Смена озимых культур яровыми устраняет распространение озимых и двулетних сорных растений. И наоборот, в посевах озимых

культур, а также многолетних трав подавляются растения ранних и поздних яровых сорняков.

При этом большое значение имеет технология обработки почвы и ухода за сельскохозяйственными культурами. В борьбе с сорняками эффективна система обработки в чистых и занятых парах, в полях пропашных культур. При повышении удельного веса зерновых и других культур сплошного посева засоренность полей севооборота увеличивается, тогда как при увеличении, площадей посева пропашных культур и чистого или занятого пара снижается. В соответствии с этим и разрабатывают комплекс мероприятий по эффективной борьбе с сорняками в конкретном севообороте.

В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур для уничтожения вредителей растений широко используют различные химические препараты, однако чередование культур для борьбы с ними также не утратило своего значения.

Помимо того, что не все вредители могут быть эффективно уничтожены пестицидами (например, свекловичная, овсяная и другие нематоды), севооборот является действенным профилактическим средством против массового появления вредителей на посевах той или иной культуры.

Чередование сельскохозяйственных культур препятствует распространению многих специализированных вредителей растений. Например, чередование злаковых с культурами других семейств значительно уменьшает поражение их посевов жуужелицей и стеблевой совкой.

Исключительно велика роль севооборота в борьбе с нематодами. По данным Башкирского государственного аграрного университета, при бессменном возделывании озимой ржи площадь посевов, пораженных нематодой, увеличилась до 66 %, яровой пшеницы – до 91,3 %. На сильно пораженных нематодой полях при повторном посеве сахарной свеклы ее урожайность снизилась на 60–70 %. Значительное снижение урожайности при повторном возделывании картофеля или частом его возвращении на прежнее место вызывает картофельная нематода.

Но не только бессменные или повторные посевы могут быть причиной массового поражения культурных растений вредителями. Например, посевы зерновых, кукурузы, картофеля после многолетних

трав сильно повреждаются проволочником (личинкой жука – щелкуна). По данным С. А. Воробьева, в подмосковном учхозе МСХА им. Тимирязева «Михайловское» на полях, занятых озимой пшеницей, идущей после кукурузы на силос, насчитывалось 13 личинок проволочника на 1 м<sup>2</sup>, а после клевера 2-го года пользования – 88 личинок.

#### ***4.3.4. Причины экономического порядка***

К причинам экономического порядка относится возможность в севообороте разгрузить пики в полевых работах и в использовании рабочей силы и техники. При наличии ранних и поздних яровых культур, имеющих разные сроки посева и уборки, нагрузки на людей и технику в один и тот же период в 2 раза ниже, чем на полях, занятых только ранними или только поздними яровыми культурами. Если к ним добавить еще озимые культуры, то напряженность полевых работ будет еще меньше.

При этом уменьшается риск, связанный с несоблюдением оптимальных сроков выполнения полевых работ и создаются предпосылки для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Севооборот с определенным соотношением зерновых, кормовых и технических культур обеспечивает хороший баланс навозообразующих (кормовые культуры) и навозопотребляющих (пропашные, зерновые) растений.

В условиях, когда биологические факторы чередования культур выступают как наиболее важная и часто ограничивающая урожайность группа причин, возникают новые аспекты экономической оценки севооборота. С помощью севооборота, в сочетании с удобрениями, обработкой почвы, устойчивыми сортами можно снизить численность сорняков, вредителей, возбудителей болезней до уровня их безвредности (порог вредоносности) и отказаться от применения большого количества пестицидов, что снизит себестоимость Производимой растениеводческой продукции.

В условиях рыночной экономики и острой конкуренции это весомый экономический аргумент в пользу преимуществ севооборота.

Наряду с защитой почвы от эрозии севооборот помогает решать экологические проблемы, связанные с использованием пестицидов. Замена химического способа борьбы севооборотом с агротехническими, биологическими и другими мерами борьбы с вредителями, бо-

лезнями и сорняками позволяет избавиться от перенасыщения земледелия пестицидами, остаточные количества которых представляют большую угрозу для окружающей среды.

Этот фактор учитывается в законе «Об охране окружающей среды» и включается во все планы и мероприятия по снижению экологической угрозы, связанной с сельскохозяйственным производством. Севооборот служит организующим началом экологически чистого землепользования как внутри хозяйства, так и за его пределами в границах единых агроландшафтов.

#### 4.4. Классификация севооборотов

Большое разнообразие севооборотов, применяемых в современной земледелии, обусловило необходимость их классификации.

В основу классификации севооборотов положены два основных признака:

*главный вид растениеводческой продукции*, производимой в севообороте – зерно, корма, техническое сырье, овощи и т.д.;

*соотношение основных групп сельскохозяйственных культур*, различающихся по биологии и технологии возделывания, их влиянию на плодородие почвы – зерновые культуры, многолетние травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, технические культуры сплошного посева, а также чистые и занятые пары.

По первому признаку определяются типы севооборотов различного производственного назначения, отличающиеся основной производимой продукцией. Существует три *типа севооборотов* – полевые, кормовые и специальные. Они могут подразделяться на подтипы (Табл. 10).

По второму признаку определяются *виды севооборотов*, различающихся по структуре посевных площадей – соотношение основных групп сельскохозяйственных культур. Их более десяти, и они могут относиться к различным типам и подтипам севооборотов, как это видно из представленной классификации севооборотов.

Помимо типа и вида севооборот характеризуют еще и по количеству полей, указывают площадь поля и общую площадь пашни, которую занимает севооборот. Количество полей в севообороте устанавливается, исходя из структуры посевных площадей, организационно-хозяйственных условий, особенностей рельефа и землепользова-

ния конкретного хозяйства. В севообороте может быть от 2–3 до 10–12 полей.

Таблица 10

### Классификация севооборотов

Типы и подтипы	Виды
<p><i>Полевые:</i> универсальные</p> <p>специализированные зерновые, льняные, свекловичные, картофельные</p>	<p>Зернопаровые, зернопаропропашные, зернопропашные, зернотравяные, зернотравянопропашные, плодосменные или зернотравянопропашные, травянопропашные, пропашные, паропропашные, сидеральные.</p> <p>Зернопаровые, зернопропашные, зернотравяные, плодосменные, пропашные, травянопропашные и др.</p>
<p>Кормовые: прифермские</p> <p>сенокосно-пастбищные</p>	<p>Плодосменные, пропашные, травянопропашные, травянозерновые</p> <p>Травопольные (многопольнотравяные), травянозерновые, травянопропашные.</p>
<p>Специальные: Овощные, овощекормовые, овощебахчевые и бахчевые рисовые и конопляные</p> <p>Табачные и махорочные</p> <p>Земляничные и плодопитомники</p> <p>Лекарственные и эфиромасличные</p>	<p>Пропашные, травянопропашные, парозернопропашные, пропашные, плодосменные, зернопропашные</p> <p>Пропашные, плодосменные, травянопропашные</p> <p>Травянопропашные, паропропашные, сидеральные</p> <p>Зернопаропропашные, плодосменные, паропропашные</p>

**Полевым** называется севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур и кормов.

Полевые севообороты подразделяются на два подтипа – *универсальные* и *специализированные*.

В полевых *универсальных* севооборотах большая часть пашни обычно занята зерновыми культурами, остальная – техническими и

кормовыми. В засушливых районах часть пашни в таком севообороте отводится под чистые пары.

*Специализированным* называется севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной культуры или культур одной группы. Во многих районах России получили распространение специализированные полевые зерновые севообороты, в которых удельный вес зерновых и зернобобовых культур достигает 75–85 %. В полевом специализированном свекловичном севообороте удельный вес сахарной свеклы может достигать 30 %, а при орошении – 40%.

При производстве картофеля удельный вес этой культуры в специализированном полевом севообороте на высоком агрофоне может быть увеличен до 40 %.

**Кормовым** называется севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов. Большую часть площади пашни в кормовых севооборотах отводят под посевы различных видов кормовых культур.

Кормовые севообороты в зависимости от их места расположения и состава возделываемых культур делятся на два подтипа: прифермские и Сенокосно-пастбищные.

*Прифермским* называется севооборот, предназначенный для производства сочных и зеленых кормов и поля которого расположены вблизи животноводческих ферм. Такие севообороты иногда называют корнеплодно-силосными, подчеркивая их значение и конкретизируя задачи производства сочных корнеплодов и силосной массы. Их размещение вблизи ферм связано с необходимостью снижения затрат на транспортировку большой массы этих видов кормов.

*Сенокосно-пастбищным* называется кормовой севооборот, предназначенный для производства сена, сенажа и выпаса скота. В таком севообороте возделывают многолетние и однолетние травы. Его вводят при окультуривании естественных кормовых угодий, организуя многопольное чередование лугов и пастбищ и используя их для выпаса скота и заготовки кормов.

Фуражное зерно производят в полевых, кормовых, иногда и в специальных севооборотах.

Специальным называется севооборот, предназначенный для возделывания культур, требующих специальных условий и особой агротехники. К таким культурам относятся овощи, бахчевые, коноп-

ля, табак, рис, лекарственные, эфиромасличные растения и др. Как правило, это особо требовательные к условиям произрастания культуры. Специальные севообороты размещают на участках с высоким плодородием почвы, часто с оросительными системами. При возделывании овощей, других специальных культур широко применяют высокие дозы органических и минеральных удобрений, большое внимание уделяют уходу за растениями, их защите от вредителей, болезней и сорняков. Специальные севообороты подразделяют на восемь подтипов.

Особое место среди специальных севооборотов занимают *почвозащитные севообороты*. Их назначение – защита почвы от водной или ветровой эрозии при одновременном производстве продовольственной, технической или кормовой продукции. На склоновых землях Нечерноземной и лесостепной зоны для защиты почвы от водной эрозии размещают севообороты, на полях которых возделывают лишь многолетние и однолетние травы (травопольные севообороты) или посевы трав сочетают с посевами зерновых, в первую очередь озимых культур (травянозерновые севообороты). В степных районах для защиты почвы от ветровой эрозии в севообороты вводят поля многолетних трав с полосным их размещением.

Рассмотренные типы и подтипы севооборотов могут относиться к различным видам. Среди севооборотов, применяющихся в нашей стране, можно выделить следующие виды: зернопаровые, зернопаропропашные, зернопаротравяные, зернотравяные, зернопропашные, плодосменные (зернотравянопропашные), зернотравянопаропропашные, травянопропашные, пропашные, травопольные, сидеральные, травянозерновые, паропропашные.

*Зернопаровым* называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева и имеется поле чистого пара. Например: 1 – чистый пар, 2–яровая пшеница, 3–яровая пшеница, 4–овес.

Зернопаровые севообороты известны в России с XIV–XV вв. Они были основой трехполки: 1-паровое поле, 2 – озимое зерновое, 3–яровое зерновое.

В наше время зернопаровой севооборот – основа почвозащитных систем земледелия в засушливых степях Южного Урала, Западной Сибири, Алтая и других степных районов восточной части стра-

ны. В условиях сурового континентального климата с коротким засушливым летом при отсутствии пропашных и зернобобовых культур чистые пары в этих районах являются единственным хорошим предшественником яровой пшеницы. Они обеспечивают устойчивость урожаев этой культуры за счет накопления влаги в почве и эффективной борьбы с сорняками. Здесь наиболее распространены трех-, четырех- и пятипольные зернопаровые севообороты с повторными посевами яровой пшеницы, которые в пятипольном севообороте прерываются ячменем или овсом: 1 – чистый пар, 2-яровая пшеница, 3 – яровая пшеница, 4– ячмень, 5–яровая пшеница.

*Зернопаропропашным* называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с чистым паром и пропашными культурами. Удельный вес зерновых культур в таких севооборотах может достигать 70% площади пашни, а с посевами кукурузы на зерно и больше.

Зернопаропропашные севообороты возникли на основе зернопаровых и являются разновидностью улучшенных зерновых многопольных севооборотов (часто насчитывающих 10–12 полей). Они широко распространены в полусасушливых степных и лесостепных районах европейской части России: в Поволжье, на Юго-Востоке, на Северном Кавказе, в южной части ЦЧЗ. Типичным примером такого севооборота служит десятипольный севооборот одного из хозяйств Волгоградской области: 1 – чистый пар, 2–озимая пшеница, 3– кукуруза на зерно, 4 – яровая пшеница, 5– ячмень, 6 – горох, 7–озимая рожь, 8– яровая пшеница, 9– просо, 10– подсолнечник.

В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края распространен другой зернопаропропашной севооборот: 1–чистый пар, 2– озимая пшеница, 3– озимая пшеница, 4– кукуруза на зерно, 5– подсолнечник, 6-горохоовсяная смесь на корм, 7–озимая пшеница, 8– озимая пшеница, 9 – кукуруза на зерно, 10–ячмень.

В Среднем и Нижнем Поволжье, в степных полусасушливых районах Северного Кавказа и Южного Урала используют более короткую ротацию упрощенного зернопаропропашного севооборота: 1 – чистый пар, 2–зерновые, 3-зерновые, 4 – пропашные, 5-зерновые, 6– зерновые.

Зернопаропропашные севообороты с высоким удельным весом чистого пара и пропашных культур слабо защищены от эрозии почвы.

Поэтому здесь необходимо проводить специальные мероприятия по защите почвы от водной (на склоновых землях с уклоном более 1,5–2°) и ветровой (в степных районах) эрозии.

*Зернопропашным* называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры, чередующиеся с пропашными культурами. Это севообороты более увлажненных районов зернового производства, где нет необходимости иметь поля чистых паров – в Центрально-Черноземной зоне, на Северном Кавказе, в Нечерноземной зоне, на Дальнем Востоке. В зернопропашном севообороте после пропашных культур следуют один или два года подряд зерновые, крупяные или зернобобовые культуры и снова идет пропашная культура. Чередование в специализированном картофельном севообороте на легких почвах Нечерноземной зоны следующее: 1–картофель ранний, 2 – озимая рожь, 3 – люпин на зерно, 4 – картофель, 5–овес. Или пример дальневосточного соевого севооборота: 1– соя, 2– пшеница, 3– пшеница, 4– соя, 5– ячмень.

Как и предшествующий вид, зернопропашные севообороты на склоновых землях и в открытой степи требуют проведения специальных мероприятий по защите почвы от эрозии.

*Зернопаротравяным* называется севооборот, в котором преобладают посевы зерновых культур и имеются чистые пары и многолетние травы. В таких севооборотах могут быть и поля технических непропашных культур – льна-долгунца. Примером зернопаротравяного севооборота может быть волоколамское восьмиполье: 1 - чистый пар, 2–озимые зерновые с подсевом клевера, 3–4– клевер, 5 –яровые зерновые или лен-долгунец, 6– чистый пар, 7–озимые, 8– яровые зерновые.

Зернопаротравяные севообороты являются разновидностью улучшенных зерновых севооборотов в северной зоне европейской части России.

В северо-восточной части Нечерноземной зоны используют восьмипольный севооборот: 1 – чистый пар, 2 – озимая рожь, 3 – ячмень с подсевом многолетних трав, 4–5– многолетние травы, 6– озимая рожь, 7– овес, 8– ячмень.

*Зернотравяным* называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, а остальная площадь пашни занята посевами многолетних и однолетних трав.

Как и зернопаротравяные севообороты, зернотравяные являются разновидностью улучшенных зерновых севооборотов. Примером перехода от трехпольки к более совершенным системам земледелия служит все то же волоколамское восьмиполье с двумя полями многолетних трав и с двумя полями чистого пара.

В дальнейшем эти севообороты претерпели изменения, выражаемые в замене чистых паров занятыми и расширении площади посевов многолетних трав.

В современных условиях зернотравяные севообороты применяют в тех хозяйствах Нечерноземной зоны, где пропашные культуры занимают небольшую площадь или выделены в отдельный севооборот (прифермский и др.). Наиболее распространены 7- и 8-польные чередования: 1 – занятый пар, 2 – озимые, 3–яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 4–5– многолетние травы, 6–озимые, 7– яровые зерновые. В 8-польном севообороте после многолетних трав перед озимыми добавляется поле льна-долгунца.

В случае введения чистого пара вместо занятого – а в последние годы это практикуют все чаще – семиполье превращается из зернотравяного в зернопаротравяное.

В связи с тем, что в зернотравяном севообороте многолетние травы, озимые и другие культуры с высоким почвозащитным эффектом занимают большую часть площади пашни, такие севообороты размещают и используют для защиты почвы от водной эрозии на землях с крутизной склона до 5–7°.

Другим направлением совершенствования севооборотов от зернопарового трехполья к многопольным севооборотам с посевами многолетних трав стало включение в них посевов пропашных культур. Таким образом появилось чередование, которое получило название *зернотравянопаропропашной* севооборота.

Зернотравянопаропропашным называется севооборот, в котором посевы зерновых культур чередуют с чистым паром, многолетними травами и пропашными культурами. По структуре посевных площадей такой севооборот уже приближается к плодосмену, но в нем еще остается поле чистого пара: 1 – чистый пар, 2– озимая пшеница, 3 – картофель, 4 -ячень с подсевом многолетних трав, 5–6– многолетние травы, 7– озимая пшеница, 8–овес. При замене чистого пара на занятый и введении еще одного поля пропашных культур эта переходная

форма превращается в классическую схему *плодосменного* севооборота.

*Плодосменным* называют севооборот, в котором зерновые культуры занимают до половины площади пашни и чередуются с пропашными и бобовыми культурами. Классическим примером плодосменного севооборота является норкфолькский севооборот: 1 – пропашные, 2 – яровые зерновые с подсевом клевера, 3 – клевер, 4 – озимые зерновые, в котором зерновые занимают 50 %, пропашные и бобовые – по 25 %. Такое соотношение в структуре посевных площадей позволяет оптимально выдержать принцип плодосмена - чередование, при котором на полях постоянно происходит смена культур, резко отличающихся по биологии и технологии возделывания. В плодосменном севообороте возделывание зерновых прерывается то пропашной культурой из другого семейства и с особой технологией возделывания, то бобовыми культурами. И те, и другие являются лучшими предшественниками для зерновых культур.

Норкфолькский плодосменный севооборот представляет комбинацию двухпольных севооборотных звеньев, в которых одно поле занято зерновой культурой, а другое или пропашным, или бобовым предшественником. Переход к норкфолькскому плодосмену от зернопарового трехполя сопровождался заменой чистого пара бобовой культурой (клевером) и включением поля пропашной культуры (турнепса) между повторным возделыванием двух зерновых культур.

Такое преобразование зернопаровой трехполки в четырехпольный плодосмен стало крупным шагом на пути интенсификации земледелия. Возделывание пропашных и бобовых культур явилось новым этапом в развитии земледелия.

С развитием научной агрономии и совершенствованием средств производства в земледелии классический плодосмен получил свое дальнейшее развитие в теории и практике севооборота. Расширялся набор возделываемых пропашных и бобовых культур, увеличивалась ротация севооборота.

В современных типичных плодосменных севооборотах бобовые культуры часто представлены бобовыми многолетними травами в смеси со злаковыми двухлетнего использования или несколькими полями зернобобовых культур. В плодосменных севооборотах может быть 2–3 поля пропашных культур – картофеля, сахарной свеклы, ку-

курузы и др. Продолжительность ротации современного плодосменного севооборота достигает 8–12 лет.

Классическим примером современного плодосменного севооборота является восьмиполье, широко распространенное в Нечерноземной зоне России: 1–2–многолетние травы, 3 – озимые зерновые, 4 – картофель, 5 – яровые зерновые или зернобобовые, 6– озимые зерновые, 7–кукуруза на силос, 8–яровые зерновые с подсевом многолетних трав. В лесостепной зоне европейской части страны и в районах Кубани с достаточным обеспечением влагой типично такое чередование в полевом плодосменном севообороте: 1 – занятый пар, 2 – озимая пшеница, 3– сахарная свекла, 4 – яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 5–многолетние травы, 6– озимая пшеница, 7– кукуруза на зерно и силос, 8– горох, 9 – озимая пшеница, 10 – кукуруза на зерно, 11 – просо, подсолнечник.

Плодосменные севообороты широко используют на орошаемых землях южных районов страны, где хорошо проявляется высокий агротехнический эффект 2–3-летнего использования бобовой многолетней травы-люцерны.

Плодосменные севообороты, имеющие по 2–3 поля пропашных культур, обладают небольшой почвозащитной функцией и на склонах крутизной более 2° должны дополняться системой специальных почвозащитных мероприятий.

*Травопольным* называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами многолетних трав. Оставшаяся часть обычно занята однолетними травами, иногда зернофуражными культурами. Этот вид севооборота относят к кормовому типу, и он служит основой для организации интенсивного лугопастбищного хозяйства с чередованием: 1-5-многолетние травы, 6–однолетние травы с подсевом многолетних трав. Когда производство зеленых и грубых кормов сочетают с производством зернофуражных кормов и с возделыванием непропашных технических культур, то травопольный севооборот может иметь такой вид: 1–4– многолетние травы, 5– зерновые или лен-долгунец, 6– однолетние травы, 7– яровые зерновые с подсевом многолетних трав. Этот вид севооборота ближе к травянозерновому.

*Травянозерновым* называется севооборот, в котором половина или большая часть пашни занята многолетними и однолетними травами, а остальная часть – зерновыми культурами. Примером такого

севооборота для Нечерноземной зоны может быть следующее чередование: 1–4– многолетние травы, 5–озимая пшеница, 6– овес, 7–ячмень, 8–однолетние травы с подсевом многолетних трав. Он предназначен для производства грубых кормов и зернофуража и как кормовой севооборот дополняет прифермские и сенокосно-пастбищные севообороты.

Севообороты с многолетними травами особенно эффективны и распространены в Нечерноземной зоне в районах достаточного увлажнения. Уровень их интенсификации относительно невысок, но они всегда являются важным элементом системы почвозащитных мероприятий на склоновых землях в агроландшафтных системах земледелия. С включением в такие севообороты пропашных культур уровень интенсификации земледелия повышается на основе травянопропашных севооборотов.

*Травянопропашным* называется севооборот, в котором пропашные культуры чередуются с посевами многолетних трав. Обычно многолетние травы в таких севооборотах занимают 2–3 и более полей.

Травянопропашные севообороты используют как полевые на орошаемых землях южных районов страны для производства зерна, технических культур, кормов: 1–2 – люцерна, 3– сахарная свекла, 4– кукуруза на зерно, 5– зернобобовые, 6– сахарная свекла, 7–ячмень с подсевом люцерны. На торфяно-болотных почвах юго-западной части Нечерноземной зоны применяют такой травянопропашной севооборот: 1–3 – многолетние травы, 4– озимые, 5–сахарная свекла, 6– картофель, 7–кукуруза, 8–кукуруза и зернобобовые, 9– однолетние травы с подсевом многолетних трав.

На овощных плантациях распространены специальные *овощекормовые* севообороты с двухлетним использованием многолетних трав: 1–2 – многолетние травы, 3 -капуста, 4– томат, 5–огурец, 6– лук, 7–столовые корнеплоды, 8– однолетние травы с подсевом многолетних трав.

*Пропашным* называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами пропашных культур. Это наиболее интенсивный вид севооборота, и при высокой степени его насыщения пропашными культурами они следуют друг за другом в течение нескольких лет подряд. Однако из-за их видовых различий можно избежать нега-

тивных явлений, которые обычно возникают при повторном и бес-  
сменном возделывании одного и того же вида пропашной культуры.

В конце XIX – начале XX в. пропашные севообороты появились  
в отдельных хозяйствах России, которые специализировались на про-  
изводстве фабричной сахарной свеклы, заводского картофеля, ово-  
щей. В Средней Азии такие севообороты были основой хлопковод-  
ства.

Полевые пропашные севообороты в настоящее время использу-  
ют прежде всего в районах достаточного увлажнения и на орошаемых  
землях. Например, в Центральном районе Краснодарского края при-  
меняют такой полевой севооборот: 1 – кукуруза на зерно, 2 –  
подсолнечник, 3– зернобобовые, 4 – озимая пшеница, 5 –сахарная  
свекла, 6 – кукуруза на зерно, 7 – кукуруза на силос, 8– озимая пше-  
ница, 9–сахарная свекла, 10 – озимый ячмень с пожнивным посевом  
кукурузы.

На орошаемых землях Юго-Востока, Северного Кавказа, других  
южных районов большинство овощных севооборотов является про-  
пашными. В Нечерноземной зоне, в увлажненных районах лесостеп-  
ной зоны кормовые прифермские севообороты имеют короткую рота-  
цию, в которой преобладают пропашные культуры: 1 – однолетние  
травы, 2– кормовые корнеплоды и картофель, 3– кукуруза на силос, 4  
– подсолнечник на силос.

Существенным недостатком пропашных севооборотов является  
их незащищенность от водной эрозии. Поэтому их следует размещать  
на равнинных или со слабым уклоном землях с использованием поч-  
возащитной технологии возделывания пропашных культур.

*Сидеральным* называется севооборот, в котором одно или не-  
сколько полей отводят для выращивания сидеральных культур. Сиде-  
ральные севообороты используют на песчаных и супесчаных почвах,  
которые, например в Нечерноземной зоне, занимают около 30 %  
площади пашни. На таких почвах можно применять сидеральные се-  
вообороты со следующим чередованием: 1 – люпин на зеленое удоб-  
рение (сидерат), 2 – озимая рожь, 3 – картофель, 4 – овес.

В южных районах Нечерноземной зоны удобрительный эффект  
основной сидеральной культуры может быть усилен поживной си-  
дерацией в сочетании с использованием соломы: 1– люпин однолет-  
ний на зеленое удобрение, 2– озимая рожь, 3– картофель, 4– однолет-

ние травы на корм, 5– озимая рожь + пожнивный сидерат (горчица белая, рапс и др.) с удобрением соломой, 6– кукуруза на силос, 7– овес.

Кроме однолетнего люпина в качестве сидеральной культуры можно использовать сераделлу, донник, клевер, многолетний люпин, другие бобовые культуры, а также горчицу белую, рапс, масличную редьку и другие растения семейства капустных.

В дополнение к основным посевам указанные сидераты выращивают и как промежуточные культуры, что имеет большое экономическое значение.

## Глава 5. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

### 5.1. Научные основы и задачи обработки почвы

Под обработкой понимают механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в целях создания оптимальных почвенных условий для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии. Обработка почвы – основное агротехническое средство регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов и, главное, поддержания хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов. Качественно обрабатывая почву, мы повышаем эффективное плодородие и урожайность культур.

Основные задачи системы обработки почвы в современном земледелии следующие:

создание мощного культурного пахотного слоя, поддержание в нем высокого эффективного плодородия, благоприятного для растений водно-воздушного, теплового и питательного режимов путем изменения его строения и структурного состояния, периодического оборачивания и перемешивания слоев почвы;

полное уничтожение растущих сорняков, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижение потенциальной засоренности, улучшение общей фитосанитарной обстановки в полях севооборота;

повышение противоэрозионной устойчивости почвы и защита ее от эрозии;

заделка и равномерное распределение в почве растительных остатков и удобрений;

придание наилучшего строения и структурного состояния посевному слою почвы с целью размещения семян на установленную глубину, создание условий для высокопроизводительного использования почвообрабатывающих и уборочных машин.

## 5.2. Способы и приемы обработки почвы

Для создания оптимальных условий жизни растений используют различные способы и приемы обработки почвы.

Способ обработки почвы – это механическое воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на плотность сложения и расположение генетических и разнокачественных по плодородию горизонтов обрабатываемого слоя почвы. Различают отвальный, безотвальный, роторный и комбинированный способы обработки почвы.

Отвальный способ предусматривает обработку отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных по плодородию слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением, перемешиванием, подрезанием и заделкой растительных остатков и удобрений в почву.

Безотвальный способ предусматривает обработку безотвальными почвообрабатывающими орудиями и машинами без изменения расположения разнокачественных по плодородию слоев и генетических горизонтов с целью рыхления или уплотнения, подрезания сорняков и сохранения растительных остатков на поверхности почвы.

Роторный способ предусматривает обработку вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин для устранения дифференциации обрабатываемого слоя по плотности его сложения и плодородию активным крошением и перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием однородного слоя.

Комбинированные способы включают обработку комбинированными и обычными почвообрабатывающими орудиями, и машинами, обеспечивающими различное сочетание по горизонтам и слоям, а также по срокам осуществления отвального, безотвального и роторного способов обработки почвы.

Способы обработки почвы применяют для повышения эффективного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. При этом учитывают климатические условия, тип почвы и степень ее окультуренности, требования возделываемых культур.

Прием обработки почвы – однократное механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и

орудий тем или иным способом для выполнения одной или нескольких технологических операций на определенную глубину.

Под основной обработкой понимают наиболее глубокую обработку почвы, существенно изменяющую ее сложение под определенную культуру севооборота. К основной обработке относят вспашку и глубокое рыхление.

По глубине обработки приёмы обработки делятся на поверхностную – это обработка почвы различными орудиями на глубину до 8 см, а мелкую – от 8 до 16 см. К приемам такой обработки относятся: лущение, культивация, боронование, прикатывание, шлейфование, малование и др.

Специальную обработку почвы применяют при наличии специфических условий с определенной конкретной целью. К приемам специальной обработки относят многослойные (ярусные) обработки с использованием ярусных плугов, плантажную вспашку, щелевание, кротование.

Для создания оптимальных условий жизни растений используют различные способы и приемы обработки почвы.

*Способ обработки почвы* – это механическое воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на плотность сложения и расположение генетических и разнокачественных по плодородию горизонтов обрабатываемого слоя почвы. Различают отвальный, безотвальный, роторный и комбинированный способы обработки почвы.

Отвальный способ предусматривает обработку отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных по плодородию слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением, перемешиванием, подрезанием и заделкой растительных остатков и удобрений в почву.

Безотвальный способ предусматривает обработку безотвальными почвообрабатывающими орудиями и машинами без изменения расположения разнокачественных по плодородию слоев и генетических горизонтов с целью рыхления или уплотнения, подрезания сорняков и сохранения растительных остатков на поверхности почвы.

Роторный способ предусматривает обработку вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин для

устранения дифференциации обрабатываемого слоя по плотности его сложения и плодородию активным крошением и перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием однородного слоя.

Комбинированные способы включают обработку комбинированными и обычными почвообрабатывающими орудиями, и машинами, обеспечивающими различное сочетание по горизонтам и слоям, а также по срокам осуществления отвального, безотвального и роторного способов обработки почвы.

Способы обработки почвы применяют для повышения эффективного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. При этом учитывают климатические условия, тип почвы и степень ее окультуренности, требования возделываемых культур.

*Прием обработки почвы* – однократное механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий тем или иным способом для выполнения одной или нескольких технологических операций на определенную глубину.

Под основной обработкой понимают наиболее глубокую обработку почвы, существенно изменяющую ее сложение под определенную культуру севооборота. К основной обработке относят вспашку и глубокое рыхление.

По глубине обработки приёмы обработки делятся на поверхностную – это обработка почвы различными орудиями на глубину до 8 см, а мелкую – от 8 до 16 см. К приемам такой обработки относятся: лущение, культивация, боронование, прикатывание, шлейфование, малование и др.

Специальную обработку почвы применяют при наличии специфических условий с определенной конкретной целью. К приемам специальной обработки относят многослойные (ярусные) обработки с использованием ярусных плугов, плантажную вспашку, щелевание, кротование.

### ***5.2.1. Приемы основной обработки почвы***

Вспашку выполняют плугами с отвалами различной конструкции, что определяет несходство по составу производимых технологических операций и качеству их выполнения. Плуги с винтовыми отвалами хорошо оборачивают пласт почвы, но плохо его крошат; напро-

тив, плуги с цилиндрической поверхностью отвала хорошо крошат пласт почвы, но плохо его оборачивают (рис.3).



Рис. 3. Вспашка плугом ПЛН-5-35

Если при работе плуга пласт почвы полностью оборачивается (на  $180^\circ$ ), то говорят о вспашке с оборотом пласта. При неполном опрокидывании пласта почвы и косой его постановке (на  $135^\circ$ ) на ребро говорят о вспашке со взметом пласта.

Однако лучшего оборачивания и крошения пласта почвы, особенно почвы, освобождающейся из-под многолетних трав, достигают при вспашке плугом с культурным отвалом и установленным перед ним предплужником. Предплужник снимает на  $2/3$  ширины захвата основного корпуса верхний слой почвы толщиной 8...10 см, содержащий стерню, растительные остатки, вредных насекомых и фитопатогенных микроорганизмов, семена и органы вегетативного возобновления сорняков, и сбрасывает его на дно борозды. Чтобы хорошо

прикрыть и заделать верхний слой почвы, основной корпус должен работать глубже предплужника минимум на 10... 12 см. Он поднимает на отвал нижний слой, который хорошо оструктурен и сравнительно свободен от вредных организмов, оборачивает, крошит его и полностью присыпает им ранее сброшенный верхний слой. Такую вспашку плугом с культурным отвалом и с предплужником на глубину не менее 20...22 см называют культурной, или классической, вспашкой. Ее широко применяют в качестве осенней (зяблевой) вспашки в различных регионах России на полях, на которых отсутствует реальная опасность проявления эрозионных процессов.

При вспашке отвальными плугами пласт почвы отваливается вправо. Поэтому если вспашку каждого загона, на которые разбивают подлежащее вспашке поле, начинают с краев загона, то в середине образуется разъемная борозда, и такой способ называют вспашкой вразвал. Если вспашку начинают с середины загона, то посередине образуется свальный гребень, и такой способ называют вспашкой всвал.

Для вспашки используют различные отвальные плуги (ПЛН-5-35, ПТК-9-35, ПВН-3-35 и др.). При пользовании оборотными плугами поле не разбивают на загоны, на нем не образуется ни развальных борозд, ни свальных гребней. Такую вспашку называют гладкой.

В районах, подверженных ветровой эрозии, чтобы сохранить на поверхности стерню и другие растительные остатки, которые предохраняют почву от выдувания и накапливают большое количество влаги в виде снега, так необходимой в засушливых степных районах, проводят только рыхление почвы без ее оборачивания, которое называют безотвальной вспашкой. Такую вспашку на глубину 27...30 см и более, разработанную в начале 50-х годов XX в. академиком Т. С. Мальцевым, широко применяют в Западной и Восточной Сибири и европейской части России с использованием ранее безотвальных плугов, а позднее плоскорезов и глубокорыхлителей различной конструкции (КПЭ-3,8, КПП-2,2, КПГ-2-150, КПГ-250, ГУН-4, типа парплау и др. рис. 4).



Рис. 4. Культиватор –плоскорез КП-2,4

На полях с не выровненной поверхностью и большим количеством слаборазложившихся растительных остатков (ежегодная вспашка в одном направлении, образование кочек, куртин сорняков) хорошие результаты как основная обработка обеспечивает фрезерование. При работе фрезерных орудий (ФНБ-0,9, ФН-1,25, КФГ-3,6 и др.) почва до глубины 10...20 см интенсивно крошится и тщательно перемешивается, создавая гомогенный пахотный или же сразу только посевной слой, куда и высевают семена культур.

### ***5.2.2. Приемы поверхностной обработки почвы***

Лушение. Это прием обработки почвы дисковыми и лемешными орудиями, обеспечивающий рыхление, крошение и частичное оборачивание, перемешивание почвы и подрезание сорняков (рис. 5 ).



Рис. 5. Луцильник ЛДГ-15

Его проводят перед посевом культур, при обработке паров. Если лушение проводят после уборки зерновых культур, то его называют лушением жнивья.

Культивация. Это прием обработки почвы культиватором, обеспечивающий рыхление, крошение и частичное перемешивание почвы, а также ее выравнивание и полное подрезание сорняков. Она может быть сплошной (обработка всей поверхности поля) и междурядной (обработка междурядий пропашных культур). Глубина обработки может достигать 14 см. Культивация улучшает водно-воздушный режим почвы, активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, обеспечивает условия для дружного прорастания сорняков.

Боронование. Это прием поверхностной обработки почвы боронами различной конструкции, обеспечивающий рыхление, перемешивание, выравнивание почвы, а также частичное уничтожение проростков и всходов сорняков. Боронование применяют как отдельный прием, а также в сочетании с другими приемами.

Прикатывание. Это прием обработки почвы катками, обеспечивающий уплотнение, крошение глыб и частичное выравнивание поверхности почвы. Прикатывание способствует заделке семян на требуемую глубину, лучшему соприкосновению семян с почвой, их быстрому набуханию и прорастанию. Главная задача прикатывания состоит в том, чтобы в засушливых условиях как можно полнее сохранить влагу в почве.

Прикатывание применяют до посева культуры, после посева и без связи с посевом культуры. Например, в паровых полях этот прием осуществляют для уменьшения общей пористости почвы и сохранения влаги после культивации, вспашки, рыхления, луцения. Прикатывают также дернину после вспашки для лучшего разложения, торфяники при освоении. Наиболее эффективно применять прикатывание в засушливых условиях. На тяжелых почвах при переувлажнении прикатывание дает отрицательные результаты. Чем влажнее почва, тем сильнее уплотняющее действие катка. Скорость движения агрегатов должна быть 7...9 км/ч.

### ***5.2.3. Приемы специальной обработки почвы***

Двухъярусная вспашка. Это глубокая (до 35...40 см) обработка почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части или взаимным перемещением в вертикальном направлении верхнего и нижнего слоев. При двухъярусной вспашке возможен и другой технологический процесс: рыхление верхней части пахотного слоя и оборачивание нижней. Она обеспечивает глубокую заделку сорняков, дернины, растительных остатков, что замедляет их разложение. При глубокой запашке семян сорняков, зимующих в стерне куколок, спор грибов пораженность культур снижается на 60...70 %.

Двухъярусную вспашку применяют при окультуривании дерново-подзолистых почв, распашке пласта люцерны, при подготовке почвы под сахарную свеклу и другие технические культуры. Ее выполняют двух- и трехъярусными плугами ПД-3-35, ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40, плугами с вырезными корпусами (рис.6).

Трехъярусная вспашка. Это обработка почвы (на глубину 40...50 см) с частичным или полным перемещением трех слоев (горизонтов): пахотный слой после оборачивания остается на поверхности, а подзолистый и иллювиальный горизонты меняются местами. Такую вспашку осуществляют трехъярусными навесными плугами ПТН-3-40, ТН-3-40А, ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40 и др.



Рис 6. Плуг трехъярусный навесной ПТН-40

Корпуса этих плугов устанавливают в три яруса для послойной обработки трех слоев, таким образом, в пахотный слой вовлекается почва нижних горизонтов. Такая обработка обеспечивает хорошее рыхление и крошение почвы при делении пласта на две части, глубокую заделку растительных остатков и семян сорняков. Это в 2...3 раза снижает засоренность поля, создает благоприятные условия для биологических процессов и накопления влаги.

Трехъярусную вспашку применяют под технические культуры при окультуривании дерново-подзолистых почв и солонцов.

Плантажная вспашка. Представляет собой обработку почвы специальными плугами на глубину более 40 см (рис. 7). Ее проводят при окультуривании засоленных, песчаных почв, а также под плодовые насаждения, лесопосадки. При плантажной вспашке почву рыхлят на большую глубину, что способствует улучшению физических свойств и окультуриванию глуболежащих слоев. При этом создаются благоприятные условия для глубокого проникновения корней и роста растений.



Рис. 7. Плантажный плуг

Однако глубокая заделка плодородного гумусового горизонта, особенно на почвах с низким естественным плодородием, приводит к снижению урожайности. Это обусловлено тем, что плантажные плуги не обеспечивают полного оборачивания пласта и на поверхность извлекаются почвы с худшими свойствами. Поэтому при плантажной вспашке вносят большие дозы органических, минеральных удобрений, извести или гипса.

Щелевание. Это глубокое прорезание почвы для повышения водопроницаемости. Его используют для предупреждения водной эрозии и борьбы с ней на пашне, естественных сенокосах и пастбищах.

Ножом-щелерезом или щелевателем-кротователем ЩН-2-140 прорезают узкие глубокие щели, которые прерывают ток воды по поверхности почвы на полях с большим уклоном, предотвращая смыв и размыв почвы (рис. 8).



Рис 8. Работа щелевателем ЩН-4 «Киндзат»

Кротование. Прием обработки почвы, обеспечивающий образование горизонтальных дренажных кротов в глубине почвы для усиления ее аэрации и сброса избыточной воды в подпахотный слой. На тяжелых по гранулометрическому составу переувлажняемых почвах кротовины проделывают осенью с помощью специального дренажа на глубине 30 см и более, диаметром 5...8 см. Дренаж устанавливают на особом кротовом плуге, расстояние между кротовинами 1...2 м.

Под обработкой понимают механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в целях создания оптимальных почвенных условий для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии. Обработка почвы – основное агротехническое средство регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов и, главное, поддержания хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов. Качественно обрабатывая почву, мы повышаем эффективное плод-

родие и урожайность культур.

Основные задачи системы обработки почвы в современном земледелии следующие:

создание мощного культурного пахотного слоя, поддержание в нем высокого эффективного плодородия, благоприятного для растений водно-воздушного, теплового и питательного режимов путем изменения его строения и структурного состояния, периодического оборачивания и перемешивания слоев почвы;

полное уничтожение растущих сорняков, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижение потенциальной засоренности, улучшение общей фитосанитарной обстановки в полях севооборота;

повышение противоэрозионной устойчивости почвы и защита ее от эрозии;

заделка и равномерное распределение в почве растительных остатков и удобрений;

придание наилучшего строения и структурного состояния посевному слою почвы с целью размещения семян на установленную глубину, создание условий для высокопроизводительного использования почвообрабатывающих и уборочных машин.

### **5.3. Технологические операции при обработке почвы**

Обрабатывающие орудия выполняют следующие технологические операции: оборачивание, рыхление, крошение, уплотнение, перемешивание, выравнивание почвы, подрезание сорняков, создание гребней и борозд, сохранение стерни на поверхности почвы.

**Оборачивание.** Это взаимное перемещение частей пахотного слоя или горизонтов почвы в вертикальном направлении.

**Рыхление.** Изменяет взаимное расположение почвенных отдельностей с образованием крупных пор и увеличением объема почвы.

**Крошение.** Уменьшение размера почвенных структурных отдельностей.

**Уплотнение.** Это противоположная операция рыхлению, которая приводит к изменению взаимного расположения почвенных от-

дельностей с образованием мелких пор и уменьшением объема почвы.

**Перемешивание.** Изменение взаимного расположения почвенных отдельностей, обеспечивающее более однородное состояние обрабатываемого слоя.

**Выравнивание.** Обеспечивает уменьшение размеров неровностей поверхности почвы.

**Подрезание сорняков.** Проводят одновременно с рыхлением, перемешиванием и оборачиванием почвы.

**Создание микрорельефа** (борозд, гребней, гряд, щелей, лунок и др.) Применяют в основном в зоне избыточного увлажнения и на склоновых землях. Борозды, гребни и гряды создают для отвода излишней воды.

На полях подверженных водной эрозии, создание прерывистых, борозд, гребней, щелей, лунок способствует снижению поверхностного стока, предупреждению смыва почвы и увеличению ее влагозапасов.

**Сохранение стерни на поверхности почвы.** Обработка почвы с сохранением стерни на почве предохраняет ее от выдувания, способствует задержанию снега, уменьшению глубины промерзания и накоплению влаги в почве.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Требования растений к свету.
2. Требования растений к теплообеспеченности и температурному режиму.
3. Что такое теплопоглощительная способность почв?
4. Что такое температуропроводность?
5. Что такое теплопроводность?
6. Перечислите типы температурного режима.
7. Перечислите формы почвенной влаги по характеру связи с почвой.
8. Перечислите типы водного режима.
9. Что такое воздухоемкость и воздухопроницаемость?
10. Перечислите законы научного земледелия.
11. Что такое сорняки и засорители?
12. Назовите классификацию сорняков.
13. Назовите предупредительные меры борьбы с сорняками.
14. Назовите истребительные меры борьбы с сорняками.
15. Назовите биологические меры борьбы с сорняками.
16. Назовите химические меры борьбы с сорняками.
17. Назовите гербициды для химической прополки зерновых культур.
18. Назовите гербициды для химической прополки кукурузы.
19. Назовите гербициды для химической прополки картофеля.
20. Назовите гербициды для химической прополки рапса.
21. Назовите гербициды для химической прополки сахарной и кормовой свеклы.
22. Назовите гербициды для химической прополки люпина.
23. Назовите гербициды для химической прополки гречихи.
24. Назовите гербициды для химической прополки льна-долгунца.
25. Назовите гербициды для химической прополки клевера.
26. Назовите гербициды для химической прополки люцерны.
27. Назовите гербициды для химической прополки гороха.
28. Назовите гербициды для химической прополки капусты.
29. Назовите гербициды для химической прополки лука.
30. Назовите гербициды для химической прополки моркови.
31. Назовите гербициды для химической прополки чеснока.

32. Назовите гербициды для химической прополки томатов открытого грунта.
33. Назовите гербициды для химической прополки огурцов открытого грунта.
34. Опишите количественные методы учета засоренности.
35. Опишите глазомерно-численный метод А. И. Мальцева.
36. Опишите глазомерно-численный метод кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА.
37. Опишите методику производственного картирования сорно-полевой растительности.
38. Дайте основные понятия и определения севооборота и др.
39. Отношение культур к бессменным, повторным посевам и севообороту.
40. Назовите причины, вызывающие необходимость чередования культур.
41. Назовите классификацию севооборотов.
42. Типы и виды полевых севооборотов.
43. Типы и виды кормовых севооборотов.
44. Типы и виды специальных севооборотов.
45. Назовите основные способы и приемы обработки почвы.
46. Назовите технологические операции при обработке почвы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В учебном пособии изложены основные разделы общего земледелия, научные основы и задачи как науки; показаны требования культурных растений к условиям произрастания, охарактеризованы законы научного земледелия.

Пособие содержит подробное описание основных видов сорняков и их классификацию. Проанализированы меры борьбы с сорными травами, методы учета сорняков и их картирование.

Глава, посвященная севооборотам, описывает причины чередования культур, типы и виды севооборотов.

В пособии даны система и приемы обработки почвы, показаны основные технологические операции при обработке почвы.

Надеемся, что издание поможет студентам, магистрантам, аспирантам и специалистам в области сельского хозяйства приобрести новые знания в области общего земледелия.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воробьев С.А. и др. Земледелие. Учебник. - М., Агропромиздат, 1991. – 471 с.
2. Доспехов Б.А. и др. Практикум по земледелию. - М., Агропромиздат, 1987. – 368 с.
3. Туликов А.М. Сорные растения и борьба с ними. - М.: Моск. рабочий, 1982. – 157 с.
4. Туликов А.М. Методы учета и картирования сорно-полевой растительности (Учеб. пособие). – М. МСХА, 1974. – 51 с.
5. Учебные полевые практики. Учеб. пособие. Ч.1. / Т.А.Трифорова, Р.В.Репкин, И.В. Мальцев и др.; Владим. гос. ун-т, Владимир, 2003. – 56 с.
6. Экономические пороги вредоносности сорных растений в посевах основных сельскохозяйственных культур (рекомендации) /Под ред. Т.В. Фадеева. М.: Агропромиздат, 1989. – 25 с.
7. Химическая защита растений. Под.ред. Г.С.Груздева. – 3-е изд., перераб.и доп. – М.: Агропромиздат, 1987 г .
8. С.Я.Попов, Л.Я.Дорожкина, В.А.Калинин. Основы химической защиты растений. Учеб. пособие /под ред. проф. С.Я.Попова. – М. – Арт\_Лион, 2003.-208с.
9. В.А.Зинченко, Химическая защита растений. Средства, технология и экологическая безопасность. Учеб. для ВУЗов.- М.:Колос, 2005.-232с.
10. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. Учеб. для ВУЗов.- М.:КолосС, 2006.-248с.
11. Г.И. Баздырев. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. Учеб. пособие для ВУЗов. – М.:Колос, 2004.
12. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском, в т.ч фермерском, лесном и коммунальном хозяйствах на текущий год.
13. Бараев А.И. Теоретические основы почвозащитного земледелия. // Проблемы земледелия. М., Колос, 1978. - С. 22-35.

14. Доспехов Б.А., Пупонин А.И. Обработка почвы в Нечерноземье. // Вестник сельскохозяйственной науки. - 1975.- № 12. - С. 12–27.

15. Доспехов Б.А., Пупонин А.И., Бузманов В.В. Основные проблемы обработки почвы в Нечерноземной зоне. В кн."Вопросы обработки почвы". - М.:"Колос". 1979. - С.5-13 с.

16. Иваницкая Е.И., Шереметьева Н.М. Действие разных систем обработки на свойства серой лесной почвы и урожайность культур во второй ротации зернопропашного севооборота [Рязанская область]. //В сб. Севообороты и обработка почвы в интенсивном земледелии. 1988. - С. 63-68.

17. Кашина З.П. Влияние разноглубинной вспашки дерново-подзолистой слабоокультуренной почвы на засоренность посевов и урожай сельскохозяйственных культур в звене севооборота // В сб. Методы окультуривания почв в Предуралье. - Пермь, 1988. - С.63-67.

18. Корчагин А.А., Мазиров М.А. Система обработки почвы на комплексе серых лесных почв Владимирского ополья. /Аграрная наука – сельскому хозяйству. II Международная научно-практическая конференция. Сб. статей. Книга 1. – Барнаул, 2007. – 430-434 с.

19. Корчагин А.А., Мазиров М.А. Эффективность систем обработки почвы на комплексе серых лесных почв Владимирского ополья. //Доклады ТСХА. Вып. 279, ч.1. В 2-х ч. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. – С.263-267.

## РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баздырев, Г.И. Земледелие. Практикум: моногр. / Г.И. Баздырев. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 351 с.
2. Воропаев, С.Н. Биологическая система земледелия / С.Н. Воропаев, П.А. Попов, В.А. Ермохин, и др.. - М.: Колос, 2019. - 192 с.
3. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. и др. Земледелие: (Учебник для вузов) -М.: КолосС - 2000-С. 550. с иллюстрациями.
4. Коррига В.П. и др. Почвоведение с основами геологии – М.: Колос,2000. – 416 с: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш.учеб. заведений).
5. Доброхотов В.Н. Семена сорных растений Издательство: М.: Сельхозиздат -1961- С.464 с иллюстрациями.
6. Воробьев. С. А севообороты интенсивного земледелия -. М: Колос, 1979 - 368 с.
3. Верещагин. Л. Н. Атлас сорных, лекарственных и медоносных растений - М.: Юнивест маркетинг, 2002 - 380 с.
4. Гордиенко. В. П. Геркиял. О. М. Опрышко В. П. Земледелие -. М.: Высшая школа, 1991 - 267 с.
5. Гудзь. В. П, Примак. И. Д, Буденный. Ю. В. Земледелие. Учебник -М.: Урожай, 1996 - 384 с.
6. Гудзь. В. П. Толковый словарь из общего земледелия - М.: Аграрная наука, 2004 - 220 с

### Эфемеры: мокрица (звездчатка средняя)- *Stellaria media*



- Семейство: гвоздичные
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой, разветвленный;
- b) Стебель: слабый, очень ветвистый, обычно лежит на почве;
- c) Листья: яйцевидные, заостренные, у основания с ресничками, нижние черешковые, верхние сидячие;
- d) Цветки: белые;
- e) Плоды: удлинённая многосемянная коробочка;
- f) Семена: округло - почковидные, с красноватым оттенком. Масса 1000 семян – 0,5 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +2 + 4°C, +18+26°C;
- h) Глубина прорастания: 3 - 3,5см.

### Яровые ранние: амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*)



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой, очень мощный;
- b) Стебель: прямой, ветвистый, опушенный до 250 см высотой;
- c) Листья: нижние дваждыперисторассеченные, верхние одноперистые, снизу опушенные;
- d) Цветки: корзинки мужских цветков собраны в колосовидные соцветия, женские одноцветковые собраны по 2-3 в соцветие;
- e) Плоды: семянка;
- f) Семена: обратнойцевидные, оливково- серые или темно-коричневого цвета, масса 1000 семян – 1,5-2г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +6+8°C и +20+22°C;
- h) Глубина прорастания: до 5 см.

## Яровые ранние: галинсога мелкоцветная (*Galinsoga parviflora*)



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой, разветвленный, хорошо развит, расположен в гумусированном слое;
  - b) Стебель: прямой, ветвистый, опушенный, высотой 20-80 см;
  - c) Листья: супротивные, продолговатояйцевидные, зубчатые, мелкоопушенные;
  - d) Цветки: язычковые белые, трубчатые желтые;
  - e) Плоды: семянка;
  - f) Семена: клиновидные слаборебристые мелкоопушенные темные, масса 1000 семян – 0,25 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +6+8°C и +16+30°C;
  - h) Глубина прорастания: до 2 см.

## Яровые ранние: горец развесистый, шероховатый (*Polygonum lapathifolium*)



- Семейство: гречишные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой;
  - b) Стебель: прямостоячий, ветвистый, со вздутыми узлами, высотой 30-100 см;
  - c) Листья: очередные, ланцетные;
  - d) Цветки: зеленоватые, собранные в густые колосовидные кисти;
  - e) Плоды: орешек;
  - f) Семена: сдавленные без околоцветников, коричневые и темно-коричневые;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +4 +6°C, +14+20°C;
  - h) Глубина прорастания: до 7 см.

## Яровые ранние: горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*)



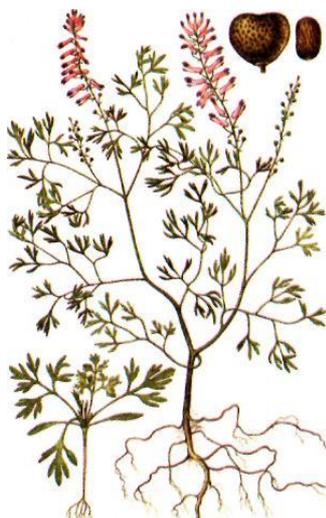
- Семейство: гречишные
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой;
- b) Стебель: вьющийся или лежачий, от основания ветвящийся, в нижней части красноватый, длиной 30-100 см;
- c) Листья: стреловидные, черешковые, с сердцевидными или треугольными основаниями;
- d) Цветки: мелкие, белые или розовые, невзрачные, расположены на концах ветвей и в пазухах листьев;
- e) Плоды: орешек;
- f) Семена: трехгранные в околоплоднике, серовато-бурые, серо-зеленые или коричневые;
- g) Min и opt температуры прорастания: +1 +2°C, +14+20°C;
- h) Глубина прорастания: 8-10 см.

## Яровые ранние: горчица полевая (*Sinapis arvensis*)



- Семейство: капустные
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой, разветвленный;
- b) Стебель: прямой, ветвистый, шероховатый;
- c) Листья: очередные, продолговатые, обратнояйцевидные;
- d) Цветки: ярко-желтые, собраны в соцветия;
- e) Плоды: цилиндрический стручок, слегка четырехгранный, жестковолосистый, с длинным носиком, длиной 20-40 мм;
- f) Семена: шаровидные, черные или темно-коричневые. Масса 1000 семян – 0,5-2 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +2 +4°C, +14+20°C, max +42+44 °C;
- h) Глубина прорастания: до 8 см.

## Яровые ранние: дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis*)



- Семейство: дымянковые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой;
  - b) Стебель: прямой, голый, ветвистый, высотой 20-60 см;
  - c) Листья: очередные, дваждыперисторазделенные, на длинных черешках, голубовато-зеленые;
  - d) Цветки: расположены в пазушных кистях, ярко-розовые;
  - e) Плоды: орешек;
  - f) Семена: шаровидные нераскрывающиеся, масса 1000 орешков – 3-3,5 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +6 +8°C, +18+20°C;
  - h) Глубина прорастания: 11 см.

## Яровые ранние: желтушник лакфиольный (левкойный) (*Erysimum cheiranthoides*)



- Семейство: капустные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой, разветвленный;
  - b) Стебель: прямой, ветвистый, высотой 30-70 см;
  - c) Листья: очередные, ланцетные, короткочерешковые, шероховатые;
  - d) Цветки: собраны в кисти, ярко желтые;
  - e) Плоды: четырехгранные двустворчатые, покрыты волосками стручок длиной до 8,5 см с выпуклыми створками;
  - f) Семена: яйцевидно-угловатые, желтовато-коричневые, с темным пятнышком семенного рубчика. Масса 1000 семян – около 0,4 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +2 +4°C, +16+22°C;
  - h) Глубина прорастания: не более 4 см.

## Яровые ранние: лебеда раскидистая (*Atriplex patula*)



- Семейство: лебедовые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой, ветвистый, проникает глубоко в подпахотный горизонт;
- b) Стебель: прямостоячий, сильноветвистый, высотой до 1 м и более;
- c) Листья: черешковые, голые, очередные, неравноромбические, с широким клиновидным основанием, стреловидные;
- d) Цветки: собраны в колосовидные соцветия;
- e) Плоды: орешек;
- f) Семена: четырехгранные округло-сдавленные. Масса 1000 орешков – более 1 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +3 +4°C, +20+22°C;
- h) Глубина прорастания: не более 5 см.

## Яровые ранние: мятлик однолетний (*Poa annua*)



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: мочковатый;
- b) Стебель: прямой, высотой 10-40 см;
- c) Листья: линейные, узкие;
- d) Цветки: собраны в 3-, 7-цветковые колоски;
- e) Плоды: пленчатая зерновка;
- f) Семена: удлинено-ланцевидные трехгранные безостые, кверху заостренные. Масса 1000 зерновок – ок. 0,5 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +3 +5°C, +16+20°C;
- h) Глубина прорастания: не более 4 см.

## Яровые ранние: овес пустой, овсюг - *Avena fatua*



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: мочковатый, проникающий на глубину 130-160 см;
  - b) Стебель: прямой, высотой 60-120 см;
  - c) Листья: узколинейные, крупные, по краям шероховатые;
  - d) Соцветие: метелка;
  - e) Плоды: зерновка;
  - f) Семена: . Масса 1000 семян – 22,5 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +3 +5°C, +16+20°C;
  - h) Глубина прорастания: 20-30 см.

## Яровые ранние: пикульник красивый, зябра - *Galeopsis speciosa*



- Семейство: яснотковые (губоцветные)
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой;
  - b) Стебель: прямой, ветвистый, с утолщениями по узлам, четырехгранный;
  - c) Листья: супротивные, короткочерешковые, по краю зубчатые, заостренные;
  - d) Цветы: венчик темно-пурпурный, фиолетовый, с бледно-желтой трубкой, у зева с желтым пятном;
  - e) Плоды: орешек;
  - f) Min и opt температуры прорастания: +3 +5°C, +16+20°C;
  - g) Глубина прорастания: 5 см.

## Яровые ранние: подмаренник цепкий - *Galium aparine*



- Семейство: маревые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: слабо развитый стержневой;
  - b) Стебель: слабый, лежачий, четырехгранный, хрупкий, длиной 40-100 см;
  - c) Листья: линейно-ланцетные, собраны в мутовки;
  - d) Цветы: белые на шиловидных цветоножках;
  - e) Плоды: орешек;
  - f) Семена: шаровидно-почковидные с выемкой, масса 1000 орешков – 3-3,5 г ;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +1 +2°C, +16+20°C;
  - h) Глубина прорастания: 9 см.

## Яровые ранние: редька полевая, дикая *Raphanus raphanistrum*



- Семейство: капустные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой;
  - b) Стебель: прямостоячий, высотой 20-70 см;
  - c) Листья: черешковые, темно-зеленые, покрыты жесткими волосками;
  - d) Цветы: белые или желтые;
  - e) Плоды: стручек;
  - f) Семена: овальные, красновато-коричневатые, масса 1000 семян – 4-8 г ;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +2 +4°C, +16+20°C;
  - h) Глубина прорастания: 6 см.

## Яровые ранние: торица полевая *Spergula arvensis*



- Семейство: гвоздичные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой, разветвленный;
  - b) Стебель: прямой или приподнимающийся, высотой 25-40 см;
  - c) Листья: линейно-нитевидные, покрытые железистыми волосками;
  - d) Цветы: белые, в рыхлом метельчатом соцветии;
  - e) Плоды: широкояйцевидная многосемянная коробочка;
  - f) Семена: шаровидные, слегка сдавленные, мелкобугорчатые, масса 1000 семян – 0,4-0,5 г ;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +2 +4°C, +20+25°C;
  - h) Глубина прорастания: 5 см.

## Яровые ранние: сушеница топяная *Gnaphalium uliginosum*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой, разветвленный;
  - b) Стебель: прямой, у основания ветвится, высотой 5-20 см;
  - c) Листья: сильно сближены, очередные;
  - d) Цветы: трубчатые;
  - e) Плоды: семянка;
  - f) Семена: цилиндрические, масса 1000 семян – 0,01-0,02 г ;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +4 +5°C, +14 +16°C;
  - h) Глубина прорастания: 4- 5 см.

## Яровые поздние: ежовник обыкновенный (куриное просо)- *Echinochloa crusgalli*



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: мочковатый;
  - b) Стебель: прямой или развалистый, коленчато-восходящий, высотой 20-200 см;
  - c) Листья: широколинейные;
  - d) Соцветие: рыхлая метелка;
  - e) Плоды: яйцевидная односторонне выпуклая, на верхушке заостренная зеленовато-бурая зерновка;
  - f) Семена: масса 1000 зерновок – 1,5-2 г;
  - g) Opt температуры прорастания: +26+28°C;
  - h) Глубина прорастания: не более 14 см.

## Яровые поздние: щетинник сизый *Setaria viridis*



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: мочковатый, проникающий в почву на 75-170 см;
  - b) Стебель: прямой, высотой 20-100 см;
  - c) Листья: широколинейные;
  - d) Соцветие: густой цилиндрический султан;
  - e) Плоды: пленчатая зерновка;
  - f) Семена: овально-яйцевидные односторонне выпуклые желто-коричневые, масса 1000 зерновок – 1-1,5 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +6+8°C, +20+24°C;
  - h) Глубина прорастания: не более 14 см.

## Яровые поздние: щирица запрокинутая - *Amaranthus retroflexus*



- Семейство: щирицевые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой, заглубляющийся в почву до 235 см;
- b) Стебель: прямой, опушенный, высотой 20-150 см;
- c) Листья: очередные, яйцевидно-ромбические и продолговатые;
- d) Цветки: желтовато-зеленые, собраны в плотные метельчатые колосовидные соцветия;
- e) Плоды: чечевицеобразное блестящее сдавленное черное семя;
- f) Семена: масса 1000 семян – 0,3-0,4 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +6 +8°C, +26+36°C;
- h) Глубина прорастания: 3 см.

## Зимующие: бородавник обыкновенный *Lapsana communis*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой, разветвленный;
- b) Стебель: прямой, ветвистый на верхушке, мелкоопушенный, высотой 20-100 см;
- c) Листья: очередные, неравнозубчатые, на коротких черешках, нижние более крупные;
- d) Цветки: собраны в корзинки на верхушках стеблей и ветвей;
- e) Плоды: семянка;
- f) Семена: клиновидно-сдавленные буровато-желтые или коричневые. Масса 1000 семян – 1,25 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +1 +3°C, +10+16°C;
- h) Глубина прорастания: 7 см.

## Зимующие: василек синий *Centaurea cyanus*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой;
- b) Стебель: прямой или ветвистый, высотой 25-100 см;
- c) Листья: верхние – линейные, цельные, средние – цельные или с зубчиками ланцетной формы, нижние - рассеченные;
- d) Цветки: синие, собраны в корзинки;
- e) Плоды: семянка с непадающим хохолком;
- f) Семена: овально-обратнойцевидной формы;
- g) Min и opt температуры прорастания: +3 +5°C, +14+16°C;
- h) Глубина прорастания: 5 см.

## Зимующие: живокость посевная - *Delphinium consolida*



- Семейство: лютиковые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой;
- b) Стебель: прямой, растопыренно-ветвистый, опушенный короткими волосками, высотой 20-80 см;
- c) Листья: многократно рассеченные на узколинейные доли;
- d) Цветки: ярко-синие или фиолетовые;
- e) Плоды: прямая мелкоопушенная одногнездная листовка;
- f) Семена: трехгранноклиновидные, темно-рыжевато-серые. Масса 1000 семян – 1,25-2 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +3 +4°C, +10+16°C;
- h) Глубина прорастания: 4 – 6 см.

## Зимующие: клоповник мусорный *Lepidium ruderale*



- Семейство: капустные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой;
  - b) Стебель: ветвистый, высотой 15-30 см;
  - c) Листья: верхние – линейные, цельные, нижние - двоякоперисторассеченные;
  - d) Цветки: мелкие, с зеленоватой чашечкой;
  - e) Плоды: двух-, четырехсемянный стручок;
  - f) Семена: светло- бурые или темно – желтые, овальные, сплюснутые. Масса 1000 семян – 0,25-0,5 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +2 +4°C, +18+20°C;
  - h) Глубина прорастания: 2-3 см.

## Зимующие: пастушья сумка обыкновенная *Capsella bursa - pastoris*



- Семейство: капустные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой;
  - b) Стебель: простой или ветвистый, слабо-опушенный, серовато-зеленый, высотой 20-40 см;
  - c) Листья: очередные, нижние в прикорневой розетке черешковые, верхние - стеблеобъемлющие;
  - d) Цветки: мелкие, белые, на цветоножках;
  - e) Плоды: раскрывающийся двугнездный стручок;
  - f) Семена: треугольно-обратнойцевидные. Масса 1000 семян – 0,25-0,5 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +1 +2°C, +15+26°C;
  - h) Глубина прорастания: 3 см.

## Зимующие: ромашка собачья, непахучая *Matricaria perforata*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой, сильноразветвленный;
  - b) Стебель: прямой, раскидистый, ветвистый, голый, высотой 20-100 см;
  - c) Листья: дваждыперисторассеченные;
  - d) Цветки: белые;
  - e) Плоды: раскрывающийся двугнездный стручок;
  - f) Семена: треугольно-обратнойцевидные семянки. Масса 1000 семян – 0,25-0,5 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +1 +2°C, +15+26°C;
  - h) Глубина прорастания: 1 - 3 см.

## Зимующие: фиалка полевая - *Viola arvensis*



- Семейство: фиалковые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой, приподнимающийся или ветвистый;
  - b) Стебель: волосистый, высотой 10-40 см;
  - c) Листья: с широкойцевидной или продолговато-ланцетной пластинкой;
  - d) Цветки: фиолетовые или желтые;
  - e) Семена: Масса 1000 семян – 0,4 - 0,5 г;
  - f) Min и opt температуры прорастания: +4 +6°C, +20 +26°C;
  - g) Глубина прорастания: 5 см.

## Зимующие: ярутка полевая *Thlaspi arvense*



- Семейство: капустные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: стержневой;
  - b) Стебель: прямой, ветвистый, высотой 20-50 см;
  - c) Листья: прикорневые собраны в розетку, нижние – черешковые, стеблевые сидячие, со стреловидным основанием, продолговатые, по краям зубчатые;
  - d) Цветки: мелкие, белые, собраны в кисти;
  - e) Плоды: двугнездный округлый сплюснутый стручок;
  - f) Семена: мелкие, масса 1000 семян – 1,25-1,75 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +1 +2°C, +15+26°C;
  - h) Глубина прорастания: 4-5 см.

## Озимые: метлица обыкновенная - *Apera spica-venti*



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: мочковатый, сильноразветвленный;
  - b) Стебель: прямой, голый, высотой 25-100 см;
  - c) Листья: линейно-ланцетные, плоские;
  - d) Соцветие: рыхлая раскидистая метелка с одноцветковыми колосками;
  - e) Плоды: пленчатая длинноостистая зерновка;
  - f) Семена: масса 1000 зерновок – 0,12-0,2 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +3 +5°C, +14+18°C;
  - h) Глубина прорастания: до 5 см.

## Озимые: коострец ржаной - *Bromus secalinus*



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: мочковатый;
- b) Стебель: ветвистый, гладкий, достигает высоты 100 см;
- c) Листья: линейные, слегка опушенные;
- d) Соцветие: рыхлая слегка поникшая метелка;
- e) Плоды: пленчатая цилиндрическая короткоостная зерновка;
- f) Семена: масса 1000 зерновок – 6-8 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +1 + 2°C, +12+14°C;
- h) Глубина прорастания: 0,5-12 см.

## Двулетние: донник лекарственный - *Melilotus officinalis*



- Семейство: бобовые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой, проникающий в почву на глубину 150-300 см;
- b) Стебель: прямой, ветвистый, высотой 50-150 см;
- c) Листья: очередные, тройчатые;
- d) Цветки: желтые;
- e) Плоды: одно-двусемянный боб;
- f) Семена: овально-удлиненные, желтовато-коричневые. Масса 1000 семян – 1,75-2,0 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +2 +4°C, +12+16°C;
- h) Глубина прорастания: 5 см.

## Мочковатокорневые: лютик едкий – *Ranunculus acris*



- Семейство: лютиковые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: мочковатый;
  - b) Стебель: прямостоячий или восходящий, голый или покрыт прижатыми волосками, высотой 30-100 см;
  - c) Листья: нижние – глубокопальчато-раздельные, в очертании пятиугольные, верхние - трехраздельные;
  - d) Цветки: одиночные, ярко-желтые;
  - e) Плод: обратнояйцевидный темно-коричневый слабоблестящий орешек;
  - f) Семена: масса 1000 орешков – 1,5-2 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +6 +8°C, +22+25°C;
  - h) Глубина прорастания: 2 см.

## Мочковатокорневые: подорожник большой – *Plantago major*



- Семейство: подорожниковые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: в виде тонких мочек, отходящих от корневой шейки;
  - b) Стебель: почти голый, высотой 20-50 см;
  - c) Листья: очередные, округлые, широкояйцевидные, эллиптические;
  - d) Цветки: светло-буроватые, в плотных колосовидных соцветиях;
  - e) Плод: многосемянная яйцевидная коробочка, в которой может содержаться от 10 до 30 семян;
  - f) Семена: многогранно-угловатые, слегка сдавленные, темные. Масса 1000 семян – 0,25-0,35 г;
  - g) Min и opt температуры прорастания: +6 +8°C, +26+28°C;
  - h) Глубина прорастания: 2-3 см.

## Стержнекорневые: одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: короткоутолщенный, проникает в глубину почвы до 50 см;
- b) Стебель: в виде полых в самой верхней части опушенных стрелок, высотой 15-30 см, заканчивается крупной корзинкой;
- c) Листья: в прикорневой розетке обратноланцетные, струговидно-надрезанные, сверху голые, снизу опушенные;
- d) Цветки: язычковые, внутренние трубчатые, золотисто-желтые;
- e) Плод: клиновидная сдавленно-четырёхгранная семянка;
- f) Семена: масса 1000 семян – 0,5-0,75 г;
- g) Min температура прорастания: +2 +4°C;
- h) Глубина прорастания: 5 см.

## Стержнекорневые: полынь горькая – *Artemisia absinthium*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой с большим разветвлением;
- b) Стебель: прямой, ветвистый, покрыт белыми шелковистыми волосками, высотой 15-70 см;
- c) Листья: перисторассеченные;
- d) Цветки: желтые, трубчатые, в шаровидных корзинках;
- e) Плод: обратнойцевидная слегка сплюснутая с боков коричневая семянка;
- f) Семена: масса 1000 семян – 0,15 г;
- g) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +16 +18°C;
- h) Глубина прорастания: 3-4 см.

## Стержнекорневые: сурепка обыкновенная *Barbarea vulgaris*



- Семейство: капустные
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: стержневой;
- b) Стебель: прямой, ветвистый, голый, высотой 30-80 см;
- c) Листья: очередные, прикорневые, с продолговатыми долями, верхние стеблевые продолговатые или обратнояйцевидные, сидячие;
- d) Цветки: желтые, в пирамидальной метелке;
- e) Плод: выпукло-четырёхгранный многосемянный стручок;
- f) Семена: овально-сплюснутые, серовато-бурые, масса 1000 семян – 0,5-0,75 г;
- g) Min и opt температура прорастания: +6 +8°C; +18 +24°C;
- h) Глубина прорастания: 2 см.

## Стержнекорневые: цикорий обыкновенный *Cichorium intybus*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: вертикально-утолщенный, проникающий на глубину до 150 см;
- b) Стебель: прямой, шершавоволосистый или голый, высотой 30-130 см;
- c) Листья: очередные, нижние выемчато-перистораздельные, струговидные, средние ланцетные;
- d) Цветки: голубые, язычковые, в корзинках;
- e) Плод: тупоклиновидная семянка;
- f) Семена: масса 1000 семян – 1-1,25 г;
- g) Min и opt температура прорастания: +2 +3°C; +22 +28°C;
- h) Глубина прорастания: 8 см.

## Стержнекорневые: щавель курчавый *Rumex crispus*



- Семейство: гречишные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: мощный, стержневой;
  - b) Стебель: прямой, ветвистый, высотой 40-120 см;
  - c) Листья: очередные, продолговато-ланцетные, по краю волнистые, отчего кажутся курчавыми;
  - d) Цветки: в густых кольцах (мутовках), образующих метелку;
  - e) Плод: трехгранный в околоцветнике на трех крыловидных листочках орешек;
  - f) Семена: масса 1000 орешков – 1,5-1,75 г;
  - g) Min и opt температура прорастания: +2 +3°C; +22 +24°C;
  - h) Глубина прорастания: 7 см.

## Клубневые: чистец болотный – *Stachys palustris*



- Семейство: яснотковые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: в виде подземных побегов, между углами имеются беловатые утолщения;
  - b) Стебель: прямой, четырехгранный, опушенный, высотой 30-120 см;
  - c) Листья: супротивные, продолговато-ланцетные, островато-зубчатые, мелковолосистые, нижние короткочерешковые, верхние сидячие;
  - d) Цветки: красновато-лиловые, собраны в мутовки;
  - e) Плод: овальный или обратнояйцевидный темно-коричневый орешек;
  - f) Семена: масса 1000 орешков – 1,5-2 г;
  - g) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +12 +15°C;
  - h) Глубина прорастания: 7 см.

## Ползучие: будра плющевидная *Glechoma hederacea*



- Семейство: яснотковые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: развивается на стеблевых узлах, в почву проникают неглубоко;
- b) Стебель: ползучий, с восходящими боковыми побегами, длиной 20-70 см;
- c) Листья: супротивные, почковидные, на черешках, коротковолосистые;
- d) Цветки: сине-фиолетовые, в пазушных кольцах;
- e) Плоды: овально-удлиненный темно-коричневый орешек;
- f) Семена: масса 1000 орешков – 1-1,5 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +2 + 4°C, +18+24°C;
- h) Глубина прорастания: 3 см.

## Ползучие: лапчатка гусиная - *Potentilla anserina*



- Семейство: розовые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: веретеновидно-утолщенный, разветвленный;
- b) Стебель: главный стебель короче боковых, лежачий, длиной 25-80 см;
- c) Листья: непарноперистые, сверху почти голые, снизу шелковисто-опушенные;
- d) Цветки: желтые;
- e) Плоды: семянка;
- f) Семена: овальные коричневые, масса 1000 семян – 0,7-0,8 г;
- g) Min и opt температуры прорастания: +2 + 4°C, +18+22°C;
- h) Глубина прорастания: 3 см.

## Корневищные: мать-и-мачеха обыкновенная – *Tussilago farfara*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: в виде ломких покрытых чешуйками корневищ, проникающих в почву на глубину до 1 м;
- b) Стебель: прямой, опушенный, покрыт листовыми чешуями;
- c) Листья: на укороченных вегетативных побегах, прикорневые – округло-сердцевидные, зубчатые;
- d) Цветки: желтые, обоеполые;
- e) Плод: семянка;
- f) Семена: цилиндрические или четырехгранные слегка изогнутые с опадающей летучкой из крупных белых волосков, масса 1000 семян – 0,2-0,3 г;
- g) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +12 +15°C;
- h) Глубина прорастания: 2 см.

## Корневищные: пырей ползучий – *Agropyrum repens*



- Семейство: злаковые
- Биологическая характеристика:
- a) Стебель: прямой, гладкий, высотой 60-120 см;
- b) Листья: линейно-ланцетные;
- c) Соцветие: прямой узкий колос;
- d) Плод: пленчатая зерновка;
- e) Семена: удлинённые ладьеобразные, масса 1000 зерновок – 3-4 г;
- f) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +20 +30°C;
- g) Глубина прорастания: 10 см.

## Корневищные: свиной палецатый *Cynodon dactylon*



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
- a) Стебель: приподнимающийся, ветвистый, высотой до 50 см;
- b) Листья: линейно-ланцетные, заостренные, покрыты волосками;
- c) Соцветие: колосовидные веточки;
- d) Плод: продолговато-яйцевидная трехгранная безостая желтовато-зеленовато-фиолетовая пленчатая зерновка;
- e) Семена: масса 1000 зерновок – 0,3 г;
- f) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +20 +25°C;
- g) Глубина прорастания: 3 см.

## Корневищные: сорго алепское, гумай – *Sorghum halepense*



- Семейство: мятликовые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: мощные корневища и придаточные корни;
- b) Стебель: прямой, сильнокустящийся, высотой до 2 м;
- c) Листья: линейно-ланцетные, голые;
- d) Цветы: собраны в крупную метелку;
- e) Плод: пленчатая зерновка;
- f) Семена: продолговато-яйцевидные слегка сдавленные заостренные, масса 1000 зерновок – 4-10 г;
- g) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +25 +30°C;
- h) Глубина прорастания: 5 - 7 см.

## Корневищные: тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Стебель: прямой, ветвистый, опушенный, высотой 40-100 см;
- b) Листья: дважды-, триждыперистые, опушенные;
- c) Цветы: белые, в корзинках;
- d) Плод: клиновидная сдавленная слегка изогнутая семянка;
- e) Семена: масса 1000 семян – 0,15г;
- f) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +16 +18°C;
- g) Глубина прорастания: 4 см.

## Корневищные: хвощ полевой *Equisetum arvense*



- Семейство: хвощевые;
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: в виде суставчатого корневища проникает в почву на глубину до 100 см;
- b) Стебель: спороносный, прямой, членистый, высотой до 30-60см;
- c) Листья: мутовчатые, у спороносных стеблей недоразвитые, у плодовых - в виде пустотелых члеников ;
- d) Min и opt температура прорастания: +2 +4°C; +16 +18°C;
- e) Глубина прорастания: 4 см.

## Корнеотпрысковые: бодяк полевой – *Cirsium arvense*



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: разветвленный, на вертикальных и горизонтальных корнях имеются вегетативные почки возобновления;
- b) Стебель: прямой, ветвистый, покрытый волосками, высотой до 40-160см;
- c) Листья: очередные, почти сидячие, продолговато-ланцетные, выямчатозубчатые;
- d) Цветы: розово-пурпурные, соцветие – корзинка;
- e) Плод: семянка;
- f) Семена: обратнойцевидные коричневые с летучкой из волосков, масса 1000 семян – 2 г;
- g) Min и opt температура прорастания: +4 +6°C; +20 +30°C;
- h) Глубина прорастания: 5 см.

## Корнеотпрысковые: вьюнок полевой *Convolvulus arvensis*



- Семейство: вьюнковые
- Биологическая характеристика:
- a) Корень: мощно развитый разветвленный, углубляется в почву до 6 м;
- b) Стебель: вьющийся, голый, длиной 30-200 см;
- c) Листья: очередные, продолговато-яйцевидные, у основания стреловидные;
- d) Цветы: белые или розовые;
- e) Плод: шаровидно-яйцевидная двусемянная коробочка;
- f) Семена: обратнойцевидные, слаботрехгранные, темно-серые, масса 1000 семян – 5-6 г;
- g) Min и opt температура прорастания: +4 +6°C; +18 +24°C;
- h) Глубина прорастания: 15 см.

## Корнеотпрысковые: Горчак ползучий (*Acroptilon repens*)



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: разветвленный, на вертикальных и горизонтальных корнях имеются вегетативные почки возобновления;
  - b) Стебель: прямой, сильноветвистый, до 70 см, покрыт паутинным опушением;
  - c) Листья: очередные, сидячие, ланцетные или продолговато-яйцевидные;
  - d) Цветы: собраны в яйцевидные корзинки, обычно розового цвета;
  - e) плод: обратнойяйцевидная с опадающим хохолком сжатая с боков усеченная семянка;
  - f) Семена: масса 1000 семян – до 3,5 г;
  - g) Min и opt температура прорастания: +8 +10°C; +20 +30°C;
  - h) Глубина прорастания: 5-6 см.

## Корнеотпрысковые: Лянянка обыкновенная *Linaria vulgaris*



- Семейство: норичниковые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: главный – утолщенный, боковые – с вегетативными почками;
  - b) Стебель: прямой, простой, густооблиственный, высотой до 10 см;
  - c) Листья: сидячие, линейнозаостренные, голые;
  - d) Цветы: собраны в кисти, крупные, желтые;
  - e) Плод: овальная коробочка;
  - f) Семена: округло-плоские, чечевицеобразные, с крыловидным придатком, темно-коричневые, масса 1000 семян – 0,15 г;
  - g) Min и opt температура прорастания: +6 +8°C; +22 +26°C;
  - h) Глубина прорастания: 3-4 см.

## Корнеотпрысковые: Осот полевой, желтый (*Sonchus arvensis*)



- Семейство: астровые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: мощный, ветвистый, в почву может углубляться до 2м;
  - b) Стебель: прямой, высотой до 50-150см.
  - c) Листья: очередные, голые, перистовырезные;
  - d) Цветы: желтые, язычковые, в корзинках;
  - e) Плод: овально – удлинённая морщинистая слегка изогнутая темная семянка;
  - f) Семена: масса 1000 семян 0,5-0,6 г;
  - g) Мин и опт температура прорастания: +6 +8°C; +25 +29°C;
  - h) Глубина прорастания: 6-12 см.

## Корнеотпрысковые: Щавель воробьиный (щавелек малый) – *Rumex acetosella*



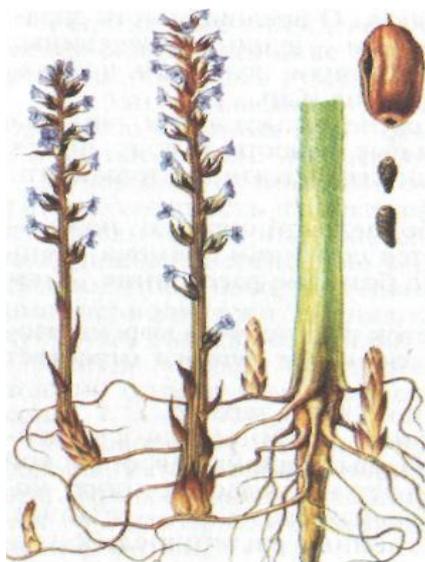
- Семейство: гречишные
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: разветвленный с вегетативными почками;
  - b) Стебель: прямой, ветвистый, высотой до 15-60 см;
  - c) Листья: почти сидячие;
  - d) Цветы: в негустых кистях, образующих рыхлую метелку;
  - e) Плод: трехгранный светло-коричневый орешек;
  - f) Семена: масса 1000 орешков - 0,2-0,3 г;
  - g) Мин и опт температура прорастания: +6 +8°C; +20 +22°C;
  - h) Глубина прорастания: 10 см.

**Паразитные: стеблевые паразитные: Повилика клеверная  
(*Cuscuta trifolii*)**



- Семейство: повиликовые;
- Биологическая характеристика:
  - a) Стебель: очень тонкий, длинный, цепляющийся, чешуйчатый;
  - b) Цветы: довольно мелкие, располагаются пучками;
  - c) Плод: шаровидная коробочка, обычно содержит до 4 семян;
  - d) Семена: от светло-серого до темно-коричневого цветов;
  - e) Min и opt температура прорастания: +6 +8°C; +18 +25°C;
  - f) Глубина прорастания: 6-12 см.

**Корневые паразитные: Заразиха подсолнечная  
(*Orobanche cumana*)**



- Семейство: заразиховые
- Биологическая характеристика:
  - a) Стебель: утолщенный у основания, неветвистый, высотой 30-40см;
  - b) Цветы: трубчатые, сиреневого цвета, собраны в рыхлые продолговатые соцветия;
  - c) Плод: двустворчатая коробочка;
  - d) Семена: мелкие, эллиптические, масса 1000 семян - 0,02-0,03 г;

## Полупаразитные: Погремок большой (*Rhinanthus major*)



- Семейство: норичниковые
- Биологическая характеристика:
  - a) Корень: главный не превышает 10 см, имеются боковые, но значительно длиннее;
  - b) Стебель: слабоволосистый, высотой 20-45 см;
  - c) Листья: яйцевидно-ланцетные, зазубренные по краям;
  - d) Цветы: собраны в кисти желтоватого цвета;
  - e) Плод: коробочка овально-округлой формы;

*Учебное электронное издание*

КОРЧАГИН Алексей Анатольевич  
МАЗИРОВ Михаил Арнольдович  
ЩУКИН Иван Михайлович

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебное пособие

*Издается в авторской редакции*

**Системные требования:** Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Acrobat Reader; дисковод CD-ROM.

**Тираж 25 экз.**

Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
Изд-во ВлГУ  
rio.vlgu@yandex.ru

Кафедра почвоведения, агрохимии и лесного дела  
k.vlgu@yandex.ru