

**Владимирский государственный университет**

**ИСТОРИЯ АГРОХИМИИ  
И МЕТОДОЛОГИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Учебное пособие**



**Владимир 2023**

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

# ИСТОРИЯ АГРОХИМИИ И МЕТОДОЛОГИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учебное пособие

*Электронное издание*



Владимир 2023

ISBN 978-5-9984-1317-9

© Рожкова А. Н., Щукин И. М., 2023

УДК 631.41  
ББК 40.4

**Авторы-составители:** А. Н. Рожкова, И. М. Щукин

Рецензенты:

Кандидат биологических наук  
зав. отделом интенсивного земледелия Верхневолжского  
федерального аграрного научного центра  
*И. В. Мальцев*

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

**История** агрохимии и методология агрохимических исследований [Электронный ресурс] : учеб. пособие / авт.-сост.: А. Н. Рожкова, И. М. Щукин ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023. – 270 с. – ISBN 978-5-9984-1317-9. – Электрон. дан. (4,07 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Описана история развития агрохимической науки от Древнего мира до XX века. Проанализирована научная деятельность известных ученых в области земледелия, растениеводства, агрохимии и почвоведения, селекции, биотехнологии и других агрономических наук. Показан вклад отечественных и зарубежных ученых в формирование науки, рассмотрена роль ведущих научных учреждений и высших учебных заведений России в развитии теории и методологии агрохимии и практики химизации отечественного земледелия.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.02 – Почвоведение, 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования общепрофессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Ил. 57. Библиогр.: 11 назв.

ISBN 978-5-9984-1317-9

© Рожкова А. Н.,  
Щукин И. М., 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПЛОДОРОДИИ ПОЧВ И ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ В ДРЕВНЕМ МИРЕ (С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ V в.) .....	7
2. ВЗГЛЯДЫ НА ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В СРЕДНИЕ ВЕКА (V – XV вв.) .....	19
3. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В НОВОЙ ИСТОРИИ И СТАНОВЛЕНИЕ АГРОХИМИИ КАК НАУКИ В XVI – XIX вв. ....	23
4. ЗНАЧЕНИЕ РАБОТ ОСНОВАТЕЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ А. Л. ЛАВУАЗЬЕ ДЛЯ СТАНОВЛЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ .....	30
5. РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ В ТРУДАХ Ю. Г. ВАЛЛЕРИУСА, Н. Т. СОССЮРА И А. Д. ТЭРА .....	34
6. Ю. ЛИБИХ И Ж. Б. БУССЕНГО – ОСНОВАТЕЛИ АГРОХИМИИ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ НАУКИ .....	39
7. ЗНАЧЕНИЕ РАБОТ Д. Б. ЛООЗА, Ю. САКСА И И. А. КНОПА В СОЗДАНИИ НАУКИ АГРОХИМИИ .....	48
8. РОЛЬ М. В. ЛОМОНОСОВА В РАЗВИТИИ ЗНАНИЙ О ПОЧВЕ И АГРОНОМИИ В РОССИИ .....	50
9. ЗНАЧЕНИЕ РАБОТ ДЖ. ПРИСТЛИ, Я. ИНГЕНХАУЗА И Ж. СЕНЕБЬЕ ДЛЯ ТЕОРИИ УГЛЕРОДНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ .....	55
10. РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ В РАБОТАХ К. А. ТИМИРЯЗЕВА .....	59
11. В. В. ДОКУЧАЕВ И П. А. КОСТЫЧЕВ – ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО И АГРОНОМИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ .....	63

12. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УДОБРЕНИЙ В РОССИИ .....	68
13. В. Р. ВИЛЬЯМС – ВЫДАЮЩИЙСЯ АГРОПОЧВОВЕД, ОСНОВАТЕЛЬ ТРАВПОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ .....	91
14. АГРОХИМИЧЕСКАЯ НАУКА В НОВЕЙШЕЙ ИСТОРИИ: СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ АГРОХИМИИ В РОССИИ (XX в.) ..	96
14.1. Д. Н. Прянишников – основоположник отечественной агрохимической научной школы.....	96
14.2. Фундаментальные исследования К. К. Гедройца по химии почв.....	98
14.3. Развитие идей Д. Н. Прянишникова и К. К. Гедройца в отечественной агрохимии .....	100
15. РАЗВИТИЕ АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX СТОЛЕТИЯ.....	180
15.1. Научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов им. Я. В. Самойлова (НИУИФ) – флагман агрохимии в первой половине XX в. ....	180
15.2. Агрохимические исследования в Почвенном институте им. В. В. Докучаева.....	187
15.3. Развитие агрохимических исследований во Всероссийском научно-исследовательском институте удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова (ВИУА) .....	191
15.4. Вклад ученых Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (ТСХА) в развитие агрономической химии.....	208
15.5. Агрохимия в Московском университете .....	216
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	248
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	262
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	263
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ .....	264

## ВВЕДЕНИЕ

Агрохимия как наука имеет давнюю историю. Еще в те времена, когда человек только учился окультуривать и выращивать растения, он начал понимать, что важно повышать плодородие почвы. Так возникла новая отрасль деятельности человека – земледелие. С тех пор прошли тысячи лет, но до сих пор остается актуальным вопрос сохранения и улучшения плодородия почвы – материальной основы существования человека на Земле. Наши предки решали эту проблему за счет естественного плодородия почвы, занимаясь подсечно-огневым, переложным, залежным земледелием. Оказалось, что для получения хорошего урожая этого не всегда достаточно. Люди были вынуждены внедрять чередование разных растений на одном поле, искать приемы для мобилизации плодородия почвы, например использовать различные вещества в качестве удобрений. Позднее на основе совершенствования практики земледелия и с развитием науки для улучшения свойств и плодородия почв стали использовать и процессы самой природы, например азотфиксирующую способность бобовых трав (норфольский плодосменный севооборот).

Интенсивному развитию агрохимии в XIX в. способствовали успехи биологии, химии, физики и других наук. Агрохимия давно занимала достойное место среди таких фундаментальных наук, как почвоведение, микробиология, геохимия, экология, физиология и биохимия растений и др. В середине XIX в. в учебниках по фитофизиологии появилась глава, посвященная корневому питанию растений минеральными веществами почвы, написанная агрохимиками.

Развитие фундаментальных положений агрономической химии по вопросам корневого питания растений в середине XIX в. привело к созданию химической промышленности по производству минеральных удобрений, а также к совершенствованию систем земледелия в почвенно-зональном аспекте. В последней четверти XX в. была обнаружена и стала детально изучаться эколого-функциональная роль агрохимических средств в решении возникших экологических проблем.

В учебном пособии рассмотрена история развития агрохимической науки от Древнего мира до XX столетия, а также описана научная деятельность известных ученых в области земледелия, растениеводства, агрохимии и почвоведения, селекции, биотехнологии и других агрономических наук. Показан вклад отечественных и зарубежных ученых в формирование науки, а также рассмотрена роль ведущих научных учреждений и высших учебных заведений России в развитии теории и методологии агрохимии и практики химизации отечественного земледелия.

# **1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПЛОДОРОДИИ ПОЧВ И ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ В ДРЕВНЕМ МИРЕ (С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ V в.)**

Агрохимия как наука о круговороте веществ в земледелии, питании растений и регулировании этого процесса с помощью удобрений сложилась в первой половине XIX в. Однако корни научных знаний уходят в глубокую древность и связаны с зарождением и постепенным развитием земледелия – одной из основных отраслей человеческой деятельности. О плодородии, как основном свойстве почвы давать урожай, догадывались уже первые земледельцы. Именно этим объясняется постоянное освоение новых земельных участков и размещение на них посевов, как только урожаи на предыдущем начинали снижаться. Многие последующие тысячелетия развития человечества были лишь периодом накопления разрозненных фактов, наблюдений, гипотез, передававшихся из поколения в поколение. Задолго до возникновения агрохимии как науки земледельцы не только имели довольно стройные, хотя и часто ошибочные, представления о питании растений и плодородии почвы, но и использовали различные приемы сохранения почвенного плодородия. Период первичного накопления разрозненных фактов о плодородии почв и способах их удобрения связан с совершенствованием земледелия в глубине веков неолита и бронзы (11–10 тыс. лет до н. э.). В это время человек уже сопоставлял почвы по их плодородию, отличая песок от суглинки, болото от сухого места, а к почве относился как среде обитания растений. Об этом свидетельствуют дошедшие до нас египетские папирусы с описанием качества земли "Палермский камень" и "Бруклинский папирус" (3500–3000 гг. до н. э.). Этому же посвящено и первое издание земельно-водного законодательства вавилонского царя Хаммурапи "Кодекс Хаммурапи" (1792–50 гг. до н. э.).

Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило становление его. Первые исследования почв и растений стали появ-

ляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

Об удобрении почвы известно с древних времен. Для этого использовали прежде всего экскременты животных, смешивая их с подстилкой для получения навоза. И древние греки, и римляне применяли навоз с целью повышения плодородия почвы. Это нам известно из раскопок поселений, погребенных в 79 г. вместе с Помпеей при извержении вулкана Везувия: в стойле были найдены останки животных на подстилке, а возле стойла – огромная навозная куча.

Для повышения урожайности древние римляне выращивали люпин и кормовые бобы в качестве зеленого удобрения. Инки еще в XIII в. до н. э. удобряли свои поля рыбой, ракушками и экскрементами морских птиц (гуано) и таким образом вносили в почву азот, кальций и фосфор. В то же время индейцы майя, уровень культуры которых достиг высшей точки несколькими столетиями раньше, не умели удобрять поля. Им приходилось оставлять места поселений, т. к. в результате истощения запасов питательных веществ в почве собираемого урожая не хватало для питания. Это послужило одной из причин заката культуры майя в классических районах их обитания в начале II тысячелетия до н. э.

Первые письменные сведения о земледелии дошли до нашего времени на глиняных табличках древнего государства шумеров (IV тысячелетие до н. э.). Обнаруженная здесь при раскопках библиотека содержала более 30 табличек, известных под названием "Календарь земледельца", в которых говорится о способах сохранения плодородия "земли". Конечно, все советы "Календаря" довольно примитивны. Они представляют интерес лишь как первая попытка человека дать в письменном виде некое подобие руководства по земледелию. Систематизация представлений об удобрениях произведена значительно позднее выдающимися философами и естествоиспытателями Древней Греции и Рима (VIII в. до н. э. – III в. н. э.). Особую известность получили трактаты Аристотеля, Катона, Варрона, Вергилия, Колумеллы и Плиния. Эти более чем двухтысячелетней давности произведения по-

казывают, как передовые люди того времени, не имевшие представления о биологии растений, о химии и почвоведении, ошупью искали взаимосвязь явлений в растительном царстве и опытным путем подошли к решению задачи получения высоких урожаев. Они выдвинули ряд замечательных догадок, правильность которых впоследствии подтвердила наука. Творчество агрономов античного мира свидетельствует об их глубоком понимании основ земледелия.

### **Аристотель (384 – 322 гг. до н. э.)**

Древнегреческий философ и ученый, изложивший наиболее значительные сведения об основах агрономии. Безусловной заслугой Аристотеля является то, что он собрал и систематизировал большой естественно-научный материал, добытый его предшественниками, критически оценил это наследие, исходя из своих энциклопедических познаний, сам сделал ряд глубоких и тонких наблюдений.



*Рис. 1. Аристотель*

Он был одним из первых, обративших внимание на питание растений. Растения были разделены им на однолетние, многолетние, кустарники и деревья, сделал попытку описать внутреннее их строение. Аристотель считал, что растениям нужны четыре стихии: воздух, во-

да, земля и огонь. Сравнивая жизнь растений и жизнь животных, он заметил, что последние выделяют экскременты, а первые – нет. Отсюда он сделал вывод, что растения корнями всасывают из земли уже готовую пищу и поэтому в их организме не образуются экскременты. Теория питания растений готовой пищей, несмотря на всю примитивность взглядов, господствовала в науке почти 20 веков.

### **Марк Порций Катон (234 – 149 гг. до н. э.)**

Римский писатель, автор трактата "Земледелие" и книги "О делах деревенских", в которых собраны практические советы по разным отраслям хозяйства: обработке почвы, возделыванию виноградников, оливковых садов, луговодству и животноводству. Он сделал попытку классифицировать почвы по пригодности их для



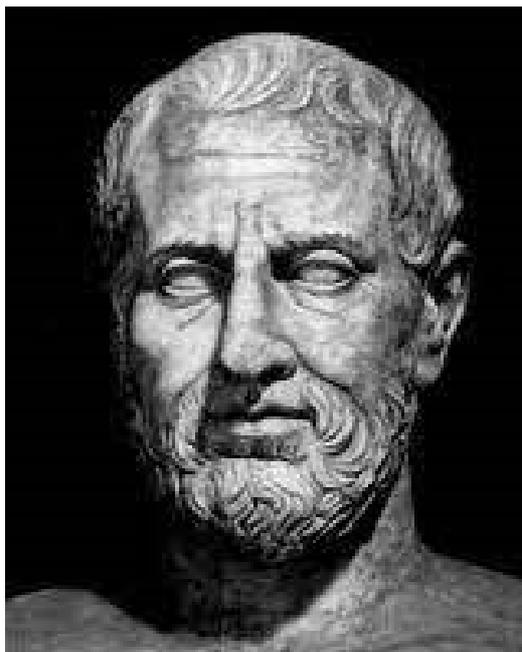
*Рис. 2. Марк Порций Катон*

выращивания различных сельскохозяйственных растений. Катон в своем учении писал, что возделывать поле – это значит "хорошо пахать и унавоживать". Причем он не только указывал на необходимость внесения навоза, но и предложил определенную технологию его использования: "Старательно сохраняй козий, овечий, коровий и

всякий прочий навоз. Постарайся иметь большую навозную кучу, когда будешь вносить – очищай его и размельчай; осенью вывози... Из чего навоз сделаешь: из соломы, люпиновых стеблей, мятой соломы, мякины, лист- 12 вы дубовой и падубовой... Навоз дели так: половину доли вывози на ниву, где будешь сеять корма, ...четвертую долю положи под окопанные маслины... другую четверть сохрани для луга...". Катон все растения делил на истощающие и обогащающие почву, хотя еще и не догадывался о мелиорирующей роли бобовых культур. Труды Катона широко пользовались земледельцы, они на протяжении многих веков неоднократно переписывались и являются важными источниками об организации рабовладельческого поместья в Древнем Риме.

### **Теофраст (370 – 285 гг. до н. э.)**

Теофраст - ближайший друг и ученик Аристотеля, отличавшийся, как и его учитель, разносторонностью научных интересов, специально занимался растениями. Его ботанические труды: "Причины растений" в 6-ти книгах и "Исследования о растениях" в 9-ти книгах, имели столь огромное значение и оказали столь большое влияние на воззрения ботаников вплоть до XVII в., что Теофраста и до наших дней справедливо называют "отцом ботаники".



*Рис. 3. Теофраст*

Значительное внимание он также уделял и изучению почв, питающих и содействующих питанию растений. В своей работе "О причинах растений" писал, – что "землю следует рассматривать как женское существо". По Теофрасту, растения питаются земным жиром, отложенным в почве. Жировые отложения поднимаются в верхние части почвы и, попадая в корни, передают растениям питательные соки. Теофраст разработал подробную классификацию почв по окраске, мощности, гранулометрическому составу, сложению, влажности, тепловым свойствам, условиям рельефа, окультуренности и плодородию. По плодородию он различал почвы: прекрасные, хорошие, плодородные, плодовые, приемлемые, истощенные, бледные, бессильные и бесплодные.

#### **Марк Теренций Варрон (116 – 27 гг. до н. э.)**



*Рис. 4. Марк Теренций Варрон*

Варрон написал трактат "Сельское хозяйство", состоящий из трех книг: первая посвящена организации хозяйства, полеводству и садоводству; вторая – животноводству; третья – птицеводству, пчеловодству и рыбоводству. Он указывал на пользу чередования культур, по сути дела севооборот, предлагал использовать сидеральные культуры, в частности люпин, если не хватает навоза. Лучшим же удобрением считал птичий помет, особенно из птичников. Варрон первым заявил о самостоятельности земледелия как науки. Он писал, что зем-

леделие – наука необходимая и великая. Она учит нас, что на каждом поле следует сеять, чтобы земля постоянно приносила высокие урожаи. В центре земледелия Варрон видел два главнейших звена: почву и урожай. Для получения стабильных урожаев он рекомендовал дифференцировать агротехнику в зависимости от почвенно-климатических условий.

### **Вергилий Марон Публий (70 – 19 гг. до н. э.)**

Вергилий вошел в историю как поэт Древнего Рима. Однако он был и выдающимся земледельцем. Свою поэму "Георгики" Вергилий посвятил сельскому хозяйству. Поэма пронизана искренней любовью к земледельческому труду, это своего рода гимн в его честь.

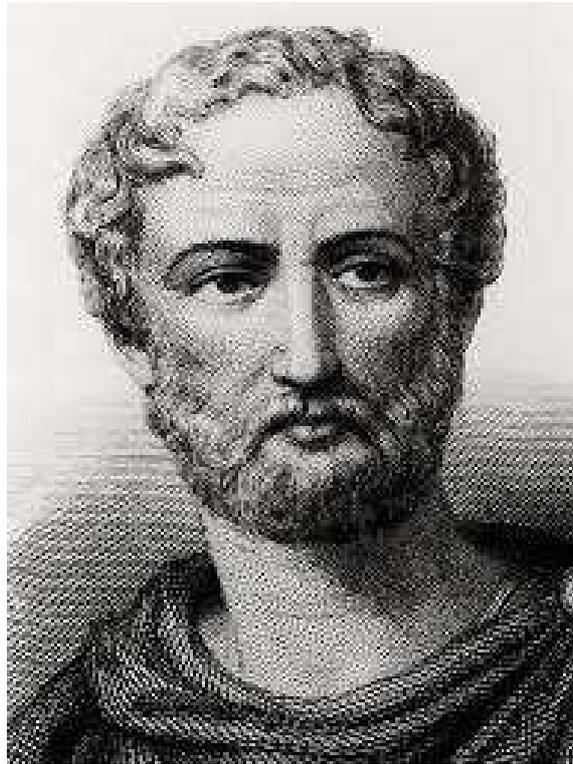
В ней не только обобщается весь предыдущий опыт земледельцев, но и делается следующий шаг в развитии агрономической мысли. Ученый советует земледельцу, прежде чем начать работу, изучить природные условия местности, почву и "дедовский метод".



*Рис. 5. Вергилий Марон Публий*

Но перед тем, как взрезать начнем незнакомое поле, Надобно ветры узнать и различные смены погоды, Также отеческих мест постигнуть обычай и способ: Что тут земля принесет и в чем земледельцу откажет: Здесь счастливее хлеб, а здесь виноград уродится. Здесь плодам хорошо, а там зеленеет не сеян Луг... Для распознавания, "какая земля для чего пригодна, какая сила в какой, цвет какой и к чему какая пригодна природа", Вергилий приводит ряд способов. Вот один из их: Вырыть колодезь и весь засыпать доверху снова Той же землей, и ее притопчешь крепко ногами. Если не хватит земли, – легка, скотине и лозам Больше подходит она; откажется ж если вместиться, Ежели выше краев над полной подыметя ямой – Почва плотна..." И далее: Почва соленая есть, ее называем мы "горькой", Хлеб не родится на ней, ибо вспашка ее не смягчает. Для определения засоленности почвы поэт рекомендует процедить помещенную в корзину почву чистой пресной водой. Вкус просочившейся воды "... указание даст очевидное привкусом горьким...". Вергилий пропагандировал необходимость иметь чистый пар, чередование культур и удобрение почвы не только навозом, но и золой и запашкой люпина: не торопись, пусть год отдыхает поле под паром, чтоб укрепилось оно, покой на досуге вкушая. Или, как сменится год, золотые засеивай злаки. Там, где с поля собрал урожай, стручками шумящий, Или, где вика росла мелкоплодная с горьким люпином, чьи, целым лесом шумя, поднимаются ломкие стебли. Ниву посев иссушает льняной, иссушает овсяный, также спялет и мак, напитанный дремой литейской. Но с промежутками в год посев их бывает оправдан. Лишь бы ты почву сырым удобрил щедро навозом Или нечистой золой утомленное поле посыпал. Так, сменяя посев, полям ты покой предоставишь. Практические советы Вергилия были направлены к крестьянину-земледельцу, самостоятельно обрабатывающему свой надел; поэтому у него нет ни одной строки, посвященной организации и эксплуатации рабского труда.

## Гай Плиний Секунд (Плиний Старший) (23 – 79 гг. н. э.)



*Рис. 6. Гай Плиний Секунд*

Плиний Старший – римский писатель и ученый. Автор трактата "Естественная история", состоящего из 37 книг, – своеобразной энциклопедии естественнонаучных знаний античности. При написании его автор проанализировал 146 работ римских и 327 – иноземных писателей. Этот труд долго служил источником сведений и знаний при составлении руководств по самым различным научным дисциплинам: географии, ботанике, зоологии, медицине, сельскому хозяйству. Непосредственно сельскому хозяйству посвящены 17 и 18 книги. Труд Плиния Старшего носит обобщающий характер. Он приводит разные взгляды на вопросы агрономии писателей, живших до него. В заключение ученый приходит к выводу, что лучше хорошо обработанное малое поле, чем плохо обработанное большое. В подтверждение этому Плиний приводит такой пример: земледelec Гай Фурий Кресин начал получать с малого участка такие урожаи, какие его соседи собирали с больших. Кресина обвинили в колдовстве, при помощи которого он будто бы переманивает к себе урожай с полей соседей. На суд он явился со своим усовершенствованным сельскохо-

зайственным инвентарем и неизнуренными рабами. Указывая на них, Кресин заявил, что все это и есть его колдовство, высказав при этом сожаление, что он на суд не может привести свои бессонные ночи, долгий рабочий день и проливаемый им в работе пот. Судьям стало ясно, что урожай Кресина есть результат его большого кропотливого труда, применения удобрений и лучших орудий труда, поэтому обвинения с него были сняты. Много места в труде Плиния уделено сообщению разных новых агрономических данных, ранее не встречавшихся в работах его предшественников. К ним относятся подробные сведения из разных разделов земледелия и особенно по вопросам применения удобрений. Плиний трагически погиб при извержении вулкана Везувия, желая ближе наблюдать это природное явление.

### Луций Юний Модерат Колумелла (I в. н. э.)



Рис. 7. Луций Юний Модерат Колумелла

Колумелла писал: "С сельским хозяйством можно управиться без тонкостей, но оно не терпит и глупости. Мнение большинства, что оно представляет собой легчайшее занятие, не требует никакого ума, очень далеко от истины". В трактате "О сельском хозяйстве" можно найти самые разнообразные сведения об удобрении почв. Колумелла дает агрономические советы, в том числе и по удобрению почвы. Все удобрения он разделял на пять основных видов: навоз, компост, зеле-

ное удобрение, минеральное и удобрение земель. Колумелла подробно пишет о приготовлении хорошего навоза: "Навозных ям должно быть две: в одну складывают свежий навоз, который там и остается целый год; из другой – вывозят старый. Обе делаются на манер бассейнов, со слегка покатым дном, которое заливается затиркой, чтобы не пропускало жижи. Чрезвычайно важно, чтобы она не высыхала и навоз не потерял своих сил. Его усердно поливают, чтобы семена сорных трав и колючих растений, застрявшие между соломой и мякиной, погибли и, будучи вывезены на поля, не заглушили посев травой. Опытные хозяева поэтому весь навоз, вычищенный из овчарен и других хлевов, прикрывают ветками, тем самым, не давая солнечным лучам иссушить и сжечь его".

Рекомендации Колумеллы о хранении навоза совершенно правильны. Это стоит отметить особо потому, что в его время не имели понятия об азоте вообще и как об элементе питания растений и, следовательно, о потерях его при хранении навоза. Тем не менее, все его советы по хранению навоза как раз и служат сохранению азота. О внесении навоза он писал: "Гораздо выгоднее хозяину удобрять землю чаще, чем делать это без меры... Разбросав удобрение, следует немедленно запахать его, засыпать землей, чтобы оно от солнечного зноя не потеряло сил и чтобы земля, перемешавшись с ним, тучнела от этой пищи. И поэтому, когда в поле раскладывают навозные кучи, то не следует разбрасывать навоза больше, чем пахари смогут в тот же день запахать". Есть в этом трактате и подробные сведения о способности люцерны "удобрять почву". В споре со своим другом Трелиусом, который доказывал, что со временем земля истощится, подобно человеку, состарится и сделается бесплодной, Колумелла восклицал, что "земля – это не устаревшая женщина. Нет, это – дева, всегда юная, красивая, всегда свежая, молодая, всегда способная быть плодородной, если только уметь лелеять ее младость, сохранять, поддерживать ее нежную, игривую жизнь". Книги Колумеллы – это как бы энциклопедия сельского хозяйства, обобщение всего агрономического опыта, накопленного в Риме в период его расцвета. 18 веков спустя крупнейший ученый-агрохимик Либих скажет: "Когда читаешь двенадцать книг Колумеллы и сравниваешь их с нашими руководствами по части практического сельского хозяйства, ощущаешь то же, что при переходе из бесплодной пустыни в прекрасный сад, в котором все свежо и прекрасно".

Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило становление его. Первые исследования почв и растений стали появляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

Уже во времена Римской империи для повышения плодородия почв использовали унавоживание и внесение хозяйственных отходов, применялось зеленое удобрение, зола, известь и мергель. В трактатах по земледелию периода Греко-Римской цивилизации имелись сведения не только о приемах выращивания культурных растений, но и об их различной требовательности к почвам, приемам ее удобрения и чередованию культур. Была известна удобрительная ценность бобовых культур, в частности, люпина. Суть этих приемов оставалась для них неизвестной, хотя уже были сформулированы первые постулаты науки, сохранившие свое значение до настоящего времени. К таковым можно отнести утверждение, дошедшее к нам в древней поговорке "Тление – мать растительности", в которой подмечено главное различие в питании растений и животных.

### **Контрольные вопросы**

1. Какое значение имело земледелие на ранних этапах развития общества?
2. Труды древнегреческих философов и ученых – Аристотеля и Теофраста для развития земледелия.
3. Какова роль научного подхода к земледелию и работ таких древнеримских авторов, как Катон, Варрон, Колумелла и Плиний.
4. Как можно оценить уровень развития земледелия в Древнем Риме.

## 2. ВЗГЛЯДЫ НА ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В СРЕДНИЕ ВЕКА (V – XV вв.)

В первые два века новой эры рабовладельческий способ производства Римской империи достиг своего высшего расцвета. Однако в дальнейшем многочисленные восстания рабов, междоусобная борьба знати за власть, натиск северных варваров (германских племен) привели к тому, что в V в. Римская империя пала. На смену рабовладельческому строю пришел феодализм, Древнему миру – средневековье. В этих условиях приостановилось развитие и агрономической науки, на долгое время были забыты достижения римских земледельцев и агрономов. Технология земледелия опустилась до уровня, бывшего у германских и славянских племен, стоявших на более низкой ступени культурного развития, чем греки и римляне. Вся "наука" сосредоточивалась тогда в монастырях. Поэтому и авторами агрономической литературы были обычно церковные деятели. Их сочинения повторяли в основном то, о чем уже много веков тому назад писали римляне, и лишь отдельные мысли и рекомендации могли претендовать на новизну. Интересны же они тем, что отражают уровень агрономической мысли того времени.

**Альберт Великий (Альберт фон Больштедт, 1193–1280 гг.)**



*Рис. 8. Альберт фон Больштедт*

Альберт фон Больштедт – доминиканский монах, создавший значительное для того времени произведение "О растениях". Его перу принадлежат также сочинения: "Об алхимии", "О металлах и минералах". Вот несколько оригинальных высказываний Альберта Великого по различным вопросам агрикультуры: "Пища... не есть какой-то простой элемент; следует, чтобы пища растений была сложной". Этим автор стремится подчеркнуть мысль, что растения нуждаются в различных элементах питания. Отметим, что такого четкого понимания этого вопроса у древних агрономов не было. О наиболее пригодной для питания растений степени разложения органического вещества Альберт пишет: "А так как растение не имеет чрева, но использует вместо чрева землю, то важно, чтобы в земле вокруг растений располагалась гниющая пища, затем влажность ее притягивалась корнями, и они питались ею". "Итак, после того как в общем установлено распределение удобрения, необходимо, чтобы оно (было) скорее на пути к разложению, чем оказалось 16 уже испепелившимся: испепеленное, оно уже сведено естественным теплом к земельному праху, а это никоим образом не подходит в пищу чему-либо живому... Поэтому требуется удобрение ни слишком молодое, ни уже испепеленное давностью, наилучшим растениеводы считают такое, которое лежало год, либо три четверти года. Ибо молодое (удобрение) еще скрывает в себе влагу; старое же целиком ее утеряло, то же, которое выпотеваает, находится в состоянии отдачи своей влажности в пищу".

Другим заслуживающим внимания агрономическим произведением средневековья является книга итальянца Петра Кресценция (1230–1309) "О выгодах сельского хозяйства", написанная в 1305 г. В трактате много ссылок на Катона, Варрона, Колумеллу, Палладия и агрономических писателей средневековья. Достоинство книги – в обилии теоретического и практического материала, в хорошем изложении. Вот почему она долгое время оставалась одним из лучших европейских произведений по сельскому хозяйству. В VIII в. появился ряд сельскохозяйственных трактатов и в Англии.

Наиболее значительный из них – "Хозяйство", написанный Вальтером Хенли. Для труда Хенли характерны более четкие, чем у других авторов, рекомендации по использованию соломы: "Не продавайте солому и не снимайте ее с поля, если только она вам не нужна, чтобы крыть дома; если снимите, то потеряете больше, чем приобре-

тете". Ученый рекомендовал запахивать ее. Не зная о химическом составе навоза, об улетучивании из него такого важного элемента, как азот, Хенли правильно подошел к мысли о сохранении в навозе питательных веществ: "Когда и навоз и земля вместе заборонены, то земля поддержит навоз и он не так истощится, как не будучи смешанным с ней" (мы тоже говорим, что разбросанный по полю навоз следует как можно скорее заделать, чтобы избежать потерь содержащегося в нем азота). "Если вы положите навоз на поднятый пар, то при двоении он будет перевернут под землю, а при вспашке под сев выкинут наверх перемешанным с землей. Если же положить навоз на пар после двоения, то при вспашке под сев он будет перевернут под землю и плохо смешается с землей, что очень невыгодно".

Свидетельства средневековой русской культуры можно найти в дошедших до наших дней замечательных письменных памятниках тех времен. Среди них заслуживают внимания древнейшие сборники Киевской Руси, известные под названием "Изборники Святослава". В них среди ряда церковных сочинений и сведений по грамматике, логике, поэтике и другими есть ценные описания почв, растений и их свойств. Они показывают, что уже в те времена нашим предкам хорошо были известны значение плодородия почвы для выращивания сельскохозяйственных культур. Именно из средневековья к нам пришли крылатые поговорки: "Без назема–батюшки (т. е. навоза) не жди хлеба от земли–матушки", "Вози навоз, не ленись, так хоть и Богу не молись", "Вокруг лоз клади навоз", "В поле свез навоз, а с поля – хлеба воз", "Все одну полосу пашешь, в залежь не пожидаешь, назема (навоза) не кладешь – вот и выпахал ее, не родит", "Где лишняя навоза колышка (т.е. ком, куча), там лишняя хлеба коврижка", "Добрая земля назем (навоз) раз путем примет, да девять лет помнит", "Добудь дедовского навозу, снопы валиться будут с возу", "До Ильина дня (2 августа) в сене пуд меду, после Ильина – пуд навозу", "Земля зола золой", "Земля любит навоз, а конь, – овес", "Навоз кладут, чтоб больше хлеба родилось, а полбу сеют, чтоб людям годилась", "Навоз отвезем, так и хлеб привезем", "На нови хлеб сеют, на старь навоз возят", "Не бросай золу на дорогу, а носи в огород понемногу", "С Федора дня (21 июня) пошла навозница (т. е. вывозка навоза на пары)". В период раннего средневековья (VI–VIII вв.), территория европейской части нашей страны была заселена отдельными земледельческими славян-

скими племенами. Пашенное земледелие, с древности известное на юге, к тому времени достигло и северных славянских земель. В IX–XII вв. восточнославянские племена объединились в централизованное государство – Киевскую Русь. В конце XV в. сложилось Русское государство во главе с Москвой. Как свидетельствуют строки летописцев крестьяне, обживавшие территорию европейской части нашей страны, еще в те далекие времена заметили, что их поля выпахиваются, урожаи по годам неустойчивы и резко снижаются. В поисках целинных земель крестьяне постепенно значительно расширили территорию российского государства. Именно сохой, а не мечом происходило по-настоящему расширение границ российского государства.

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы были взгляды на питание растений в Средние века?
2. Кто из деятелей средневековья оказал влияние на становление взглядов на питание растений и плодородие почвы.

### **3. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В НОВОЙ ИСТОРИИ И СТАНОВЛЕНИЕ АГРОХИМИИ КАК НАУКИ В XVI – XIX вв.**

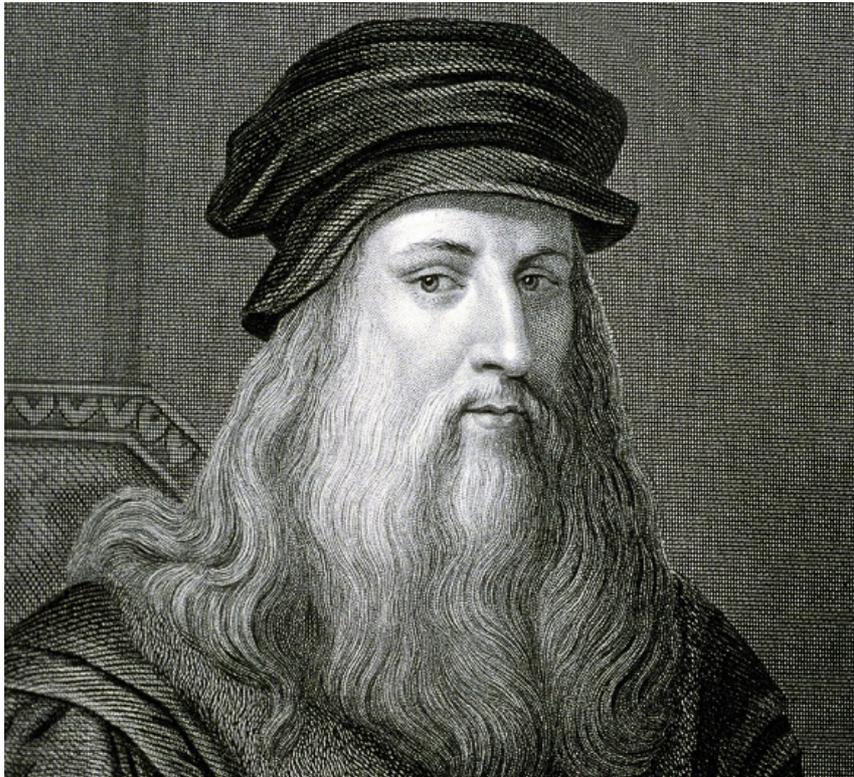
В XIV–XV вв. в Западной Европе начался процесс разложения феодального строя. В городах на базе мелкотоварного ремесла возникали крупные мануфактуры, в деревне росло товарное производство. Замена барщины натуральным и затем денежным оброком способствовала развитию производительных сил сельского хозяйства и экономической дифференциации крестьянства. Появление капиталистического фермерства ослабляло экономические основы феодальных поместий. Буржуазные революции, вызванные несоответствием уровня производительных сил феодальным производственным отношениям, привели к окончательной ликвидации феодального строя и замене его капитализмом. Первые шаги молодого общества связаны с эпохой Возрождения, отличительной чертой которой является бурное развитие наук и в первую очередь естествознания. Церковные догмы уже не устраивали общество того времени. Складывающиеся условия требовали права на свободу мысли, научных исследований, развития литературы и искусства.

Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило становление его. Первые исследования почв и растений стали появляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

Мыслители эпохи Возрождения обратились к античному наследию, во многом забытому или искаженному в Средние века. Начали извлекать и изучать средневековые монастырские записи. Огромную роль в этом сыграло изобретенное в середине XV в. книгопечатание.

С 1466 по 1515 г. в Европе были напечатаны сочинения Аристотеля, Аристофана, Геродота, Ксенофонта, Эврипида, Софокла, Юлия Цезаря, Варрона, Вергилия, Колумеллы и многих других древних писателей. Возникли новые идеи о почвах и питании растений, в частности, появились рассуждения о водном питании растений. В числе первых следует назвать работы гениального живописца, скульптора, архитектора, блестящего изобретателя в различных областях прикладных знаний итальянца Леонардо да Винчи.

### **Леонардо да Винчи (1452–1519).**



*Рис. 9. Леонардо да Винчи*

Это был человек необычайных творческих способностей и громадной эрудиции. Леонардо да Винчи занимался чуть ли не всеми науками поочередно, его любимым тезисом было: "Знание – это дочь опыта". Опыт как исходный пункт научного познания и математическая формулировка вытекающих из него выводов – вот путь, которым стремился идти Леонардо да Винчи. Он впервые стал рассматривать ботанику как самостоятельную биологическую дисциплину. Леонардо да Винчи дал описания листорасположения, гелиотропизма и геотропизма, корневого давления и движения соков растений. Он также изу-

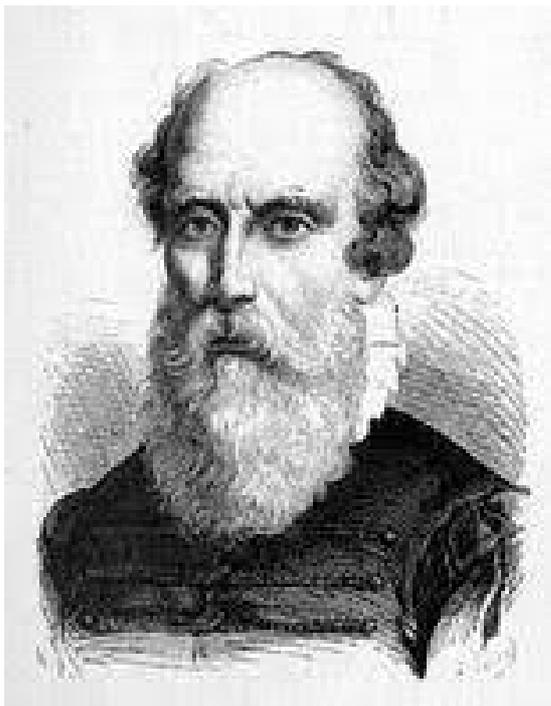
чал влияние воздуха, воды и минеральных частей почвы на жизнь растений, высказал мысль о круговороте веществ в природе.

Итальянец **Андрей Цезальпини (1519–1603)** первым сделал попытку дать более точную морфологическую и физиологическую характеристику растениям. Он предположил, что пища растений попадает из почвы в корень, а из корня по особым невидимым проводящим каналам в стебле направляется во все части растения. Механизм питания Цезальпини представлял следующим образом: пищевые вещества притягиваются корешками, как железо к магниту; в растительных венах больше пустоты, чем в окружающей почве, поэтому питательные вещества стремятся заполнить пустоту растений; корни растений вероятнее всего впитывают в себя влагу подобно фонарному фитилю, опущенному в керосин. Передвижение воды вверх по стеблю А. Цезальпини объяснял действием "жизненной теплоты", а также нагреванием растений от солнца. Так же скрупулезно, по крупицам добывались в XV–XVI вв. знания, непосредственно относящихся к земледелию, физиологии растений и агрохимии. Агрохимия, или наука о питании растений, настолько тесно переплетается с физиологией растений, что трудно даже сказать, где кончается физиология и начинается агрохимия. Не зная физиологии растений, особенностей поступления питательных веществ в различные органы растений, невозможно говорить и о питании растений вообще. О пользе удобрений люди знали давно. Как описывалось выше, уже земледельцы античного мира применяли их довольно широко, но объяснить действие удобрений они не могли, так как не было теории питания растений. В большинстве книг на сельскохозяйственные темы XVI столетия в решении этого вопроса не было сделано ни шага вперед по сравнению с сочинениями древнеримских писателей.

### **Бернар Палисси (1510 – 1589)**

Французский естествоиспытатель одним из первых наиболее правильно сформулировал свой взгляд на почву как источник питательных веществ, необходимых для питания растений. В 1563 г. в "Научном трактате о различных почвах (солях) и сельском хозяйстве" он писал, что "соль есть основа жизни и роста всех посевов.

Навоз, который вывозят на поля, не имел бы никакого значения, если бы не содержал соли, которая остается от разложения сена и соломы ... Если кто засекает поле несколько лет подряд, не унавоживая, то посевы извлекут из земли соль, необходимую для своего роста; земля, таким образом, обедняется солями и отказывается давать урожаи, поэтому нужно ее удобрять или давать отдохнуть несколько лет, чтобы она снова приобрела некоторую соленость, происходящую из дождей и рос".



*Рис. 10. Бернар Палисси*

Под солью автор подразумевал все необходимые для растений минеральные вещества. Б. Палисси не только высказал мысль о питании растений минеральными веществами, но и указал на необходимость пополнять их запасы в почве, которые уменьшаются при возделывании на них растений. Он отмечал, что после сжигания соломы в золе окажутся соли, которые растение поглотило из почвы, а, следовательно, вернуть их обратно – значит улучшить почву. Б. Палисси рекомендовал добавлять растворимые соли и мергель (уже употреблявшийся, по свидетельству Плиния Старшего, для той же цели римскими агрономами) к навозу и другим органическим удобрениям. Однако взгляды ученого на значение минеральных веществ в питании растений не были подкреплены необходимыми экспериментами, что делало их малоубедительными.

## Иоганн Батист Ван Гельмонт (1577 – 1644)

Голландский естествоиспытатель Иоганн Батист Ван Гельмонт впервые в 1629 г. поставил опыты по изучению питания растений. В кадку с тщательно взвешенной почвой (91 кг) он посадил черенок ивы массой 2,25 кг. Регулярно поливал его дождевой водой. Через 5 лет масса растения увеличилась на 74,4 кг, а масса почвы уменьшилась лишь на 56,7 г. Результаты этого эксперимента легли в основу "водной теории питания растений".



*Рис. 11. Иоганн Батист Ван Гельмонт*

И.Б. Гельмонт считал, что для жизни растений достаточно одной воды, т. е. он пришел к подтверждению учения древнегреческого философа Фалеса, который считал воду основой всех начал, что она, уплотняясь, дает органическое вещество для растений.

И.Б. Гельмонт в своем эксперименте не учитывал количество усвоенного растениями углерода из углекислого газа. В то время не знали о роли диоксида углерода в создании биомассы растения. Не

было и методов учета зольных веществ, поступивших в растение из почвы. Все это привело экспериментатора к ошибочным выводам.

Несостоятельность водной теории питания растений первым доказал английский ученый **Джон Вудворд (1665–1728)**. Он занялся проверкой взгляда Фалеса и опыта И.Б. Гельмонта, так как ему казались неверными их утверждения о том, что это вода все делает. Д. Вудворд стал испытывать воду различного происхождения. Он взял дождевую воду, воду из реки Темзы, воду из водопровода в Гайдпарке в г. Лондоне, затем прибавил к воде некоторое количество садовой почвы и перегноя и обнаружил, как и следовало ожидать, значительную разницу в росте растений. Он сажал росток мяты, затем взвешивал растение после опыта и нашел следующий прирост биомассы: 1) в дождевой воде – 17 г; 2) в воде из водопровода – 139 г; 3) в воде, в который был взболтан перегной – 284 г. На основании этого эксперимента Д. Вудворд пришел к выводу, что материалом, из которого строятся растения, является особое землистое вещество, а не вода. Большая часть жидкой массы, проникающей в растения, по его мнению, не остается в них, а выходит через поры и испаряется в атмосферу. Материалом, из которого "строятся" растения, является земля, а не вода, заключил исследователь.

### **Иоганн Рудольф Глаубер (1604 – 1670)**



*Рис. 12. Иоганн Рудольф Глаубер*

В 1650 г. немецкий химик первым высказал ряд замечательных мыслей о значении соли земли, или соли плодородия. Так, в своем трактате "Deutscheands Wohlfahrt" (1656) он утверждает, что "селитра есть основа роста всех растений". Говоря о селитре как о соли плодородия, И.Р. Глаубер употребляет одновременно и слово *nitrum* – "душа" селитры; на современном языке – это нитрат-анион. В сущности, он говорит о круговороте азота. По его мнению, начало селитры (*nitrum*) происходит из растений. И.Р. Глаубер писал, что "начало селитры из глубины земли поднимается в царство воздуха и оттуда возвращается пропитанное астральными влияниями вместе с росой и осадками" (астра-звезды). Это факт, что влага дождя и росы содержит некоторое количество азотной кислоты. Он говорит про *nitrum*: "Это птичка без крыльев, которая летает день и ночь". Это говорилось в 50-е гг. XVII столетия и было как бы началом будущих представлений о круговороте азота. И.Р. Глаубер знал об удобрительной роли селитры. Он советовал вносить ее в почву виноградников и смачивать раствором селитры посевной материал, чтобы повысить урожайность хлебов.

В заключительной части своего труда И.Р. Глаубер употребляет и слово "азот". Правда, он имеет в виду не элемент азот и не составную часть воздуха, а неизвестное деятельное начало селитры. Он задает вопрос: а не есть ли "селитра" этот самый "азот" философов? Однако это, в сущности, правильное предположение прошло мимо внимания ученых XVII в., так как до открытия азота оставалось еще более 100 лет, а его роль в жизни растений была выявлена значительно позже.

### **Контрольные вопросы**

1. Значение работ Б. Палисси о минеральном питании растений.
2. Эксперименты Ван-Гельмонта и Вудворда и их значение для развития знаний о роли почвы в питании растений.
3. В чем были преимущества и недостатки первого опыта Ван-Гельмонта по исследованию питания растений.
4. Глаубер и его гипотеза об основах роста растений.

#### 4. ЗНАЧЕНИЕ РАБОТ ОСНОВАТЕЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ А. Л. ЛАВУАЗЬЕ ДЛЯ СТАНОВЛЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ

Исторический период становления и развития агрохимической науки связан с научной деятельностью французского химика Антуана Лорана Лавуазье.

**Антуан Лоран Лавуазье (1743 – 1794)**



*Рис. 13. Антуан Лоран Лавуазье*

Его работы способствовали преобразованию химии в науку, основанную на точных измерениях; он систематически предлагал использовать количественные методы, в особенности точное взвешивание, к исследованию химических превращений.

Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило

становление его. Первые исследования почв и растений стали появляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

Руководствуясь законом сохранения массы, А.Л. Лавуазье опроверг ошибочную гипотезу флогистона, согласно которой считалось, что все горючие вещества, а также металлы, превращающиеся при обжигании в "извести", "земли" и "окалины", содержат начало горючести – флогистон, выделяющийся из них при горении или обжигании. Рядом точных опытов ученый показал сложность состава атмосферного воздуха и впервые правильно истолковал явления горения и обжигания как процессы соединения веществ с кислородом. Он совместно с инженером Ж. Менье показал, что вода – соединение водорода и кислорода; они же синтезировали воду из этих элементов.

А.Л. Лавуазье совместно с К. Бертолле, Л. Гитон де Морво и А. Фуркруа разработали проект рациональной химической номенклатуры, которая вскоре стала общепринятой. В докладе Парижской Академии наук авторы подчеркивали: "В соответствии с предложенной нами программой мы обратили особое внимание на наименования простых тел, поскольку названия сложных тел должны получаться из названий простых. "Жизненный воздух" мы переименовали в "оxygen" (кислород), так как при сгорании в нем большинство веществ превращается в кислоты. Вещества, называемые ранее "известями", мы называем "оксидами". Название "горючий воздух" мы изменили на "hydrogene" (водород), так как наиболее характерным свойством этого газа является образование воды при его взаимодействии с кислородом. "Удушливый воздух" мы переименуем в "азот", так как он не поддерживает жизни, вредит жизни. Для названий различных кислот мы всегда брали производное от обозначения исходного элемента. Так, кислоту, получаемую из серы, мы назвали серной вместо купоросной, кислоту, полученную из фосфора, мы назвали фосфорной, из угля – угольной вместо воздушной". В своей новой химической системе А.Л. Лавуазье впервые разделил вещества на химические элементы, среди которых он выделил металлы, неметаллы и

химические соединения. Исходя из представления о кислороде как химическом элементе, ученый выделил три класса соединений: кислоты (соединения кислорода с неметаллами), основания (соединения кислорода с металлами) и соли (соединения кислот с основаниями). Таким образом, А.Л. Лавуазье систематизировал совокупность химических знаний, в рамках созданной им общей теории. Это позволило не только объяснить известные ранее явления, но и количественно предсказывать новые. Старые, идущие от времен алхимии принципы классификации химических веществ он заменил новой, рациональной химической номенклатурой. Основные принципы рациональной химической номенклатуры сохранились до нашего времени.

В 1789 г. А.Л. Лавуазье опубликовал "Начальный учебник химии", где химия определялась как наука о составе веществ, об их анализе; вещества, которые в то время не могли быть разложены, он назвал простыми. В их число включил все известные в конце XVIII в. неметаллы, металлы, а также "земли" и радикалы. А.Л. Лавуазье отнес к простым веществам и гипотетические "невесовые начала", или флюиды – "свет" и "теплород". В предисловии ко второму тому "Капитала" в 1885 г. Фридрих Энгельс так оценивал значение вклада А.Л. Лавуазье в развитие химии: "Пристли и Шееле описали кислород, но они не знали, что они держали в руках. Они "остались приверженными" к категориям теории флогистона, как они их представляли. Элемент, который опрокинул теорию флогистона и призван был революционизировать химию, оказался в их руках бесполезным... Лавуазье... вновь подверг исследованию всю флогистонную химию и впервые открыл, что при горении не таинственный флогистон выделяется из горящего тела, а этот новый элемент соединяется с телом, и таким образом, он впервые поставил на ноги всю химию, которая в своей флогистонной форме стояла на голове". Работы А.Л. Лавуазье имели большое значение для разгадки сущности питания растений. Он незадолго до смерти в неоконченной рукописи, найденной в архивах и опубликованной только в 1860 г., писал: "растения черпают материалы, необходимые для своей организации, в воздухе, который их окружает, в воде, вообще в минеральном царстве. Животные питаются или растениями, или другими животными, которые, в свою очередь, питались растениями, так что вещества, из которых они состоят, в конце концов, всегда почерпнуты из воздуха или из минерального

царства... ". Это было замечательное открытие, устанавливающее и воздушное и минеральное питание растений, свидетельствующее о разложении органических веществ и обратном превращении их в элементы питания растений. Современники А.Л. Лавуазье, к сожалению, не узнали о его гениальных открытиях.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные направления работы А.Л. Лавуазье.
2. Какую роль сыграли работы А.Л. Лавуазье в развитии химии и агрохимии?
3. Совместно с кем А.Л. Лавуазье удалось синтезировать воду?

## 5. РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ В ТРУДАХ Ю. Г. ВАЛЛЕРИУСА, Н. Т. СОССЮРА И А. Д. ТЭРА

На рубеже XVII-XVIII вв. полностью была отвергнута теория питания растений готовой пищей и доказана несостоятельность водной теории питания растений. Однако многие вопросы корневого питания растений все же оставались загадкой. Химия как наука еще не существовала. Ученым требовался определенный исторический период, чтобы обобщить и осмыслить накопленные факты по питанию растений. Этот вакуум восполнила гумусовая теория питания растений. Термин "гумус" встречается еще во времена римлян, когда им часто обозначали почву в целом. Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило становление его. Первые исследования почв и растений стали появляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

Позднее это понятие относили к органическим веществам почв и компонентов или к разным фракциям этих веществ, а равным образом и к комплексным соединениям, полученным действием химических реагентов на некоторые органические вещества. Начиная от Теофраста (373–328 гг. до н. э.) до Ю.Г. Валлериуса (1709–1785), среди естествоиспытателей господствует понятие "oleum unctuosum" ("мазеподобное масло"), что равносильно понятию "почва" или "жир земли".

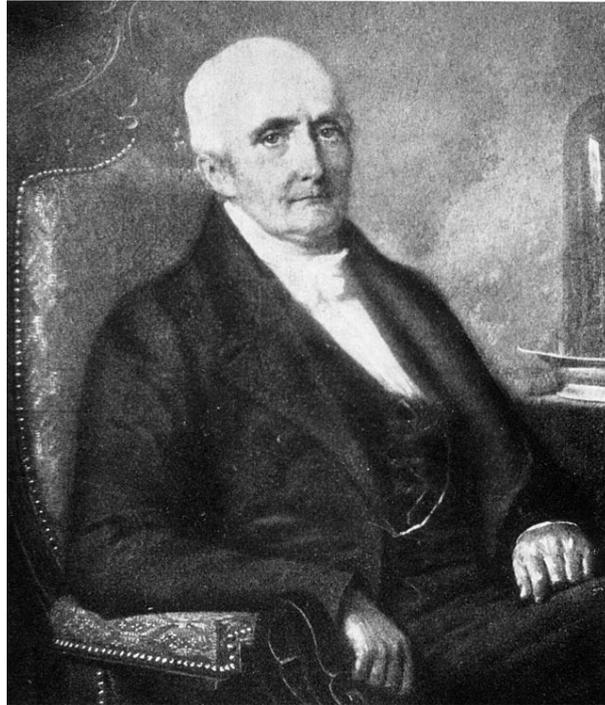
Великий ботаник **Карл Линней (1707–1778)** классифицировал почвы аналогично своей классификации растений. Среди разных типов почв у него можно найти: *humus daedalea* (садовая почва), *humus ruralis* (полевая почва), *humus latum* (навозная почва), *humus damascena* (глинистая почва) и *humus chistosa* (краснозем). К. Линней

в своей книге "Система природы" (1740) писал: "За первичные земли я считаю лишь песок и глину; минеральных образований". Что касается "растительной земли – вся она возникает из гниющих растений и животных. Поэтому она ежедневно умножается, но с течением времени снова переходит в один из видов песка". Карл Линней сыграл большую роль и в развитии биологии, он считается основоположником науки систематики. За свою жизнь описал несколько тысяч новых видов животных и растений.

**Юхан Готтшалк Валлериус** в своей книге "Основы земледельческой химии" (1761) первым определил понятие гумус как название для разложившегося органического вещества. Им же была выдвинута гипотеза о питании растений гумусом. Эта гипотеза отвечала практическим наблюдениям о высоком плодородии почв, богатых гумусом, но совершенно неверно исходила из якобы прямого усвоения корнями растения этого сложного органического вещества. В своем сочинении "Fundamenta agriculturae chemical" (1766), он утверждал, что зольные части растений, полученные им при химическом анализе, не тождественны с теми, которые содержит почва, и что они приготавливаются растением из воды и воздуха. "Жирной" субстанции гумуса Ю.Г. Валлериус придает главное значение и его объясняет действие на почву навоза и всякого перегноя. Солям почвы, в частности, селитре, он приписывает лишь значение растворителей "жира" почвы.

Исходя из положения, что "*nutritio non fieri potest rebus heterogeneis, sed homogeneis*", Ю.Г. Валлериус заключил, что только органические вещества почвы являются питательными для растений (*nutritiva*), другие же составные части почвы играют роль вспомогательных (*instrumentalia*); так, по его мнению, мел (а может быть, и соль) может способствовать растворению жирных веществ гумуса.

## Николо Теодор Соссюр (1767 – 1845)



*Рис. 14. Николо Теодор Соссюр*

Определенный стимул развитию гумусовой теории питания растений придал швейцарский естествоиспытатель Николо Теодор Соссюр. В своем знаменитом труде "Химические исследования жизнедеятельности растений" (1804) он особое внимание посвятил гумусу (terreau). Н.Т. Соссюр нашел, что гумус является не однородным веществом, а состоит из различных комплексов (экстрактивные вещества, жиры, соли), которые легко могут быть разделены, и что гумус способен поглощать кислород, который, соединяясь с углеродом почвы, дает углекислоту.

Н.Т. Соссюр отводит большую роль в питании растений вытяжке из перегноя. Он отмечал, что перегной содержит те же самые зольные вещества, какие встречаются в растении. По его мнению, экстракт из перегноя в небольшом количестве поступает в растения наряду с другими веществами почвы.

Н.Т. Соссюру принадлежит и особая роль в разработке учения о воздушном питании растений. Первым экспериментально установил, что в темноте растение в процессе дыхания поглощает кислород и выделяет углекислоту, а на свету усваивает углерод углекислоты и выделяет кислород. Он доказал, что источником углекислого газа яв-

ляется не почва, а атмосферный воздух, что растения дышат, а при разложении углекислого газа усваивается не только углерод, но и элементы воды – водород и кислород. Окончательно теория гумусового питания растений сформулирована немецким ученым Альбрехтом Даниэлем Тэером в книге "Основы рационального сельского хозяйства".

### Альбрехт Даниэль Тэер (1752 – 1828)



*Рис. 15. Альбрехт Даниэль Тэер*

Он писал, что плодородие почвы полностью зависит от содержания в ней гумуса, так как кроме воды он является единственным веществом, необходимым для питания растений.

А.Д. Тэер считал, что минеральные вещества почвы только способствуют усвоению растениями перегнойных веществ. Кроме того, он одним из первых классифицировал почвы Западной Европы в зависимости от гранулометрического состава, содержания гумуса и извести.

О приверженности А.Д. Тэера к гумусовой теории питания растений свидетельствуют следующие его слова: "Собственно один только доведенный до степени приличного разложения перегной (humus) или

растительно-животный навоз доставляют растениям существенное и необходимое для них питание".

А.Д. Тэер пользовался в то время большой популярностью и авторитетом, что способствовало широкому распространению его взглядов на питание растений. И ныне в Германии, почти 23 через 200 лет после выхода в свет трудов А.Д. Тэера, его считают основоположником немецкого земледелия. Его труд "Основы рационального сельского хозяйства" продолжительное время служил своеобразной энциклопедией по агрономии, а многие положения и по сегодняшний день не потеряли своей ценности. В книге автор не только дал обобщающее изложение общих разделов земледелия, включая и смежные области знания, но впервые научно обосновал многочисленные проблемы, ранее базировавшиеся только на практическом опыте. А.Д. Тэер является и основателем сельскохозяйственного образования в Германии.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем значение работ Н.Т. Соссюр в становлении учения о питании растений? Что доказали его экспериментальные исследования?
2. Перечислите достижения А.Д. Тэера в создании гумусовой теории питания растений.

## 6. Ю. ЛИБИХ И Ж. Б. БУССЕНГО – ОСНОВАТЕЛИ АГРОХИМИИ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ НАУКИ

### Карл Шпренгель (1787 – 1849)



*Рис. 16. Карл Шпренгель*

Первым, кто правильно установил законы питания и применения удобрений в сельском хозяйстве, был немецкий агрохимик Карл Шпренгель. К. Шпренгель опубликовал свои взгляды на питание растений в сочинениях: "Die Boden Kunde" (1837), "Die Lehre von den Urbarmachungen" (1838), "Die Lehre von Dünger" (1839). О его воззрениях можно судить по следующим примерам. "Растения из неорганических веществ, получаемых ими из почвы и воздуха, образуют тела органические с помощью света, тепла, электричества и влаги", – пишет он в своей книге "Учения об удобрении". Ему было известно, и то, что некоторые минеральные вещества необходимы для образования белковых тел в растении; так он говорит о постоянном присутствии фосфора в клейковине, приводит параллель с животными, у которых мозг постоянно содержит фосфор.

Считая соли необходимыми для жизнедеятельности растений и зная их происхождение из почвы, К. Шпренгель пришел к объяснению падения урожаев при непрерывной культуре и к необходимости

возврата минеральных веществ почве. "Воздух остается всегда одинаковым по своему составу, но нельзя того же сказать о почве; поэтому необходимо возмещение утраченного ею, причем нужно обращать больше внимания на так называемые минеральные вещества, чем на кислород, углерод и водород, т. к. эти последние растения находят в воздухе; что же касается азота, то он должен быть также внесен в связанной форме, т. к. большинство растений не имеет способности притягивать достаточно азота листьями из воздуха". Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило становление его. Первые исследования почв и растений стали появляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

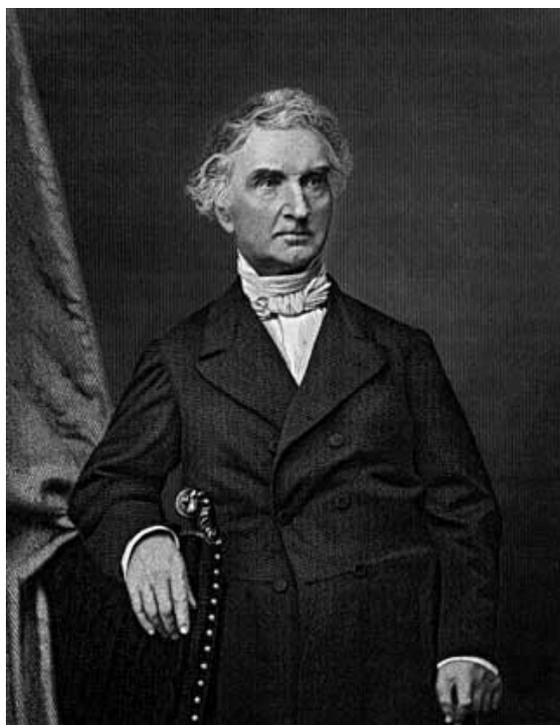
Говоря об отдельных удобрительных веществах, К. Шпренгель всегда руководствуется их химическим составом, причем особенное внимание обращено на те питательные вещества, которых мало в почве. Таким образом, мы видим у К. Шпренгеля то самое учение о значении минеральных веществ и необходимости возврата их. Лишь в одном пункте он сходится с гумусовой теорией и расходится с Ю. Либихом: К. Шпренгель, считая главным источником углерода в растениях углекислоту воздуха, не отрицает все же одновременного использования перегноя почвы корнями. Несмотря на оригинальность своих воззрений по питанию растений и многочисленные публикации по этому вопросу, К. Шпренгель не оказал заметного влияния на практику.

Разработка нового учения о питании растений и его практическое применение, которое происходило параллельно с введением минеральных удобрений, является величайшей заслугой выдающегося немецкого химика, иностранного члена-корреспондента Петербург-

ской академии наук (1830) **Юстуса Либиха (1803–1873)**, которого по праву считают одним из основателей агрохимии как самостоятельной науки. Он показал, что химические элементы поступают в растения двумя путями: одни, как углерод, из воздуха, другие – в виде водных.

Ю. Либих провел широкие исследования, последовательно определив состав почв и содержание минеральных веществ в различных органах растений. По существу, он первым экспериментально доказал, что растения избирательно поглощают из почвы химические элементы. растворов из почвы.

### **Юстус Либих (1803 – 1873)**



*Рис. 17. Юстус Либих*

На основании этого открытия Ю. Либих разработал широко известную теорию минерального питания растений, способствовавшую внедрению минеральных удобрений в земледелие. Он первым правильно указал на целесообразность возврата почве минеральных веществ, в частности, фосфора, и на ее истощение при монокультуре.

В окончательном виде теория минерального питания сформулирована и изложена в его знаменитой книге "Химия в приложении к земледелию и физиологии". О том, какой резонанс получила эта книга в научном мире, сообщает Э. Рассел (1955). Он пишет, что в 1830-

1840 г. агрономическая химия не привлекала большого внимания. Однако в 1840 г. знаменитый отчет Ю. Либиха о состоянии органической химии под названием "Химия в приложении к земледелию и физиологии" произвел в мире науки впечатление, подобное грому при ясном небе. В своем труде Ю. Либих опроверг гумусовую теорию питания растений. Он утверждал, что растения имеют неисчерпаемый запас углекислоты в воздухе. Если углекислота содержится в почве, то на ранней стадии роста растения экономится время, так как она поступает в корни растения и служит лишь дополнительным источником тому, что поглощает еще не полностью сформировавшийся фотосинтетический аппарат.

Ю. Либиху, первому по достоинству, оценившему роль фосфора и калия в жизни растений, принадлежат поистине крылатые слова: "Без этих двух элементов не может быть плодородия наших полей". Ему пришла тогда в голову фантастическая для тех времен мысль, что нужно удобрять поля, необходимо искусственно вносить в них разные соли калия, азота, фосфора, рассчитав, сколько их нужно для того, чтобы растение могло их использовать. Эта идея, как отмечает А.Е. Ферсман, была встречена с недоверием специалистами-аграрниками 40-50-х гг. XIX в. Его попытка включить в агротехнику чилийскую селитру не увенчалась успехом, а привезенный на парусных судах из Южной Америки груз этой соли, в силу своей дороговизны, не нашел покупателей и был выброшен в море. Источники фосфора тогда не были известны, а предлагавшийся Ю. Либихом размол костей давал также слишком дорогие удобрения. В то время не знали, как использовать и калий, и только изредка, собирая золу растений, рассевали ее по полям.

Ю. Либих считал, что способность пахотного слоя почвы извлекать из соответствующих растворов аммиак, калий, фосфорную и кремниевую кислоты имеет свой предел, зависящий от свойств, присущих каждому виду почвы. Колебания адсорбированных количеств, говорил Ю. Либих, столь же велики, как велики различия между отдельными видами почв. В этом тезисе мы имеем гениальное предвидение того, что через 60 лет дала агрохимии теория К.К. Гедройца о почвенном поглощающем комплексе. Аналитическое мастерство, широта и глубина взглядов Ю. Либиха на питание растений покоряют и современного читателя его труда. Он писал: "Всякая почва лишь в

том случае может считаться вполне плодородной для того или иного вида растений, скажем для пшеницы, если каждая из частиц ее, соприкасаясь с корнями, содержит все необходимые питательные вещества и притом в такой форме, которая позволяет корням усваивать эти вещества на любом этапе развития растения, в должное время и в надлежащем их взаимном соотношении".

В этих словах Ю. Либиха мы видим предвосхищение идеи о разных соединениях элементов питания в почве, о значении условий питания и соотношения между элементами питания по фазам вегетации растений, что было доказано лишь много лет спустя. Если его труды рассматривать с позиций современной науки, то в них содержатся довольно полные и достоверные сведения о роли ассимиляционного аппарата растения, сидерации, соотношении элементов питания, "интенсивной культуре" и определение понятия "удобрение". Ю. Либих стоял у истоков открытия основных законов земледелия, в первую очередь "Закона минимума" и "Закона возврата веществ в почву".

Несмотря на прогрессивность и оригинальность, теория минерального питания Ю. Либиха имела и свои недостатки. Она нуждалась в дополнении, уточнении и конкретизации научных фактов. Примером может послужить трансформация его взглядов в отношении азотных удобрений. Увеличение количества азота в луговых почвах, которые удобряли только щелочами и фосфатами, а также постоянное плодородие некоторых полей Виргинии и Венгрии, лугов Голландии послужило тому, что он все в большей степени стал считать атмосферу источником азота для растений. Поэтому некоторые разделы первого и второго изданий, где подчеркивалась необходимость внесения аммиачных удобрений, были исключены им из позднейших изданий. Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило становление его. Первые исследования почв и растений стали появляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о

том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

А.Н. Энгельгардт (1863) в своей рецензии на книгу Ю. Либиха "Химия в приложении к земледелию и физиологии" писал: " Эта книга должна быть настольной книгою каждого сельского хозяина, который желает рационально, а не по рутине заниматься своим благородным делом; ... ее с интересом и пользой прочитает всякий, кто желает познакомиться с условиями питания растений, и с основными законами земледелия. Написана она общепонятно, что ее может читать всякий образованный человек".

Оценивая научный вклад Ю. Либиха в агрономическую науку, Д.Н. Прянишников указывал на огромное значение его идеи о минеральном питании растений, но подчеркивал, что для проведения ее в жизнь потребовалось много времени. В горячей полемике с Д.Б. Лоозом, как представителем эмпирического направления в развитии английского сельского хозяйства, Ю. Либих указывал, что земледельцам нужны не только факты, а и их научное понимание. Сегодня с большой уверенностью можно сказать, что в полной мере оправдались прозорливые слова Ю. Либиха, сказанные еще в 1840 г.: "Придет время, когда каждое поле сообразно с растением, какое на нем имеют в виду разводить, будет удобряться свойственным удобрением, приготовленным на химических заводах, тогда удобрение будет состоять только из тех веществ, которые нужны для питания растения".

### **Жан Батист Буссенго (1802 – 1887)**

Большую роль в разработке теории азотного питания растений сыграл французский агрохимик Жан Батист Буссенго, который экспериментально доказал, что растения не могут питаться только атмосферным азотом, им нужен азот почвы.

Для этого в 1851 г. он выращивал растения под стеклянным колпаком и в стеклянном шкафу с притоком воздуха, очищенного от азота. При этом выяснилось, что растения нормально развиваются без азота воздуха и свободный азот ими не поглощается. Он пришел к выводу, что азот необходим растениям так же, как и другие элементы

питания, и что потребность растений в этом элементе удовлетворяется за счет почвы.

В другом опыте, проделанном Ж.Б. Буссенго, азот, внесенный в почву в виде нитратов, давал урожай, возрастающий пропорционально количеству внесенных нитратов. Пользуясь данными лабораторных и полевых опытов над растениями, ученый доказал, что навоз и зола из навоза по своим питательным свойствам не одно и то же, и что азот при сжигании навоза из него улетучивается. Ж.Б. Буссенго также установил, что азот в почве может быть как в усвояемых, так и в неусвояемых формах. Это не имеет значения для химика, но безразлично для растений. 26 Ж.Б. Буссенго принадлежит приоритет в открытии действия селитры на урожай. Будучи в Перу, он подметил, что на бесплодных песчаных почвах этой страны внесение небольшого количества гуано (продукт разложения птичьего помета в условиях сухого климата) позволяет получать довольно высокий урожай кукурузы.



*Рис. 18. Жан Батист Буссенго*

При химическом анализе выяснилось, что гуано состоит преимущественно из аммиачных солей. Родилась догадка, что именно эти соли и придают плодородие песчаной почве. Когда анализы и опыты подтвердили это, ученый сделал следующий важный вывод: "Единственными реагентами, способными действовать непосредственно на растение путем доставления азота организму, являются нитраты и аммиачные соли, либо существующие ранее в почве, либо образующиеся в продолжение культуры".

Ж.Б. Буссенго заметил разницу между злаковыми и бобовыми растениями по отношению их к азоту. Он писал, что "все растения, кроме бобовых, берут азот из почвы". Касаясь вопроса применения удобрений, Ж.Б. Буссенго констатировал, что наиболее эффективны те удобрения, которые наиболее богаты азотом. Связывая теорию азотного питания растений с плодородием почвы, он писал, что "культуры, берущие из почвы больше всего азота, ее наиболее истощают", и далее "для восстановления в почве той степени плодородия, которой она обладала до посева, следует внести с навозом эквивалентное количество азота".

На основании исследования влияния азота удобрений на жизнедеятельность растений Ж.Б. Буссенго приходит к заключению, что фосфат кальция, щелочные и щелочноземельные соли, необходимые для развития растений, действуют в том случае, если вносятся вместе с веществом, способным доставить усвояемый азот. Атмосферный азот принимает участие в развитии растений, но в слишком малом количестве; селитра совместно с фосфатом кальция и щелочными солями действует как полное удобрение.

Ж.Б. Буссенго – основатель вегетационного метода исследований в области физиологии растений и агрономии. Он выполнил ряд оригинальных работ по изучению круговорота веществ в земледелии. Это позволило Д.Н. Прянишникову в учебнике "Агрохимия" сказать, что задачей агрохимии является изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растений, которые могут повышать урожай или изменять его состав.

Используя точные методы химического анализа, Ж.Б. Буссенго заложил основы баланса питательных элементов в земледелии. В области физиологии растений он доказал, что источником углерода для

автотрофных растений является углекислый газ воздуха. В дальнейшем он изучал газообмен в растениях и в 1840 г. предложил используемое и в настоящее время общее уравнение фотосинтеза:



### **Контрольные вопросы**

1. Каковы были взгляды на питание растений немецкого агрохимика К. Шпренгеля?
2. В чем суть теории минерального питания Ю.Либиха?
3. Недостатки теории минерального питания Ю. Либиха.
4. Теория азотного питания растений французского агрохимика Жана Батиста Буссенго.

## 7. ЗНАЧЕНИЕ РАБОТ Д. Б. ЛООЗА, Ю. САКСА И И. А. КНОПА В СОЗДАНИИ НАУКИ АГРОХИМИИ

Исследования Ж.Б. Буссенго нашли полное подтверждение в работе английского ученого **Джона Беннета Лооза (1814–1900)** – основателя Ротамстедской сельскохозяйственной опытной станции.

Дж.Б. Лооз в 1843 г. заложил опыты по изучению разных норм азотных удобрений и знаменитый опыт с бессменной культурой пшеницы. Это самый длительный опыт в мире. Проведенные им эксперименты убедительно показали, что азотные удобрения весьма эффективны, а азот воздуха не обеспечивает нормального питания растений. Дж. Б. Лооз одним из первых в условиях вегетационного опыта (1836-1838 гг.) показал важное значение фосфора в жизни растений и высокую эффективность применения фосфорных удобрений в полевом опыте (1840-1841 гг.). Он открыл первый суперфосфатный завод (1842 г.) и тем самым положил начало крупнейшей отрасли химической промышленности.

Всемирно известная Ротамстедская сельскохозяйственная опытная станция, основанная Дж. Б. Лоозом в собственном имении в Харпендине (Англия), благодаря классическим многолетним опытам с удобрениями превратилась в один из важнейших научно-методических центров агрономической химии. После блестящих работ Ю. Либиха и Ж.Б. Буссенго по минеральному питанию растений ученые заинтересовались, какие именно элементы и в каком количестве требуются растениям для роста. Были попытки выращивания растений в искусственных средах – в водной и песчаной культурах с добавлением различных питательных элементов.

В 1859 г. дело завершилось полным успехом. В искусственных условиях зерновые культуры были доведены до полного созревания семян. Этого добились независимо друг от друга двое немецких ученых – **Юлус Сакс (1832–1897)** и **Иоганн Кноп (1817–1891)**. Они создали метод водных культур и развили учение о минеральном питании растений. Метод водных культур, т.е. способ выращивания растений в дистиллированной воде с добавлением в нее растворимых солей вполне определенных химических элементов, сыграл огромную роль в выяснении вопроса о том, какие из находимых в почве и в золе

растений элементов являются, безусловно, необходимыми для растений, а без каких они могут обходиться.

При помощи этого метода Ю. Сакс и И. Кноп с полной убедительностью установили, что необходимыми для роста и развития растений являются К, Са, Mg, N, P, S и в очень небольшом количестве Fe. Что же касается других элементов золы растений, в т. ч. столь обычных в ней, как Si, Na, Cl и другие, то они были признаны излишними для питания растений, т. к. и в растворах, казалось, совершенно их не содержащих, водные культуры удавались очень хорошо. Позднее, однако, успехи в технике очистки солей, употребляемых для водных культур, от находящихся в них примесей, заставили внести существенные поправки в представление о необходимых для питания растений элементах.

### **Контрольные вопросы**

1. Закон минимума Ю. Либиха, его роль в создании теории минерального питания растений.
2. Как значение имели работы Либиха для становления и развития экспериментальной работы по вопросам питания растений.
3. Какую роль играли исследования Либиха для современной агрохимии.
4. Изучение азотного питания растений Ж.Б. Буссенго.
5. Вегетационный метод исследования питания растений в работах Ж.Б. Буссенго.
6. Использование Буссенго точных методов в агрономии.
7. Значение работ Лооза, как одного из основателей науки агрохимии, его исследования с фосфорными и азотными удобрениями.
8. Создание Ротамстедской сельскохозяйственной опытной станции Лоозом. Первый суперфосфатный завод.

## 8. РОЛЬ М. В. ЛОМОНОСОВА В РАЗВИТИИ ЗНАНИЙ О ПОЧВЕ И АГРОНОМИИ В РОССИИ

**Ломоносов Михаил Васильевич (1711 – 1765)**

Ломоносов Михаил Васильевич – русский ученый энциклопедист, поэт, историк, художник, преобразователь русского литературного языка, поборник отечественного просвещения.



*Рис. 19. Ломоносов Михаил Васильевич*

Он родился в то время, когда Россия вступила в новый период своей истории; в недрах феодального общества крепла молодая национальная буржуазия, государство проводило мероприятия, которые способствовали развитию торговли и промышленности. Особенно прогрессивную роль в развитии производительных сил и национальной культуры в России сыграли реформы Петра I. Строились новые города, сооружались каналы, росли добыча и переработка руд, появлялись текстильные и стекольные мануфактуры. Петр I пригласил в Россию немало западноевропейских ремесленников и ученых, чтобы

помочь преодолеть научную и техническую отсталость феодального государства.

Немало внимания уделялось тогда и формированию русской интеллигенции. Реформы Петра I подготовили и учреждение Академии наук, открытие которой в 1725 г. состоялось в только что построенной новой столице России Санкт-Петербурге. В последующие годы в стране возникли новые учебные заведения. Миссия первопроходца в науке М.В. Ломоносову была приготовлена самим ходом исторического развития страны. Научная деятельность М.В. Ломоносова относится к различным областям естествознания и прикладных наук. Он провел важные исследования по геологии, минералогии, географии и агрономии.



*Рис. 20. Академия наук, г. Санкт-Петербург*

Своими открытиями ученый обогатил все области знания. Идеи, содержащиеся в работах М.В. Ломоносова, значительно опередили его время: последующее развитие естествознания подтвердило правильность многих предвидений великого русского ученого.

В 1756 г. М.В. Ломоносов провел знаменитые опыты по обжиганию металлов в закрытом сосуде. Наблюдаемое при этом увеличе-

ние массы ученый объяснил соединением их с воздухом и тем самым близко подошел к правильному истолкованию химизма обжигания и горения. М.В. Ломоносов развил атомно-молекулярные представления о строении вещества. Сформулировал принцип сохранения материи и движения. В противоположность господствующим представлениям о теплороде М.В. Ломоносов утверждал, что тепловые явления обусловлены движением материальных частиц. В труде "Опыт теории упругости воздуха" (1748) он объяснил упругость газов движением частиц. Ученый четко разграничивал понятия "корпускула" (молекула) и элемент (атом), что нашло всеобщее признание лишь в середине XIX столетия. М.В. Ломоносов дал объяснения таким явлениям как молния, северное сияние, предложил конструкцию молниеотвода, развил оригинальную теорию атмосферного электричества, которая сводила электрические явления к микроскопическим движениям частиц эфира и таким образом исключала существование особой электрической материи. Он впервые установил (1761), что планета Венера окружена атмосферой. Положил начало русской научно-технической терминологии. Исключил флогистон из числа химических элементов. Заложил основы физической химии. Описал строение Земли и правильно объяснил происхождение каменного угля, нефти, торфа, горючих сланцев и других полезных ископаемых, и минералов.

Опубликовав руководство по металлургии, М.В. Ломоносов оказал большое влияние на развитие биологических наук. Считал, что все явления природы носят эволюционный характер и что это приводит к естественному изменению Вселенной и земного шара. Изучил флору Петербургской губернии, разработал ботаническую терминологию. Впервые применил микроскоп для исследования растительных объектов. Установил химический состав некоторых красильных и лекарственных растений, разрабатывал вопросы физиологии растений. В своих работах ученый изложил господствующую в то время в науке водную теорию питания растений и высказал мысли об их минеральном и воздушном питании. В "Слове о пользе химии" (1751) он писал о том, что химия поможет "покрыть землю пшеницей вместо терния". М.В. Ломоносову принадлежит значительная роль в развитии учения о почве.

Он первым высказал предположения о происхождении гумуса (чернозема). В своей книге "О слоях земных" (1763) М.В. Ломоносов

дал правильное объяснение происхождению гумуса почвы. "Нет сомнения, – пишет он, – что чернозем – не первообразная и первозданная материя, но произошел от согнития животных и растущих тел со временем". М.В. Ломоносов считал, что в естественных условиях при образовании гумуса происходят те же процессы, что и в культурных почвах при разложении в них навоза и образовании пахотных, огородных земель. Отмечая сходность экологических факторов, влияющих на накопление органического вещества, он указывал: "То же должно рассудить и о лугах на черноземе, где трава не бывает скошена и стравлена от скота и в навоз перегнивает, тук земной умножая". М.В. Ломоносова по праву можно считать и основоположником теории углеродного питания растений. Еще до открытия фотосинтеза он первым начал понимать роль зеленого растения на нашей планете, но не успел экспериментально проверить свои мысли.

М.В. Ломоносов в "Слове о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих" (1753) писал: "Преизобильное ращение тучных дерев, которые на бесплодном песку корень свой утвердили, ясно изъявляет, что жирными листьями жирный тук в себя из воздуха впитывают: ибо из бессочного песку столько смоляной материи в себя получить им невозможно". К этой же мысли о некорневом питании растений, т. е. об усвоении листьями растений органических веществ и зольных элементов, а также азота из растворов, попадающих на поверхность листьев из атмосферы, М.В. Ломоносов возвращается в 1763 г.

В своей работе "О слоях земных" он писал: "Откуда ж новый сок сосны собирается и умножает их возраст, о том не будет спрашивать, кто знает, что многочисленные иглы нечувствительными скважинками почерпают в себя с воздуха жирную влагу, которая тончайшими жилками по всему растению расходуется и разделяется, обращаясь в его пищу и тело". Идеи М.В. Ломоносова вскоре нашли развитие в трудах Д. Пристли, Я. Ингенхауза и Ж. Сенебье.

М.В. Ломоносов много внимания уделял вопросам сельского хозяйства. Он ходатайствовал перед правительством об учреждении "Государственной коллегии земского домостроительства", которая занималась бы изучением сельского хозяйства, включая лес, дороги, каналы, развитие ремесел в деревне. Для этой цели Коллегия должна организовать опытные участки с различными почвами и рельефом. В

целях освещения заграничного агрономического опыта в России М.В. Ломоносов перевел с немецкого на русский язык книгу "Лифляндская экономика" (1747), в которой затрагиваются вопросы земледелия, скотоводства, птицеводства и пчеловодства. По его инициативе в 1765 г. при Российской академии наук был организован "Класс земледельчества", а также создано Вольное экономическое общество, сыгравшее большую роль в развитии отечественной агрономии. Всю свою жизнь М.В. Ломоносов стремился к передаче своих знаний народу и улучшению его материальной и духовной жизни.

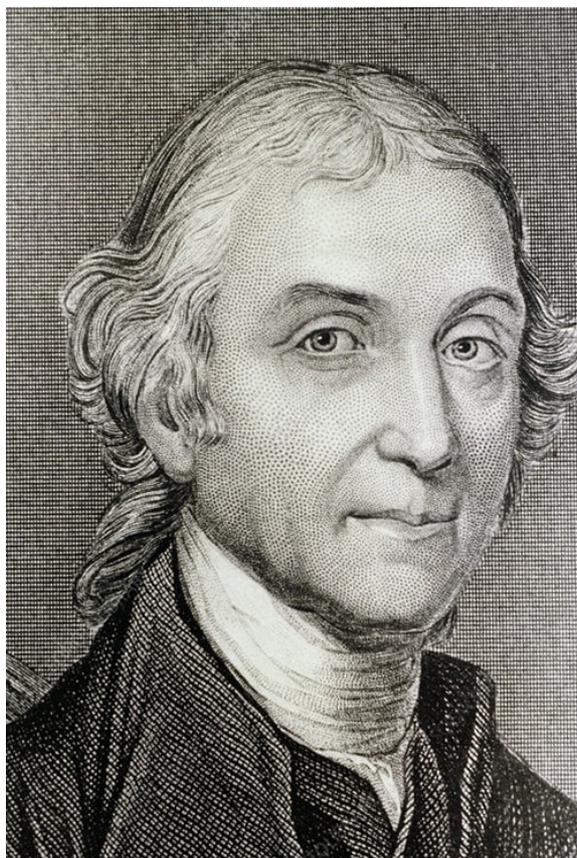
### **Контрольные вопросы**

1. Значение работ М.В. Ломоносова в становлении науки агрохимии.
2. Основные труды М.В. Ломоносова по агрохимии и почвоведению.
3. Учреждение Академии наук во времена М.В. Ломоносова.

## 9. ЗНАЧЕНИЕ РАБОТ ДЖ. ПРИСТЛИ, Я. ИНГЕНХАУЗА И Ж. СЕНЕБЬЕ ДЛЯ ТЕОРИИ УГЛЕРОДНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

### Джозеф Пристли (1733 – 1804)

Началом экспериментальных работ в области фотосинтеза можно считать исследования английского химика Джозефа Пристли. Он провел известный опыт с мышью и веткой мяты.



*Рис. 21. Джозеф Пристли*

Мышь под стеклянным колпаком погибла, а при наличии зеленой ветки мяты оставалась живой. Сам Д. Пристли описывал свой опыт так: "Я взял некоторое количество воздуха, совершенно испорченного дыханием мыши, которая в нем погибла; разделив его на две части, я ввел одну в сосуд, погруженный в воду, другую же часть его, также заключенную в сосуд с водой, я ввел ветку мяты. Через 9 дней я нашел, что мышь прекрасно жила в той части воздуха, в которой росла ветка мяты, но моментально погибла в другой части его". Из этого

опыта он сделал вывод, что животные своим дыханием делают воздух непригодным для жизни, а растения исправляют его.

### **Ян Ингенхауз (1730 – 1799)**

Голландский естествоиспытатель Ян Ингенхауз на основе своих наблюдений установил, что очищение "испорченного" воздуха производится исключительно зелеными частями растений и только на свету. Он первым доказал, что при разложении углекислоты кислород поступает в воздух, а углерод поглощается растениями.



*Рис. 22. Ян Ингенхауз*

Сами растения непрерывно дышат, но на свету значительно больше выделяют кислорода, а при отсутствии света сами используют некоторую часть его. В книге "Опыты с растениями" (1779) Я. Ингенхауз пишет: "Я нашел, что растения днем энергично отдают окружающему их воздуху кислород (или жизненный воздух)..., а ночью или в каком-нибудь темном месте выделяют угольную кислоту, состоящую из угля или углерода, связанного с тем же окисляющим началом, к которому он имеет большую тягу". Ученый установил также, что углерод составляет главную пищу растений.

## Жан Сенебье (1742 – 1809)

Швейцарец Жан Сенебье провел качественное и количественное изучение газообмена листьев. Он нашел, что для выделения чистого воздуха (как обнаружилось позднее – кислорода) необходим испорченный (углекислый газ).



*Рис. 23. Жан Сенебье*

В этом процессе Ж. Сенебье видел не только "гигиеническое" средство очистки атмосферы, но и источник углеродного питания растений. Так им был обнаружен фотосинтез. Он же изучил влияние света различных областей спектра на фотосинтез. Ж. Сенебье высказал предположение, что в усвоении углекислого газа участвует "зеленая паренхима", "зеленый крахмал", т. е. хлорофилл. Он же впервые совершенно точно определил роль света в деятельности листьев. Счи-

тал, что под его влиянием листья выполняют две функции: испаряют влагу, способствуя этим доступу новых порций "соков" из почвы и корней в различные части растений, и разлагают углекислый газ на составные части – углерод и кислород. Однако Ж. Сенебье ошибочно полагал, что листья углекислоту получают через корни вместе с водой. Он впервые в 1791 г. предложил термин "физиология растений".

### **Контрольные вопросы**

1. Работы Джозефа Пристли в области фотосинтеза.
2. Изучение дыхания растений Яном Ингенхаузом.
3. Выводы Жана Сенебье о газообмене в листьях растений.

## 10. РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ В РАБОТАХ К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Особая заслуга в разработке теории углеродного питания растений принадлежит русскому ученому Клименту Аркадьевичу Тимирязеву (1843–1920). Он изучил зависимость фотосинтеза от качественного состава света; установил, что фотосинтез осуществляется в строгом соответствии с законом сохранения энергии: энергия солнечного света поглощается хлорофиллом и используется для образования органических веществ из углекислого газа и воды. "Растения, – писал ученый, – посредник между небом и землею. Оно истинный Прометей, похитивший огонь с неба. Похищенный им луч солнца горит и в мерцающей лучине, и в ослепительной искре электричества. Луч солнца приводит в движение и чудовищный механизм гигантской паровой машины, и кисть художника, и перо поэта".



*Рис. 24. Климент Аркадьевич Тимирязев*

К.А. Тимирязев первым показал, что зеленая окраска хлорофилла является приспособлением для поглощения солнечной энергии, а максимум поглощения света хлорофиллом приходится на красную область спектра. Применяв точные методы физики и химии к физиологии питания растений, он своими трудами оказал существенное влияние на развитие фундаментальных положений агрономической науки.



*Рис. 25. К.А. Тимирязев за работой*

В 1867 г. К.А. Тимирязев принял участие в проведении первых в России агрономических опытов, организованных Вольным экономическим обществом. \* Хлорофилл (от греч. "chlogos" – зеленый и "phyllon" – лист) – зеленый пигмент растений, содержащийся в хлоропластах.

Наименование предложено в 1818 г. французскими учеными П. Пельте и Ж.Каванту. Под руководством профессора Д.И. Менделеева он закладывал полевые опыты для выяснения влияния минеральных удобрений на рожь и овес. На основании этих и последующих научных экспериментов ученым был высказан ряд теоретических положений о водном режиме, минеральном питании и иных вопросах жизни растения. Задачей ботаника-физиолога Климент Аркадьевич считал не только описание и объяснение явлений жизни растений, но и

управление процессами их жизнедеятельности. Одним из основных принципов работы К.А. Тимирязева было изучение физиологии растений в связи с земледелием. Он считал целесообразным выведение сортов с мощно развитой корневой системой или пониженной транспирацией, обосновал возможность сокращения непроизводительных затрат воды растением при помощи удобрений; указывал на необходимость использования вегетационного метода в сельском хозяйстве и создания химических заводов по производству селитры; предсказывал производственное значение выращивания растений при искусственном электрическом освещении. К.А. Тимирязев высоко ценил научные положения одного из основателей агрохимии, Ю. Либиха, особенно о возврате в почву уносимых с урожаем недостающих в ней питательных веществ. В своей работе "Земледелие и физиология растений" он очень образно и доступно писал о теории минерального питания растений Ю. Либиха. Говоря о зольных элементах, Климент Аркадьевич подчеркивал: "Раз извлеченные из почвы, они сами не вернутся обратно, их может вернуть только та же сила, которая их извлекла оттуда, т. е. человек. Отсюда зола, извлеченная любым растением, – злаком ли или бобовым, – есть затронутый капитал почвы, который должен быть возмещен так или иначе, если мы желаем сдать землю потомкам такую, какую получили ее от предков. Это знаменитый "закон возврата", провозглашенный Ю. Либихом, и представляющий, как бы ни пытались ограничить его значение, одно из величайших приобретений науки". Одним из важнейших путей повышения продуктивности полей он считал расширение посевов бобовых культур.

К.А. Тимирязев высоко оценивал открытие симбиотической фиксации азота бобовыми культурами, которое выделил как "одно из блестящих новейших приобретений учения о питании растений". Он впервые в России начал исследование физиологической роли микроэлементов в жизни растений. Об этом свидетельствуют результаты его экспериментов по изучению влияния железа, никеля, марганца, кобальта и цинка на превращение филоксантина в хлорофиллин.

В 1872 г. Климент Аркадьевич первый обратил внимание на устранение хлороза у растений при опрыскивании листьев водными растворами цинка. По поручению Министерства земледелия в 1896 г. К.А. Тимирязев устраивает опытную станцию на Всероссийской вы-

ставке в Нижнем Новгороде. По его плану был построен вегетационный домик, оборудованный необходимой аппаратурой и приборами. Кроме того, он в теплице заложил мелкоделяночные полевые эксперименты, на которых демонстрировал доступные широкой публике опыты по питанию растений. Все это служило предпосылкой для развития агрохимии в России. Здесь уместно привести слова самого К.А. Тимирязева: "Бросая обратный взгляд на пройденный путь, я, ... кажется, по совести могу сказать, что сделал, что мог, для того, чтобы обеспечить за ними (научными идеями. – Авт.) успех. Я исследовал вопрос со всех доступных сторон... совершенствуя приемы исследования и пользуясь для его объяснения каждым новым успехом в смежных областях химии и физики. Не покидая ни на минуту почвы прямого опыта... я ограничивался только ролью свидетеля, констатирующего факты и помнящего обязанность... говорить "истину, всю истину и ничего кроме истины".

### **Контрольные вопросы**

1. Исследования в области каких наук К.А. Тимирязев считал основой научного земледелия?
2. Оценка К.А. Тимирязевым значимости агрохимии в жизни людей.
3. Отношение К.А. Тимирязева к теории минерального питания Ю. Либиха, его законам выноса питательных веществ растениями из почвы и их возврата в нее.
4. Роль К.А. Тимирязева в становлении и развитии вегетационного метода в России.
5. Оценка значимости клеверосеяния в поднятии производительности сельского хозяйства в России.
6. Мысли К.А. Тимирязева о роли агрономических школ и, в частности, агрохимии в развитии физиологии растений.
7. Оценка К.А. Тимирязевым заслуг Буссенго как основателя физиологической школы научного земледелия.
8. К.А. Тимирязев о значимости минеральных удобрений в повышении продуктивности полей. Значение переводов К.А. Тимирязевым на русский язык книг зарубежных агрохимиков для развития агрохимии в России.
9. Роль К.А. Тимирязева в создании школы ученых-агрохимиков в России.

## **11. В. В. ДОКУЧАЕВ И П. А. КОСТЫЧЕВ – ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО И АГРОНОМИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ**

Отечественная наука о почве богата многими славными именами – В.В. Докучаев, Н.М. Сибирцев, П.А. Костычев, К.Д. Глинка, П.С. Коссович, А.Н. Сабанин, В.Р. Вильямс, А.И. Набоких, С.С. Неустроев, Б.Б. Польшов, Л.И. Прасолов, Г.Н. Высоцкий, С.А. Захаров, С.П. Кравков, А.А. Ярилов, А.А. Роде, Н.П. Ремезов, Л.О. Карпачевский, Г.В. Добровольский, М.А. Глазовская, А.П. Виноградов, Д.Г. Виленский, В.П. Бушинский, Н.И. Базилевич, С.В. Зонн, В.А. Ковда и И.С. Кауричев. Среди них привлекают исключительное влияние личности В.В. Докучаева и П.А. Костычева, которые оказали особенно большое влияние на развитие науки о почве – объекте исследования в агрохимии. Изучение содержания элементов питания и трансформации их соединений в почве, их доступности растениям, процессов превращений удобрений, их действие на свойства и плодородие почвы – важнейший раздел агрохимии. В этом направлении агрохимия непосредственно связана с почвоведением. Следовательно, рассматривать вопросы, связанные со становлением и развитием агрохимии в отрыве от науки о почве неправомерно.

### **Докучаев Василий Васильевич (1846 – 1903)**

Докучаев Василий Васильевич – общепризнанный основоположник науки о почве. Именно он положил в основу почвоведения понятия о том, что "почва это особое тело природы" и ее формирование есть сложный процесс взаимодействия пяти природных факторов почвообразования: климата, рельефа, растительного и животного мира, почвообразующих пород и возраста страны. Он писал, что между мертвой и живой природой, между почвой, растениями и бактериями существует закономерная генетическая связь. В трудах В.В. Докучаева мы находим сведения о валовом химическом составе почв, включая данные о содержании органического вещества,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CO_2$ ,  $N$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_3$ . Оценено количество

NaCl и CaCO<sub>3</sub>. Он дал анализ процесса гумификации, и сформированные им принципы лежат в основе современных представлений.

В.В. Докучаев установил закономерности строения почвенного профиля, закон горизонтальной зональности и высотной поясности почв, разработал методы исследования почв и основы их картографии.



*Рис. 26. Докучаев Василий Васильевич*

Он предложил первую научную генетическую классификацию почв. Свое учение о почве, которое принесло ему мировую славу, ученый создавал, разрешая практические вопросы: исследуя почвы, работая по оценке земель, разрабатывая мероприятия по борьбе с засухой.

В.В. Докучаев писал, что все агротехнические мероприятия в сельском хозяйстве должны строиться с учетом зонального распределения почв, а само изучение почв должно проводиться комплексно с учетом всех факторов и условий почвообразования. "Если желают поставить русское сельское хозяйство на твердые ноги, на торный путь и лишить его характера азартной биржевой игры, – писал В.В. Доку-

чаев, – если желают, чтобы оно было приурочено к местным физико-географическим (ровно как и историческим и экономическим) условиям страны и на них зиждилось (а без этого оно навсегда останется биржевой игрой, хотя бы годами и очень выгодной), безусловно, необходимо, чтобы эти условия – все естественные факторы (почва, климат с водой и организмы) – были бы исследованы, по возможности, всесторонне и непременно в взаимной их связи".

В.В. Докучаев изучал почву и составлял почвенные карты для того, чтобы управлять процессами, в ней происходящими, процессами, определяющими жизнь почвы, ее плодородие, устойчивость и высоту урожая сельскохозяйственных растений. "Я исключительно преследовал общие задачи, – писал ученый в предисловии к "Русскому чернозему", – и стремился, по возможности, изучить чернозем с научной естественно-исторической точки зрения; мне казалось, что только на такой основе, и только после всесторонней научной установки этой основы и могут быть построены различного рода действительно практической меры к поднятию сельского хозяйства черноземной полосы России".

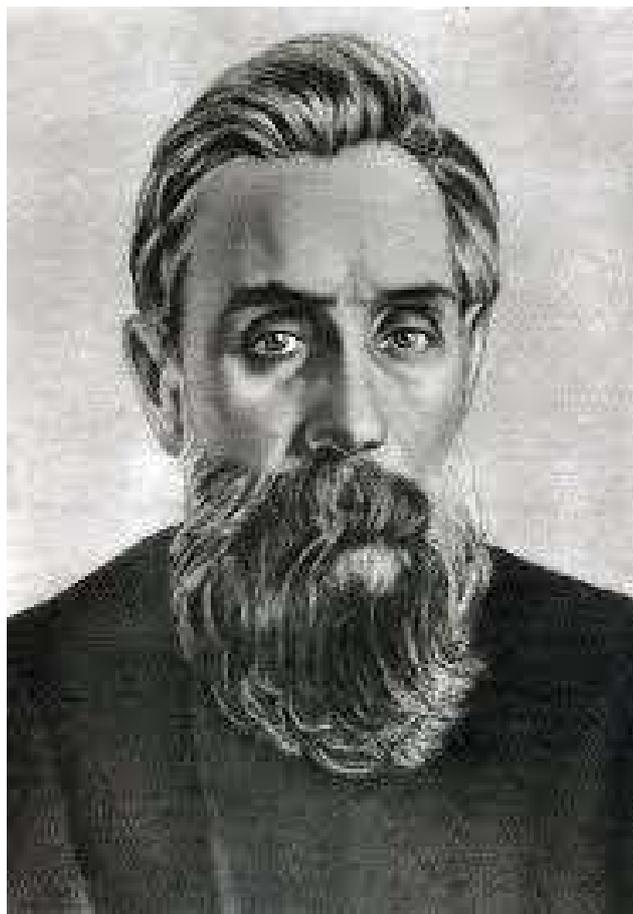
В ряде своих научных работ по классификации и оценке земель В.В. Докучаев детально учитывал процесс окультуривания почв при удобрении навозом, изучая плодородие удобренных почв при построении классификации и оценочных шкал.

### **Костычев Павел Андреевич (1845 – 1895)**

Костычев Павел Андреевич -первым из российских ученых применил свои знания в области микробиологии к изучению процессов разложения растительных остатков, накопления перегноя, его свойств и влияния на плодородие; установил связь почвы с растительными формациями; изучил поглотительную способность почвы и указал на значение коллоидной ее фракции для образования структуры; дал оценку глауконитам в качестве калийных удобрений, изучил формы соединений фосфора в почвах и доказал возможность использования фосфоритов в качестве удобрения; подробно изучил трансформацию соединений азота в почвах; правильно объяснил условия образования чернозема, происхождение подзолов, серых лесных почв,

солончаков, солонцов и предложил способы повышения их плодородия.

П.А. Костычев высказал также ряд других весьма важных научных положений, которые впоследствии нашли подтверждение и широкое распространение в практике земледелия. Так, в своей работе "Обработка и удобрение чернозема" (1892) он впервые поставил вопрос об удобрении черноземов известью или мергелем. Он считал, что этот агроприем "может быть очень полезен для тех черноземных почв, в которых мало углекислой извести... Присутствие в почве этого вещества устраняло бы возможность появления свободных кислот в черноземе при влажном состоянии его и, следовательно, образование азотной кислоты могло бы тогда происходить в черноземе беспрепятственно".



*Рис. 27. Костычев Павел Андреевич*

Много внимания ученый уделял также срокам внесения и способам заделки навоза. Немалый интерес он проявлял и к зеленым удобрениям. П.А. Костычев призывал не следовать вслепую опыту зарубежных стран, а учитывать условия и опыт ведения отечественного земледелия.

Нельзя не отметить и ценные работы П.А. Костычева по применению удобрений. В книге "Учение об удобрении почв" (1884) он указывал на необходимость не только внесения удобрений, но и мобилизации запасов питательных веществ почвы.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные направления работы основателя науки почвоведения Докучаева В.В.
2. Классификация почв В. В. Докучаева.
3. Значение работ П.А. Костычева для развития учения о питании растений.

## **12. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УДОБРЕНИЙ В РОССИИ**

Обширные российские просторы с богатым и многообразным растительным и почвенным покровом, широкое развитие земледелия определили большой интерес российских ученых к почвоведению, вопросам питания растений и применения удобрений.

О вкладе российских ученых в мировую сокровищницу сельскохозяйственных знаний. профессор Мюнхенского университета Рамман писал в 1910 г: "Придется учиться русскому языку тем почвоведом, которые бы хотели стоять на современном научном уровне... Только благодаря русским почвоведом, почвоведение превратилось в обнимающую весь Земной шар науку".

Возникновение российской агрономической науки относят ко второй половине XVIII в., когда в 1770 г. профессор М.И. Афонин начал читать лекции в Московском университете по земледелию и домоводству. К числу видных русских агрономов второй половины XVIII и начала XIX вв. относят А.Т. Болотова, И.М. Комова, А.П. Пошмана, М.Г. Павлова, Я.А. Линовского, оставивших огромное литературное наследие по земледелию и, в частности, по применению удобрений, плодородию и свойствам почв.

### **Болотов Андрей Тимофеевич (1738 – 1833)**

Болотов Андрей Тимофеевич - сыграл большую роль в развитии отечественной научной агрономии. Многие из его агрономических работ появились в печати раньше трудов таких видных зарубежных ученых как Альбрехт Тэер, Карл Шпренгель, Юстус Либих, Жан Батист Буссенго, с именами которых на Западе связывают возникновение сельскохозяйственной науки, в частности агрохимии.

Более 20 работ А.Т. Болотова посвящены вопросам использования удобрений, в их числе "Об удобрении земель" и "О навозных солях". В книге "Об удобрении земель" (1770) ученый сделал свой замечательный по научному предвидению вывод о минеральном питании растений: "Рассматривая далее произрастание и рассуждая о его растении и содержании, находим, что оно от тех же самых вещей наиболее зависит, из которых оно, как выше упомянуто, составляет-

ся... немногие обстоятельства нам сию важную вещь объяснить могут. А именно: не видим ли мы, со сколь различным успехом произрастания растут на доброй и худой земле и во время доброй и худой погоды? Что иное сие значит, как только то, что в рассуждении земли одна земля имеет в себе более таких частиц, из которых произрастание составляется или которые росту его поспешествуют и оные уделяют ему способно, а другая либо сама собою в помянутых потребных к тому частицах оскудение имеет, либо за какими-нибудь препятствиями оных произрастанию способно уделять не может".



*Рис. 28. Болотов Андрей Тимофеевич*

Таким образом, для хорошего роста и развития растений, по мнению А.Т. Болотова, необходимы два условия:

1) чтобы земля имела достаточно тех веществ, которые служат пищей для растения; излишек и недостаток таковых отрицательно влияет на развитие растений;

2) чтобы эта земля находилась в таком состоянии, которое переводило бы питательные вещества в легкоусвояемую форму. Все удобрения, которые в то время применялись, ученый делит на два вида: обыкновенные (навоз, перегной) и искусственные (зола, известь).

Отмечая, что всего лучше удобряет землю навоз, он спрашивает, что именно в навозе "помогает хлебородию"? Распространенное тогда мнение, что "большему хлебородию" содействует "навозный сок", А.Т. Болотов считает неосновательным и поверхностным. "Ибо хотя то и правда, что сок причиною,— пишет он,— но надобно знать, что такое в самом сем соку находится, которое пользу производит".

Таким веществом он считает "некоторого рода соль", принадлежащую к классу минералов. А.Т. Болотов отводит навозу большую роль в сохранении почвенного плодородия и дает некоторые конкретные рекомендации по его использованию. Его указания о хранении навоза в специальных навозохранилищах или в уплотненных кучах остаются правильными и до настоящего времени.

### **Афонин Матвей Иванович (1739 – 1810)**

Афонин Матвей Иванович – первый в России профессор по земледелию. Наиболее актуальной проблемой земледелия считал изучение химических свойств почв.



*Рис. 29. Афонин Матвей Иванович*

Именно этому посвятил М.И. Афонин единственное из 35 опубликованных им сочинений – "Слово о пользе, знании, собирании и расположении чернозему, особливо в хлебопашестве". Здесь он высказал свои представления о происхождении гумуса из остатков "трав и растений" под влиянием воды, атмосферного воздуха и населяющих почву живых организмов. Классифицируя "черноземы", ученый выделяет почвы с повышенной кислотностью и указывает, что зола со-

жженного торфа может служить хорошим удобрением. М.И. Афонин призывал к исследованиям и инвентаризации земель государства, указывал на необходимость составления своего рода "паспорта" для каждого поля с точки зрения его природных свойств и качеств.

### **Комов Иван Михайлович (1750 – 1792)**

Комов Иван Михайлович был горячим сторонником изучения питания растений, механического и химического анализов почв, дал первые рекомендации по применению органических удобрений и сыромолотого известняка. Важнейшей задачей земледелия он считал восстановление и поддержание почвы: "главное земледельца дело состоит в том, чтобы худую землю удобрить и, удобрив, стараться, чтобы доброты не теряла". В своей книге "О земледелии" (1788) И.М. Комов следующим образом определяет сущность земледелия: "... земледелие есть мать всякого ремесла и промысла. ... Земледелец же и с высокими науками тесный союз имеет, каковым суть история естественная, наука лечебная, химия, механика и почти вся физика, и само оно ни что есть иное, как часть физики опытной, только всех полезнейшая".

Здесь он подробно излагал значение отдельных сельскохозяйственных культур, говорит о необходимости удобрения "худой" земли, подчеркивает значение навоза не только как удобрения, но и его роль в сохранении влаги в почве, в улучшении ее структуры. И.М. Комов подробно описывает приготовление фекальных компостов. Куриный помет он предлагает вносить под озимь во время сева вместе с семенами, либо весной, когда сойдет снег, в подкормку. Навоз ученый рекомендует вывозить на поле свежим, а не сгоревшим или сгнившим, так как при этом "сила питания" исчезает. После вывозки в поле навоз должен немедленно заделываться в почву. И.М. Комов отмечал также важную роль извести для повышения урожаев сельскохозяйственных культур.

Много внимания он уделял известкованию кислых почв, применению золы, торфа и других местных удобрений: "Известь глинистую почву делает не только рыхлой, но и всякую кислоту, в глинистой по большей части земле находящуюся, истребляет".

## Пошман Антон Павлович (1792 – 1852)

Пошман Антон Павлович в 1809 г. опубликовал книгу "Наставление о приготовлении сухих и влажных туков, служащих к удобрению пашен". Этот труд является результатом самостоятельных исканий автора в области применения удобрений в земледелии. А.П. Пошман пишет: "Земледельцу ничто столько в удобрении пашни его не препятствует, как недостаток потребного к тому тука. Кому не известно, что и лучшая пашня, дабы не лишена была доброго ее свойства, должна быть по временам унавоживаемая, тем паче нужно исправлять и насыщать тощую и дурную почву, дабы приносила добрые плоды и награждала тяжкий труд земледельца". Навоз он подразделяет на обыкновенный и сухой. Первый получается от скота, а второй – путем сжигания растений.

По существу, А.П. Пошман одним из первых высказал мысль о наибольшей эффективности применения органо-минеральной системы удобрения. Он четко сформулировал и задачи, стоящие перед наукой об удобрении полей: "Смотреть больше нужно на свойство почвы или мало она требует навоза. Все лишнее в натуре не только не полезно, но и вредно". "Многие хозяева, – пишет далее, – думают, что избыточное унавоживание пашни весьма полезно; но опыт показывает противное. Хлеб вырастает на весьма унавоженной пашне слишком в солому, а зерен мало приносит".

А.П. Пошман указывал, что "щелочно-соляные вещества" являются пищей растений и содержатся в навозе и золе от сжигания растений. Таким образом, за много лет до опубликования Ю. Либихом теории минерального питания А.П. Пошман писал о значении минеральных солей в питании растений. Известь он считал "за побудительную силу произрастания" и рекомендовал применять ее на тяжелых холодных почвах. А.П. Пошман впервые в науке предложил приготовление сухих туков. С этой целью ученый предложил переносную печь. Он сжигал различные вещества: мох, вереск, папоротник, торф, шишки, листья, ботву, камыш и тростник. К сжигаемому органическому веществу для приготовления сухих туков А.П. Пошман добавлял мергель и глину.

## Павлов Михаил Григорьевич (1793 – 1840)

Павлов Михаил Григорьевич – профессор Московского государственного университета по кафедре "физика, минералогия и сельское хозяйство". Он читал попеременно курсы физики, минералогии, технологии лесоводства и сельского хозяйства. В лекциях М.Г. Павлова, впервые для России, курс сельского хозяйства излагался как самостоятельная научная дисциплина. "Сельскому хозяйству, – говорил он, – надо учить, как науке". "Кто без сведений о природе хочет быть агрономом, тот только агроман... Сельское хозяйство сознательное (рациональное), предпринимаемое с разумением дела, начинается с опытов.

Все в сельском хозяйстве есть извлечение из случаев частных, из производств особенных, из обстоятельств местных. Разум, исследуя частности, особенности местности, дивною силою отвлечения превращает их в понятия или сведения, соподчиняя их одни другим, частные – общим, низшие – высшим, наконец, до начал, которыми все стяженное им таким образом связывается в стройное целое, образуя систему ведения – науку..." "Учить сельскохозяйственной науке, значит знакомить с вековою опытностью предшественников", – писал М.Г. Павлов в журнале "Русский земледелец" в 1838 г.



*Рис. 30. Павлов Михаил Григорьевич*

М.В. Павлов впервые в России увязал химию с агрономией и издал книгу "Земледельческая химия с предварительным изложением к сей части, и ко всей науке сельского хозяйства – приготовительных сведений из известных наук с показанием разных способов землеудобрения и с начертанием правил пахания" (1825). Здесь он писал, что "земледельческая химия есть наука о веществе тех исключительно предметов, которые имеют отношение к земледелию и знание вещества коих может руководствовать к выгоднейшему устройству производства сего искусства".

В вопросах плодородия почвы и питания растений М.Г. Павлов первоначально исходил из теории А.Д. Тэера о гумусовом питании растений. Впоследствии ученый отходит от нее. В уже упомянутой книге "Земледельческая химия ...", он писал: "Главный материал питания растений есть чернозем; с ним в непосредственном соприкосновении находится корень; следовательно, чернозем переходит в растение посредством корня; но, разрезывая корень, мы не находима в нем чернозема. И самое строение сего органа в состоянии уверить, что он твердых веществ поглощать не может". В другом месте того же труда он писал: "Чернозем не поглощается корнем в настоящем своем виде, но в измененном, а именно – в виде слизи, растворенной водою".

Под черноземом М.Г. Павлов, в соответствии с учением М.В. Ломоносова, понимал "черного цвета оземленелый остаток согнивших растений и животных". Позже, в "Курсе сельского хозяйства", ученый еще более отходит от теории А.Д. Тэера и развивает свою, близкую к действительности, концепцию питания растений с использованием ими минеральных соединений почвы и некоторых элементов воздуха. Он отмечает, что "растения возникают не всегда из чернозема"; многие, особенно низшие, "возникают и там, где только при благоприятном воздухе и теплоте достаточно влажности. Здесь, следовательно, силою произрастания в органическое вещество превращается неорганическое. Растения, возникшие не из чернозема, разрушаясь, превращаются в чернозем.

Растущие на черноземе также не одним им питаются, но особенно широколиственные, много пищи поглощают и из атмосферы; следовательно, разрушаясь, земле возвращают чернозема более, нежели сколько из нее поглощают его: таким образом тучность земли

усиливают". Взаимовлияние почвы и растения постоянны. Почва – "среда растительного пищеварения", "магазин условий произрастания". "Пища растений прежде, нежели поглощается корнем, перерабатывается еще в почве. А поэтому весьма справедливо почву сравнивают с желудком животных". Почву М.Г. Павлов понимает в развитии.

Изложенные концепции ученого о питании растений, о взаимовлиянии растения и почвы, о динамичности почвенного процесса образны и близки к нашим современным представлениям. Удобрять почву, по М.Г. Павлову, значит сделать ее более плодородной. "Землеудобрение" может быть осуществлено с целью улучшения физических свойств, или устранения кислот, или повышения плодородия. Целью последнего, по его мнению, "является умножение в почве питательных веществ или, по крайней мере, вознаграждение того, что похищается из земли возрастающими на ней растениями с помощью органических удобрений".

М.Г. Павлов пропагандировал прогрессивную систему севооборота, указывая на необходимость замены существовавшей в России трехпольной системы, вносил предложения по коренному улучшению обработки почвы, в частности, сам сконструировал особую систему плуг, получивший название "плужок Павлова"; организовал сельскохозяйственную школу для обучения детей крепостных крестьян. В организованном им учебном хозяйстве на заболоченной прежде почве, он добивался высоких урожаев, применяя осушение, известкование, углубление вспашки, навоз и костную муку, гипсование, зеленое удобрение (смесь вики и гречихи). До настоящего времени сохранили свое значение его рекомендации по применению полуперепревшего навоза. Главной задачей применения удобрений он считал "...исправление недостатков почв, не имеющих всех качеств земли плодородной".

### **Линовский Ярослав Альбертович (1818 – 1846)**

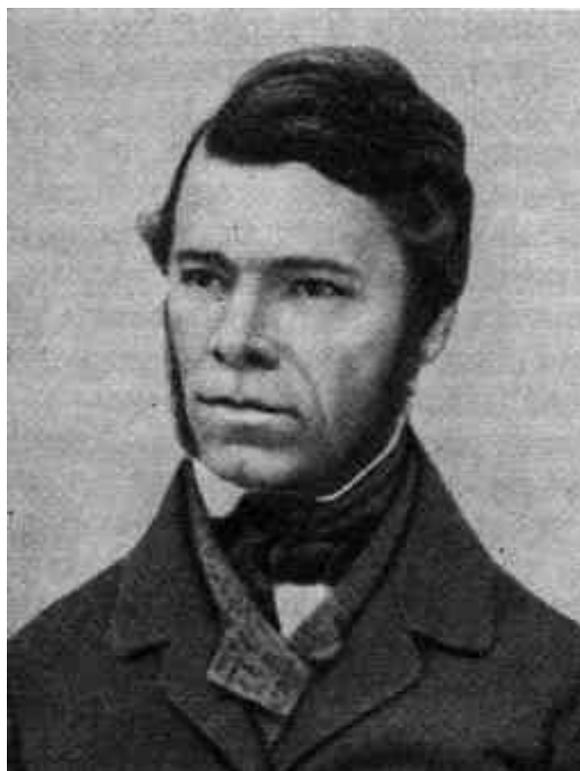
Линовский Ярослав Альбертович был сторонником широкого внедрения травосеяния и применения удобрений. Менее чем за три года своей работы в Московском университете издал две крупные уникальные работы: "Беседы о сельском хозяйстве" (1845) и "Крити-

ческий разбор мнений ученых об условиях плодородия земли с применением общего выхода к земледелию" (1846). В этих работах вопрос об условиях плодородия земли он называет "существеннейшим предметом" сельскохозяйственной науки и практики.

Я.А. Линовский дает критический разбор учений о питании растений и плодородии почвы, начиная с древнегреческих естествоиспытателей и кончая агрикультурхимическими школами Ю. Либиха и Ж.Б. Буссенго. Он первым предложил для различных регионов России мероприятия по восстановлению, поддержанию и повышению плодородия почвы. Указывал на необходимость развития орошения и лесоразведения в условиях степного земледелия и проведения мероприятий по осушению в нечерноземной полосе; составил первую карту торфяников Московской губернии и наметил приемы их использования.

Выдающимися учеными в области агрохимии второй половины XIX в. считают Д.И. Менделеева, П.А. Ильенкова, И.А. Стебута, А.Н. Энгельгардта, А.Е. Зайкевича, П.А. Костычева, А.В. Советова и П.С. Коссовича.

### **Ильенков Павел Антонович (1821 – 1877)**



*Рис. 31. Ильенков Павел Антонович*

Ильенков Павел Антонович в 1865-1875 гг. заведовал кафедрой органической и агрономической химии в Петровской земледельческой и лесной академии. Он разработал (1865 г.) метод получения удобрений путем переработки костей щелочами, подготовил ряд руководств по агрономической химии, перевел на русский язык книгу своего учителя Ю. Либиха "Химия в приложении к земледелию и физиологии", в течение 10 лет читал курс агрономической химии. П.А. Ильенков впервые в России ввел в преподавание курс сельскохозяйственного анализа – основ методики агрохимических исследований.

Говоря о качестве перевода П.А. Ильенковым книги Ю. Либиха "Химия в приложении к земледелию и физиологии" А.Н. Энгельгардт (1863) писал: "П.А. Ильенков пользуется заслуженной известностью в русской ученой литературе; его ученая диссертация, его замечательный курс химической технологии, его популярные статьи по естествознанию в "Современнике" оценены по достоинству. Имя П.А. Ильенкова служит ручательством, что перевод книги Ю. Либиха сделан добросовестно и с полным знанием дела".

### **Советов Александр Васильевич (1826 – 1901)**



*Рис. 32. Советов Александр Васильевич*

Советов Александр Васильевич активно участвовал в работе Вольного экономического общества, в котором около 30 лет (с 1860 г.) был председателем сельскохозяйственного отдела и редактором "Трудов" этого общества. В 1885-1896 гг. совместно с В.В. Докучаевым и в 1898-1900 гг. – с Н.П. Адамовым издавал "Материалы по изучению русских почв".

Труды А.В. Советова посвящены разработке рациональных способов ведения сельского хозяйства; он обосновал целесообразность посевов бобовых и злаковых трав на полях, введение севооборотов, исследовал развитие систем земледелия в России. Он, первый в России доктор сельского хозяйства, рассматривал многолетние травы как источник повышения плодородия почвы. А.В. Советов дал критический анализ русской и европейской практики травосеяния и систем земледелия. Одним из первых он начал исследования степных черноземных почв России. А.В. Советов придавал огромное значение науке в подъеме сельского хозяйства. "Наука, – писал он в монографии "О разведении кормовых трав на полях", – владеет средствами, которых не знают и не могут иметь опыт и практика". Далее А.В. Советов подчеркивал, что "истина, добытая путем науки, всегда сильнее тысячи рецептов, написанных на основании одного опыта. Опыт хорош, но при свете науки, а без нее он неправильно толкуется и объясняется".

### **Энгельгардт Александр Николаевич (1832 – 1893)**

Энгельгардт Александр Николаевич профессор химии Петербургского земледельческого института, автор "Писем из деревни" и "Химических основ земледелия", был горячим пропагандистом применения удобрений. В своих "Письмах из деревни" он подчеркивал, что "города всегда будут спускать в реки массу удобрительных веществ, драгоценнейших почвенных частиц и истощать, таким образом, земли, на которых производятся необходимые для потребления городов хлеб и другие продукты".

Истощение почв А.Н. Энгельгардт объяснял тем, что "много лет уже вывозят из хозяйств зерновой хлеб, мясо и пр., не возвращая на поля и луга вывезенных веществ, обуславливающих плодородие почвы". Истощенные почвы нуждаются в удобрении, а навоза недостаточно. Поэтому ученый обращал внимание сельских хозяйств на ис-

пользование костей и золы, "которые до сих пор у нас большей частью пропадают бесполезно", а также на развитие травосеяния. В книге "Химические основы земледелия" он высоко оценивал значение минеральных удобрений в деле повышения плодородия почв.



*Рис. 33. Энгельгардт Александр Николаевич*

А.Н. Энгельгардт писал, что "если химики и физиологи еще не открыли искусства делать хлеб и мясо из элементов, зато они указали нам, как направить силы природы для увеличения производительности земли". Он подчеркивал, что для того, чтобы растение могло расти и дать урожай, необходимо, чтобы в среде, где оно живет, находились те элементы, которые мы обнаруживаем в нем, и эти элементы должны находиться в виде тех соединений, которые годны для питания растений. Им были выполнены работы по использованию фосфоритной муки в качестве фосфорных удобрений.

На основании глубоких агрохимических исследований фосфоритов ученый делает вывод: "В фосфоритной муке мы имеем могущественное средство для разработки наших пустошей, составляющих в Северной России главную массу". Большое значение А.Н. Энгельгардт

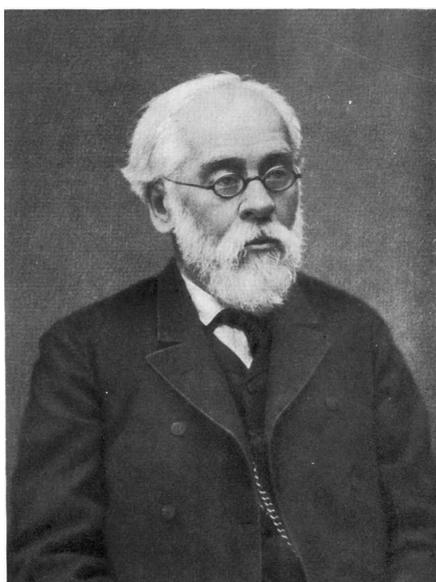
придавал зеленому удобрению. Он считал, что фосфоритная мука и сидерация – средства для приведения в культурное состояние громадных масс северных земель. В своей книге "Фосфориты и сидерация" он подробно излагал особенности повышения эффективности фосфоритной муки и применения сидерации полей.

А.Н. Энгельгардт обследовал залежи фосфоритов в Курской, Смоленской, Орловской и Воронежской губерниях. В результате его работ последовало более активное использование минеральных удобрений в России, началась разработка залежей фосфоритов, а в 1868-1869 гг. построили первые заводы по производству фосфоритной муки в Тамбовской, Курской губерниях, в Прибалтике близ Риги (Болдера).

С именем А.Н. Энгельгардта связана организация сельскохозяйственного опытного дела в северной Нечерноземной полосе России. Крупные агрохимические исследования, выполненные им, и многие выводы, вытекающие из них, впоследствии стали основополагающими в агрохимии.

### **Стебут Иван Александрович (1833 – 1923)**

Стебут Иван Александрович – автор фундаментальных трудов "Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России", "Известь как средство восстановления плодородия почв", "Гипсование почвы", "Удобрение гипсом".

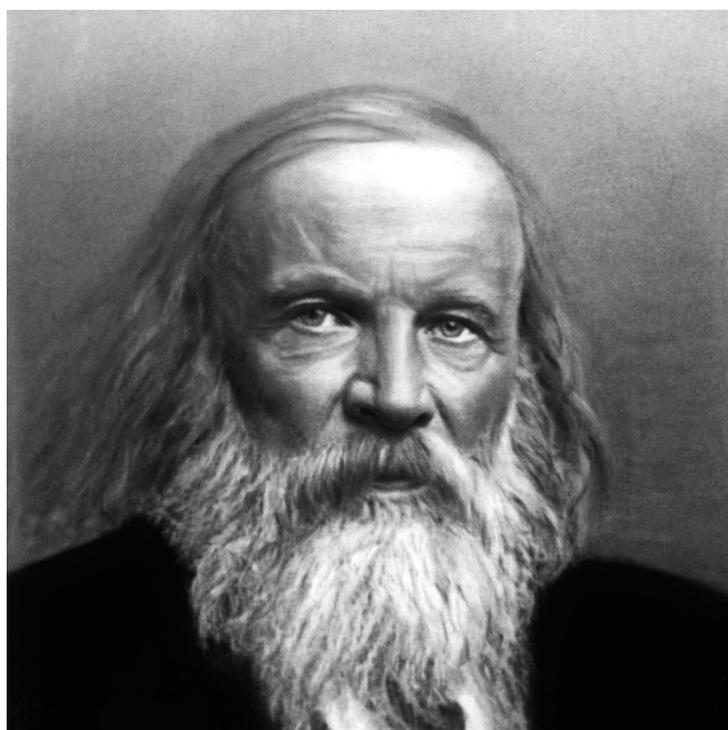


*Рис. 34. Стебут Иван Александрович*

В своих рекомендациях ученый акцентировал внимание на вопросах агрохимии; внес значительный вклад в развитие сельскохозяйственного образования и опытного дела в России. В 1904 г. он организовал Высшие женские сельскохозяйственные курсы (так называемые Стебутовские курсы) – первое в России высшее учебное сельскохозяйственное заведение для женщин. И.А. Стебут являлся автором учебника "Частное растениеводство и полеводство" (1888); основателем и редактором (1869-1870) журнала "Русское сельское хозяйство". Труды И.А. Стебута по агрохимии являются оригинальными, первыми обстоятельными научными сочинениями, основанными на отечественном и зарубежном опыте. Эти работы стали, несомненно, важным этапом развития агрохимической науки в России.

**Калиновский Яков Николаевич (1814–1903)** – основатель кафедры агрохимии в Московском государственном университете. Он возглавлял ее с 1863 по 1872 гг., способствовал становлению и развитию агрохимии в России. Многочисленные выпускники Московского государственного университета познакомились с азами агрохимии по уникальным лекциям Я.Н. Калиновского.

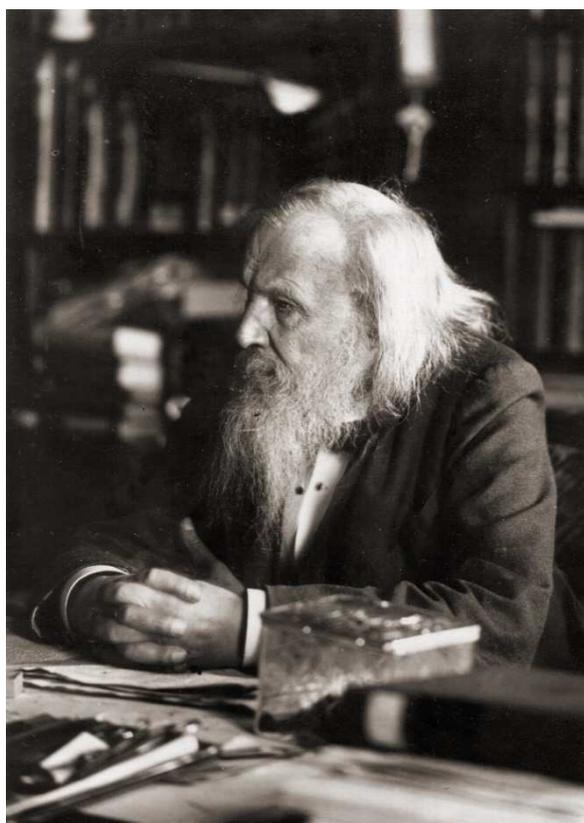
### **Менделеев Дмитрий Иванович (1834 – 1907)**



*Рис. 35. Менделеев Дмитрий Иванович*

Менделеев Дмитрий Иванович – ученый с мировым именем. 31 января 1865 г. защитил докторскую диссертацию на тему: «О соединении спирта с водой», что послужило основанием для изобретения водки; 17 января 1869 г. сообщил об открытии периодического закона химических элементов; опубликовал учебники: "Органическая химия" (1861) и "Основы химии" (ч. 1, 1869; ч. 2, 1871).

Большая роль ему принадлежит и в развитии агрохимии. С именем ученого связана первая закладка в России полевых опытов с минеральными удобрениями. В течение трех лет в Смоленской, Петербургской, Московской и Симбирской губерниях по единой методике проводились опыты, которые он рассматривал как "особый способ исследования состава почвы". Его мысли о производстве и применении удобрений не потеряли свою значимость и по сей день. Д.И. Менделеев предсказал в развитии агрохимии, опытного дела и сельскохозяйственной практики то, чему суждено было начать осуществляться в широких масштабах лишь через полвека после его агрохимических опытов.



*Рис. 36. Менделеев Дмитрий Иванович*

Он еще в 1866 г., выступая в Вольном экономическом обществе, указал, что прогресс сельского хозяйства возможен лишь на прочной научной основе, состоящей не только из теоретических сведений и наблюдений, но и из данных прямых, специально поставленных опытов. Важное значение при проведении опытов придавал изучению физико-химических свойств почв и удобрений, доступности питательных веществ для растений, разработке эффективных технологий приготовления и способов внесения удобрений. "По химическому исследованию почвы, – писал ученый, – надо суметь судить об необходимых для почвы удобрениях и обработке, как имеют возможность судить по анализу руды о способе добытия из нее металла..., как сумели по анализу стали судить о свойствах стали. Задача эта еще мало затронута, хотя иные и думают об этом иначе". Он указывал на необходимость одновременного обеспечения растений всеми необходимыми элементами, перечень которых уже был известен, полностью признавая, таким образом, закон незаменимости и равнозначимости факторов жизни растений. Однако анализ почвы в сопоставлении с урожаями убедил Д.И. Менделеева, что плодородие почвы зависит не столько от валового содержания питательных элементов, сколько от наличия веществ, доступных для растений. К последним он относил водорастворимые соли и вещества, растворяющиеся в кислотах, хотя бы и слабых, как, например, угольная. Вот почему в проведенных под руководством Д.И. Менделеева анализах почвы преимущественное внимание было обращено на исследование кислотных вытяжек. Придавая большое значение формам питательных веществ и почве, он разграничивал эффективное плодородие, называя его "зрелостью или спелостью" почвы, от плодородия потенциального ("количество составных частей").

Д.И. Менделеев не забывал и об огромном агрономическом значении физических свойств почвы, влиянии на них механического состава и наличия органического вещества. Правильно оценивал он и поглотительную способность почвы как фактор, препятствующий вымыванию катионов, остающихся при этом (как калий) доступными для растений. Поглощенный калий и с современной точки зрения является ближайшим резервом калийного питания растений. Анализируя результаты опытов с удобрениями, писал: "Что касается влияния различных удобрений, взятых для опыта, то больший урожай полу-

чился от самого сложного удобрения, составленного из навоза, извести, золы, суперфосфата и роговых стружек". Особое внимание уделял фосфорным удобрениям. Он неоднократно отмечал роль азота на бедных почвах, как необходимого фона для эффективного действия фосфорнокислых удобрений, что подтвердилось впоследствии многочисленными опытами в Нечерноземной полосе.

Значение форм фосфора в самих удобрениях также не ускользнуло от внимания Д.И. Менделеева. Наличие в почвенном растворе слабых кислот и, в частности, угольной он придавал большое значение как фактору, способствующему переводу нерастворимой в воде и потому не доступной для растений соли  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  в усвояемую ими форму. Пропагандируя азотные удобрения, Д.И. Менделеев гениально предвидел, что со временем "найдется прием, позволяющий вводить в землю те условия или те вещества, которые заставят недействительный азот воздуха превратиться в ассимилируемый аммиак и азотную кислоту".

И действительно, с расширением клеверосеяния и зеленого удобрения появились и новые приемы усиления связывания азота воздуха на поле, такие как инокуляция, нитрагинизация и применение свободноживущих азотфиксаторов. Д.И. Менделеев рекомендовал калийные удобрения для тех полей, на которых должно наступить быстрое истощение солей калия вследствие неприменения навоза или возделывания трав и корнеплодных растений. В частности, для России, не имевшей еще своих калийных солей, рекомендовал использовать золу, являющуюся одновременно калийным, фосфорнокислым и известковым удобрением. Зола, названная в свое время Д.Н. Прянишниковым "непризнанным Стассфуртом", не утратила своего значения у нас, и после открытия соликамских солей.

Д.И. Менделеев придавал большое значение в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвы применению органических удобрений. "Навоз, – указывал Д.И. Менделеев, – никогда не утратит своего значения, так как он является наиболее дешевым, повсеместно распространенным, пригодным для различных севооборотов и наиболее полным в отношении набора зольных веществ удобрением, улучшающим к тому же физические свойства почвы и пополняющим в ней естественно совершающуюся убыль органического вещества". Для России, не имевшей своей химической про-

мышленности, считал использование навоза делом первой важности, и тесно связывал его с развитием животноводства и травосеяния. Он был убежденным пропагандистом известкования. Считал наиболее важными причинами действия извести на нечерноземных почвах:

- 1) систематическое обеднение почв известью вследствие вымывания ее из пахотного слоя содержащими углекислоту водами
- 2) улучшение под влиянием извести физических свойств почвы
- 3) нейтрализацию известью избыточной кислотности
- 4) улучшение при известковании условий нитрификации в почве.

"В сумме, по моему мнению – писал он, – влияние извести можно выразить тем мало точным, но для практика, знающего землю, понятным выражением, что она способствует спелости почвы". Для нечерноземных почв он считал известь "наиболее приличным... удобряющим средством". Все приведенные соображения о характере действия извести и о народнохозяйственном значении известкования правильны и с современной точки зрения.

Касаясь вопроса внесения удобрений, Д.И. Менделеев неоднократно подчеркивал, что удобрительные вещества должны равномерно распределяться в земле, чтобы корни находили их во всех направлениях. Перспективными казались ему и приемы припосевного внесения удобрений путем смачивания семян, смешения их с сухими удобрениями. Серьезное внимание обращал он на дозировку удобрений: "...для каждого удобрения должно знать его максимум возможный и его минимум выгоды и не превосходить его, иначе можно поплатиться убытком". Д.И. Менделеевым была разработана специальная программа по выявлению эффективности удобрений в различных регионах России. Для этого им были созданы опытные станции в Петербургской, Московской, Смоленской и Симбирской губерниях, т. е. им были заложены основы Географической сети полевых опытов для выяснения закономерностей в действии удобрений по почвенно-климатическим зонам.

Из русских ученых Д.И. Менделеев первым предвидел те колоссальные выгоды, которые может принести удобрение почв, и первым предсказал, что со временем возникнет вопрос о построении целой системы земледелия, основанной на применении удобрений. Мы являемся свидетелями того, как научная система удобрения, будучи ча-

стью общей системы мероприятий по повышению урожайности, все больше входит в наше отечественное сельское хозяйство.

Д.И. Менделеев особо отметил значение обработки почвы как фактора эффективности удобрений. Он писал в этой связи: "Я встаю против тех, кто печатно и устно проповедует, что все дело в удобрении, что хорошо удабривая, можно и кое-как пахать".

**Лясковский Николай Евстафьевич (1839–1893)** – ученик Ю. Либиха. Свою научно-педагогическую деятельность начал с организации при кафедре агрохимии МГУ почвенно-химической лаборатории. Это было знаменательным событием в жизни кафедры; стало возможно заниматься экспериментальной работой. Н.Е. Лясковский впервые установил, что содержание белка в зерне пшеницы увеличивается по мере продвижения с Северо-Запада на Юго-Восток Европейской части России. Магистерская диссертация "О химическом составе пшеничного зерна" и докторская – "Прорастание тыквенных семян в химическом отношении" свою научную значимость не утратили и в настоящее время.

### **Густавсон Гавриил Гаврилович (1842 – 1908)**

Густавсон Гавриил Гаврилович с 1875 г., после П.А. Ильенкова, заведовал кафедрой органической и агрономической химии в Петровской академии, составил первую учебную программу курса агрономической химии и написал книгу "Двадцать лекций по агрономической химии", представляющую собой полный курс агрохимии.



*Рис. 37. Густавсон Гавриил Гаврилович*

В первой лекции Г.Г. Густавсон рассматривает вопросы происхождения минеральной составной части почв. Вторая и третья лекции посвящены роли растений в образовании почвы. В четвертой и пятой лекциях описываются условия образования нитратов в почве. Шестая и седьмая лекции посвящены гумусу. После ознакомления с происхождением и составом минеральных и органических частей почв Г.Г. Густавсон в восьмой и девятой лекциях излагает вопросы, связанные с поглотительной их способностью. Одиннадцатая и двенадцатая лекции книги посвящены химическому анализу почвы. Все вопросы, связанные с удобрениями изложены в тринадцатой лекции. Четырнадцатую и пятнадцатую лекции Г.Г. Густавсон посвящает "удобрениям с преобладающим содержанием фосфорнокислой извести". К ним он относит главным образом фосфориты и кости.

Вопросы о круговороте азота в природе и минеральных азотистых удобрениях Г.Г. Густавсон излагает в шестнадцатой и семнадцатой лекциях своей книги. Восемнадцатая лекция посвящена калийным удобрениям. Последние две лекции – девятнадцатая и двадцатая – посвящены аналитическим методам исследования растительных кормов и пищевых веществ, а также составу и анализу молока и масла. Несомненный интерес представляет и приложение "О химической роли минеральных солей в органической природе", которое Г.Г. Густавсон прочитал в виде актовой речи в Петровской академии 21 ноября 1881 г.

**Зайкевич Анастасий Егорович (1842–1931)** экспериментально установил, что черноземы, несмотря на высокое содержание в них гумуса, прекрасно отзываются на применение минеральных удобрений. Он первым применил рядковое внесение суперфосфата на посевах сахарной свеклы. А.Е. Зайкевич создал научные основы техники внесения удобрений (механизированное местное, рядковое внесение удобрений). Ученый поставил полевые опыты не только с удобрениями, но и по агротехнике, изучая зависимость урожайности разных сортов растений от удобрений, обработки парового поля, глубины вспашки.

## Измаильский Александр Алексеевич (1851 – 1914)



*Рис. 38. Измаильский Александр Алексеевич*

Измаильский Александр Алексеевич изучал влияние различных агроприемов на продуктивность сельскохозяйственных растений. Ему принадлежат два наиболее крупных по своему научному и практическому значению сочинения: "Как высохла наша степь" (1893), являющаяся ответом на засуху 1891-1892 гг., и "Влажность почвы и грунтовая вода в связи с рельефом местности и культурным состоянием поверхности и почвы" (1894), где приводится оригинальный экспериментальный материал, подтверждающий широкие обобщения и выводы, сделанные в первой книге. А.А. Измаильский в своих трудах показал 43 причины происхождения засухи и предложил меры борьбы с ней. Им, наряду с глубокой обработкой почвы, высоко оценивается значение структуры почвы в деле создания наиболее благоприятного для растений водного и пищевого режимов почвы и подчеркивается значение удобрений в борьбе с засухой.

**Демьянов Николай Яковлевич (1861–1938)** внес существенный вклад в развитие органической и агрономической химии. Разработал общий метод получения нормальных предельных гликолей, непредельных алкоголей и изомерных им окисей; выяснил, что при дей-

ствии  $N_2O_5$  на непредельные углеводороды получают азотные эфиры гликолей, а также продукты присоединения  $N_2O_3$ ,  $N_2O_4$  и  $N_2O_5$ ; впервые получил и подробно изучил метилциклопропан. Открыл перегруппировку, получившую наименование Демьянова перегруппировка – изомеризация (расширение или сужение цикла на 1 атом углерода) карбоциклических и гетероциклических первичных аминов, происходящая при их дезаминировании. Составил руководство по химии растений, анализу растительных веществ и по агрономическому анализу: "Общие приемы анализа растительных веществ. Агрономическая химия" (1923). Подготовил плеяду талантливых ученых-агрохимиков.

### **Коссович Петр Самсонович (1862 – 1915)**

Коссович Петр Самсонович доказал, что бобовые растения способны усваивать молекулярный азот только через корни, несущие клубеньки; показал растворяющую роль кислых аммонийных удобрений, вносимых совместно с фосфоритом; установил на стерильных культурах, что растения могут усваивать катионы аммония без перехода их в анионы азотной кислоты.



*Рис. 38. Коссович Петр Самсонович*

Ученый выяснил роль кислых выделений люпина, гречихи и других растений в усвоении фосфоритных удобрений. П.С. Коссович внес существенный вклад в исследование и вскрытие причин клеветоумления почвы. Он научно обосновал приемы правильного хранения навоза; определил причины снижения урожаев сельскохозяйственных культур от внесения в почву соломы и свежего неперепревшего навоза. П.С. Коссовича можно считать одним из первых почвоведов-химиков, занимавшихся исследованием проблемы питания растений и способности почвы удерживать питательные вещества в связи с применением удобрений и мелиорантов. При изучении факторов почвообразования он считал важным проведение в динамике учета поступления питательных веществ в почву и их выноса. П.С. Коссович первым изучил валовой химический состав черноземов, исследовал круговорот серы и хлора в природе. Он является автором фундаментальных трудов: "Основы учения о почве" (1911) и "Краткий курс общего почвоведения" (1912). Ученый основал "Журнал опытной агрономии" и продолжительное время был его редактором.

### **Контрольные вопросы**

1. Система земледелия, сформулированная А.Т Болотовым и ее значение в настоящее время.

2. Основные принципы минерального питания растений, сформулированные А.Т Болотовым в его трактате «Об удобрении земель».

3. А.Т Болотов о применении искусственных минеральных удобрений (мергель, известь, прудовый ил, зола); о необходимости унаваживать черноземы.

4. Книга И.М. Комова «О земледелии»: его мысли о значении земледельца в жизни государства; о способах повышения плодородия земли; о переходе от трехполья к многополью и др.

5. А.Н. Энгельгардт: его взгляды на питание растений.

6. Значение книги А.Н. Энгельгардта «Фосфориты и сидерация» для развития агрохимии и применения минеральных удобрений в российской земледелии.

7. А.Е. Зайкевич и его роль в развитии агрохимии в России.

8. П.А. Костычев и его работы о соединениях фосфора в почве и фосфорных удобрениях; об удобрении черноземов.

### **13. В. Р. ВИЛЬЯМС – ВЫДАЮЩИЙСЯ АГРОПОЧВОВЕД, ОСНОВАТЕЛЬ ТРАВПОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Вильямс Василий Робертович (1863–1939)** – создатель одной из лучших школ агропочвоведов, генератор новых идей в науке, деятельный администратор. Ученый пользовался беспрекословным авторитетом в стране, был консультантом Госплана, правительства, партийных органов. Его называли главным агрономом страны, великим ученым сталинской эпохи. В.Р. Вильямс всю свою жизнь посвятил разрешению проблемы высоких и устойчивых урожаев. Еще будучи студентом, он особенно интересовался химией и изучением почв. В 1888 г. В.Р. Вильямс опубликовал свою первую работу "Исследования восьми почв Мамадышского уезда Казанской губернии", в которой наметил направление научных исследований почвы. Его интересовали основные свойства почвы и среди них самое существенное – плодородие.



*Рис. 39. Вильямс Василий Робертович*

Он с первых же шагов поставил перед собой задачу: развивать почвоведение в тесной связи с решением практических задач повышения урожайности сельскохозяйственных растений.

С целью познания условий плодородия почвы ученый в первое время изучал ее физические свойства и убедился, что они зависят от содержания перегнойных веществ. В.Р. Вильямса интересовали факторы, определяющие свойства почв. Он стремился рассматривать почву в развитии и этим принципиально отличался от всех предшественников и современников, занимающихся почвоведением. В магистерской диссертации "Опыт исследования в области механического анализа почв" В.Р. Вильямс показал необходимость комплексного подхода к изучению почв, открыл сложнейшие взаимосвязи, действующие в ней, подчеркнул, что физиология растений – фундамент всех выводов и заключений земледельческой науки. Под физиологией растений В.Р. Вильямс подразумевал физиологию высших и низших растений, т. е. в современном понимании физиологию растений и микроорганизмов. В своей диссертации ученый заложил основы биологического почвоведения. Их разработке были посвящены последующие десятилетия его творческой жизни.

С 1897 г. В.Р. Вильямс работал на Люберецких полях орошения и превратил их и большую производственную лабораторию, где всесторонне исследовал вопросы биологии почв. Он первым построил в России "поля орошения" – сооружения, основанные на очистке почвой бытовых вод больших городов. Люберецкие поля орошения, спроектированные В.Р. Вильямсом, просуществовали почти век, спасая Москву от ее же сточных вод.

В этом же 1897 г. при руководимой им кафедре организовал испытательную станцию по контролю качества семян, почв и удобрений. В 1903 г. им были заложены лизиметрические опыты по изучению почвенных вод и перегнойных кислот. В ходе опытов ученый исследовал свойства почвенных органических кислот, условия их образования в зависимости от той или другой растительности; определил роль этих кислот в физических и химических процессах, совершающихся в почве, в формировании ее физической структуры. В 1904 г. В.Р. Вильямс при кафедре организовал питомник однолетних трав по изучению их биологии и хозяйственной ценности. В 1911 г. им при кафедре были созданы курсы по подготовке агрономов к работе с лугами и пастбищами, реорганизованные в 1914 г. в Научно-исследовательский институт по луговодству – впоследствии Институт кормов его имени.

Начиная с 1926 г., В.Р. Вильямс руководил многолетними научными экспедициями по обследованию почв в регионах Советского Союза. Ученый отдал агрономической науке, служению сельскому хозяйству страны почти полвека своей жизни. В.Р. Вильямс сформулировал понятие структуры почвы, имея в виду ее агрегированность. Он справедливо считал, что водопрочная зернистая или ореховатая структура способствует получению высоких урожаев, препятствует смыву почвы в результате эрозии. Ученый стоял на позициях биологического земледелия, в результате которого структура почв и содержание питательных веществ будут определяться правильно подобранными растениями, травосмесями. На основании этого им был предложен практический прием повышения плодородия почвы и получения высокого урожая сельскохозяйственных культур – травопольная система земледелия.

Травопольная система В.Р. Вильямса предусматривает осуществление комплекса взаимосвязанных звеньев. Она включает учение о восстановлении почвы, системе ее обработки, удобрениях и учение об организации всей сельскохозяйственной территории с научно обоснованным размещением на ней лугов, полей, лесов и полезных лесных насаждений. Он не выступал против удобрений. "Искусство удобрения состоит в умении удобрить растение, а не почву", – говорил В.Р. Вильямс. С точки зрения современных систем земледелия травопольная система В.Р. Вильямса может рассматриваться как один из вариантов органического земледелия, которое имеет определенную экологическую нишу. Очень созвучны идеям ученого были дальнейшие разработки в мировой земледелии, когда были предложены биологические методы улучшения почв, создание условий для работы азотфиксаторов, минимализация обработок, смешанные посевы. В этом плане именно В.Р. Вильямс выступает как первый ученый, выдвинувший идею экологически чистого земледелия. Он одним из первых показал возможности и пределы влияния биологических систем земледелия. Они всегда будут ниже по продуктивности интенсивных систем земледелия, в которых широко используются минеральные удобрения и пестициды. Но при биосферном подходе эти системы выходят на первый план, и вопрос о конечном преимуществе какой-либо из них еще окончательно не решен. Безусловно, без удобрений сегодня человечество не может себя прокормить, но

будущее потребует внести большие коррективы в наши системы земледелия, как и в соотношение обрабатываемых и ненарушенных площадей.

Во всяком случае, принцип биологического улучшения почв и создания экологически чистого земледелия пока полностью не исчерпан и не опровергнут, а наоборот, находит все больше сторонников. Один из центральных разделов творчества В.Р. Вильямса в области агрономии – исследования плодородия почвы. Этот показатель ученый считал важнейшим ее специфическим свойством. Подчеркивая значение плодородия в характеристике почвы как природного тела и основного средства производства, он определил само понятие "почва" следующим образом: "Когда мы говорим о почве, мы разумеем рыхлый, поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений".

В.Р. Вильямсом подробно было исследовано формирование плодородия почвы при различии конкретных форм природного почвообразования, рассмотрены условия его проявления в зависимости от содержания органического вещества, физических и физико-химических свойств почвы. При этом он подчеркивал, что развитие плодородия есть стадия прогрессивная, когда в почве формируются свойства, обеспечивающие проявление в благоприятном направлении основных элементов плодородия – обеспечение растений водой и элементами питания, и регрессивная, – когда преобладание воды или пищи антагонистически исключают друг друга.

В.Р. Вильямсу принадлежит приоритет в выделении малого биологического и глобального геологического круговоротов веществ в природе. Признание особой роли биологического фактора в формировании почв определило его исключительный интерес к проблеме органического вещества почвы. Он выразился в глубоком понимании разносторонней роли органического вещества в почвообразовании и развитии плодородия почвы и в организованных многочисленных экспериментах по данной проблеме.

В.Р. Вильямса по праву можно считать одним из основателей представления об эволюции почв. Как правильно он подметил, современная почва в основном образуется не из материнской породы, а из предшествующей почвы. Ученый первым высказал мысль, что в почве находятся внеклеточные, внеорганизменные ферменты, т. е. экон-

зимы, как он их называл. Он правильно увязал процесс разложения органического вещества в почве с действием ферментов, и приоритет В.Р. Вильямса в изучении этого феномена биохимии почв очевиден. Нельзя не отметить и то, что В.Р. Вильямс был первым почвоведом, давшим классификацию пойменных почв и изучившим их генезис. Выделение слоистых и зернистых пойменных почв послужило начальной основой для разделения дерновых, луговых и болотистых почв в поймах и стало центральной идеей всех классификаций пойменных почв. Оценивая В.Р. Вильямса как ученого, следует признать, что ряд его идей был направлен на совершенствование технологии применения органических удобрений и развитие научных основ не только почвоведения, но и агрохимической науки.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается суть травопольной системы земледелия В.Р. Вильямса.
2. В чем заключается суть лизиметрических опытов В.Р. Вильямса.
3. Перечислите основные достижения В.Р. Вильямса в области агрохимии и почвоведения.

## **14. АГРОХИМИЧЕСКАЯ НАУКА В НОВЕЙШЕЙ ИСТОРИИ: СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ АГРОХИМИИ В РОССИИ (XX в.)**

Российская агрохимическая наука конца XIX–начала XX вв. неразрывно связана с именами Д.Н. Прянишникова, К.К. Гедройца, А.Н. Лебедевцева, Ф.В. Чирикова, Д.А. Сабина и плеяды советских ученых, углубивших познания о взаимодействии растения, почвы и удобрения. Их исследования явились основой для разработки агрохимических приемов в сельскохозяйственном производстве, получили приоритет и признание на мировой арене.

В советское время огромный вклад в агрохимическую науку и практику внесли Н.С. Авдонин, Л.П. Воллейдт, Г.П. Гамзиков, М.М. Гукова, В.Н. Ефимов, З.И. Журбицкий, В.М. Ключковский, Д.А. Кореньков, В.Г. Минеев, И.В. Мосолов, В.Д. Панников, А.В. Петербургский, П.Е. Простаков, И.И. Синягин, П.М. Смирнов, А.В. Соколов, Б.А. Сушеница, Ф.В. Турчин, А.А. Шмук, Б.А. Ягодин, и многие другие.

### **14.1. Д. Н. Прянишников – основоположник отечественной агрохимической научной школы**

**Прянишников Дмитрий Николаевич** – основоположник отечественной агрохимической научной школы, выдающийся представитель биохимии и физиологии растений. Его основные исследования посвящены вопросам питания растений и применения минеральных удобрений в земледелии. Особенно известны труды ученого по изучению азотного питания растений и обмена азотистых веществ в растительном организме: "Учение об удобрении", "Химия растений", "Обмен азотистых веществ в питании растений", "Белковые вещества и их превращения в растениях в связи с дыханием и ассимиляцией".

В них он дал общую схему превращения азотистых веществ в растениях, отведя исключительную роль аммиаку как исходному и конечному продукту в этом процессе. Разъяснил роль аспарагина и опроверг господствовавший до него взгляд на это вещество как на первичный продукт распада белков; показал, что аспарагин синтезируется из аммиака, образующегося в растении на конечном этапе распада белков или поступающего в него извне. Эти исследования дали

научное обоснование для применения солей аммония в сельском хозяйстве, для их широкого производства.



*Рис. 40. Прянишников Дмитрий Николаевич*

Под руководством Д.Н. Прянишникова и при непосредственном его участии разработаны и такие важные вопросы в области питания растений и применения удобрений, как оценка отечественных фосфоритов в качестве непосредственного источника фосфора для растений и в качестве сырья для промышленного производства суперфосфата. Им дана физиологическая характеристика отечественных калийных солей, изучены различные формы азотных и фосфорных удобрений, вопросы известкования кислых почв, гипсования солонцов. Д.Н. Прянишников занимался и проблемой зеленого удобрения – сидерации, а также вопросами применения торфа, навоза и других органических удобрений. Ученый дал научное обоснование способам подкормки растений и внесения различных видов удобрений, предложил методы изучения питания растений: метод изолированного питания, стериль-

ных культур, текучих растворов, а также различные агрохимические методы и приемы анализа почв и растений. Наряду с оригинальными агрохимическими исследованиями Дмитрий Николаевич постоянно думал о подготовке научной смены.

Еще в 1914 г. он писал: "Если достаточно густая сеть высших школ покроет Россию, если система средней школы будет давать широкий доступ всем наиболее одаренным детям 47 народа в школу высшую, то какое количество дремлющих сил, пропадающих напрасно дарований обнаружится в нашем отечестве?" Он всячески способствовал проявлению и развитию этих дарований. Предметом постоянной заботы Д.Н. Прянишникова было агрохимическое образование. Он никогда не противопоставлял учебное образование и научную работу. Часто цитируя высказывание Н.И. Пирогова: "научное и светит и греет, а учебное без научного – только блестит", Д.Н. Прянишников строил учебный процесс таким образом, чтобы самостоятельные исследования студентов занимали в обучении видное место.

Правильное соотношение научного и учебного процессов наилучшим образом характеризует девиз его научно-педагогической деятельности: "Исследуя – учим". Д.Н. Прянишников был автором неоднократно переиздававшегося учебника "Агрохимия" (1934; 1936; 1940; 1946; 1952; 1963; 1965), по которому учились многие поколения советских агрохимиков и агрономов.

## **14.2. Фундаментальные исследования К. К. Гедройца по химии почв**

**Гедройц Константин Каэтанович** получил широкую известность и признание за свои исследования в области почвенных коллоидов, поглотительной способности почвы, питания растений, мелиорации кислых и засоленных почв. Эти исследования способствовали широкому внедрению химических и физических методов в практику исследований почв, сблизили почвоведение с агрохимией и оказали большое влияние на развитие сельскохозяйственной науки и практики. Даже сегодняшнего читателя привлекают его интересные мысли о соотношении между агрономией и почвоведением. "Между практикой сельского хозяйства и теорией, – писал он в первом номере жур-

нала "Химизация социалистического земледелия (1932), – в агрономии вообще и в частности агрохимии (и агрофизике) наблюдается резко выраженный разрыв: теория чрезвычайно сильно отстает от запросов практики...



*Рис. 41. Гедройц Константин Казтанович*

Одной из существенных причин является чрезвычайная сложность самого предмета агрохимии. Эта наука, как я ее понимаю, прежде всего, базируется на почвоведении и физиологии... Я именно так понимаю предмет агрохимии: почвоведение – это одно, а агрохимия, имея своим основным базисом почвоведение и плюс физиологию, – нечто совершенно новое, чего ни в том, ни в другом нет – это другое".

Глубокие фундаментальные исследования, выполненные К.К. Гедройцем, результаты которых изложены в монографиях "Учение о поглотительной способности почв" (1922) и "Почвенный поглощающий комплекс и поглощенные катионы как основа генетической почвенной классификации" (1927), по существу являются фундаментальной основой агрохимии по разделу химии почв. К.К. Гедройц впервые разработал (1908) учение о почвенных коллоидах и их роли в образо-

вании и плодородии почв. Показал, что в развитии почвы, ее физико-химических свойств, главную роль играют органические и минеральные дисперсные частицы, на поверхности которых находятся поглощенные катионы, способные заменяться катионами почвенного раствора. С именем К.К. Гедройца неразрывно связаны такие важные мероприятия по повышению плодородия почв, как известкование и фосфоритование дерново-подзолистых почв, промывание солончаков, гипсование солонцов и солонцеватых почв. К.К. Гедройц глубоко изучил процессы содообразования в почве, указал, что необходимым условием образования солонцов является преобладание натрия среди почвенных поглощенных катионов.

Ученый впервые предложил различать солончаки по составу катионов и дал научное объяснение процесса осолодения почв. Он показал, что стадии солонца предшествует солончак, а солоди – стадия солонцеобразования. Учение К.К. Гедройца об обменных основаниях, о ненасыщенности почв основаниями, о емкости и энергии поглощения, о скорости обменных реакций вошло в золотой фонд науки и сохранило свое значение до наших дней. Нельзя не отметить совершенство и широкое использование им вегетационного метода исследований. Он создал классическое руководство по химическому анализу почв – "Химический анализ почвы" (1923), которое широко известно в научных кругах и является настольной книгой почвоведов и агрохимиков.

### **14.3. Развитие идей Д. Н. Прянишникова и К. К. Гедройца в отечественной агрохимии**

Идеи Д.Н. Прянишникова и К.К. Гедройца оказали многостороннее влияние на развитие агрохимии в России. В первые же годы советская власть осознала необходимость проведения в стране широкомасштабных агрохимических исследований. Уже в 1918 г. Совет народных комиссаров (Совнарком) выделил целевые ассигнования на разработку фосфоритов, т. к. в большинстве почв недостаток фосфора сдерживал рост урожайности сельскохозяйственных культур.

По решению Совнаркома был организован Главный комитет удобрительных туков. Уже тогда обсуждался вопрос о производстве

азотных туков, включая промышленный синтез азотных удобрений за счет связывания азота воздуха. Принимались также меры к изысканию отечественных источников калийных солей, т. к. раньше они ввозились из Германии.

В 1919 г. при Высшем Совете Народного хозяйства по инициативе Я.В. Самойлова, Э.В. Брицке и Д.Н. Прянишникова был создан Научный институт по удобрениям, впоследствии НИУИФ. В 1921 г. в системе НИУИФ была образована Долгопрудная агрохимическая опытная станция (ДАОС). В связи с тем, что в первые годы после организации ДАОС в стране отсутствовала туковая промышленность, в полевых опытах с 1923 г. изучали эффективность фосфоритной муки, извести и навоза.

В 1926 г. под руководством А.Е. Ферсмана на Кольском полуострове открыты огромные месторождения высококачественного апатита. В том же году П.Н. Преображенский обнаружил крупные Соликамские залежи калийных солей. Эти месторождения впоследствии стали основной сырьевой базой для промышленного производства фосфорных и калийных удобрений.

В период 1926–1931 гг. под руководством Д.Н. Прянишникова, А.П. Левицкого и А.Н. Лебеядцева в 317 учреждениях страны было заложено по единой методике около 4 тыс. полевых опытов с удобрениями. Результаты опытов Геосети НИУИФ и опытов Д.Н. Прянишникова на ДАОС послужили обоснованием для развития туковой промышленности в Советском Союзе.

В 1929 г. Комитетом по химизации народного хозяйства при СНК СССР и научным Институтом по удобрениям для освещения передового опыта по использованию минеральных и органических удобрений, известкованию кислых и гипсованию солонцовых почв по инициативе Д.Н. Прянишникова был создан журнал "Удобрение и урожай", который в 1932 г. получил название "Химизация социалистического земледелия", затем в 1963 г. – "Химия в сельском хозяйстве", в 1988 г. – "Химизация сельского хозяйства", а с 1997 г. – "Агрохимический вестник". С 1964 г. в издательстве Академии наук СССР выходит журнал "Агрохимия".

Большим событием для развития агрохимии и химизации земледелия страны явилась организация в 1931 г. Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений, агротехники и агропочво-

ведения (позже Всесоюзный научноисследовательский институт удобрений и агропочвоведения, с 1991 г. – Всероссийский научноисследовательский институт удобрений и агропочвоведения), который в 2003 г. был переименован во Всероссийский научноисследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (ВНИИА). В создании института, определении его задач, разработке программ и методов исследований активное участие принимали Д.Н. Прянишников, К.К. Гедройц, А.Н. Лебедянцев, Е.В. Бобко, П.Г. Найдин, А.Т. Кирсанов и О.К. Кедров-Зихман. Одновременно с активным развертыванием агрохимических исследований и формированием агрохимии как фундаментальной биологической науки в СССР развивалась и туковая промышленность. Например, если в 1913 г. производство минеральных удобрений в стране (в границах бывшего СССР) составляло 17 тыс. т, то в 1940 г. – 756 тыс. т, а в 1950 г., несмотря на тяжелый урон, нанесенный народному хозяйству Великой Отечественной войной, – 1226 тыс. т минеральных удобрений в пересчете на 100 % содержание питательных веществ.

Обобщая работы, выполненные за советский период, необходимо отметить особый вклад в развитие теории питания растений Д.А. Сабина, А.В. Владимирова, З.И. Журбицкого, Н.З. Станкова, Л.П. Воллейдт, В.В. Церлинг, К.П. Магницкого, В.М. Ключковского, Н.К. Болдырева, И.В. Мосолова, И.И. Колосова и А.В. Петербургского. В решении проблемы азота в земледелии и эффективности азотных удобрений внесли весомый вклад Ф.В. Турчин, П.А. Баранов, Д.А. Кореньков, М.М. Гукова, П.М. Смирнов, В.Н. Кудеяров и Э.А. Муравин.

Роль фосфора и калия в питании растений, оптимизация параметров этих элементов в зависимости от свойств почвы, климатических условий, биологических потребностей культур показана в трудах А.Н. Лебедянцева, А.Т. Кирсанова, Ф.В. Чирикова, С.М. Вольфовича, Д.Л. Аскинази, А.В. Соколова, Н.С. Авдониной, Б.А. Неуныловой, И.Н. Чумаченко и Ф.В. Янишевского.

В обосновании физиолого-биохимической роли микроэлементов, в разработку индексов обеспеченности ими растений, норм и приемов эффективного использования микроудобрений в зависимости от свойств и плодородия почв, климатических зон и геохимических провинций страны, а также биологических особенностей культур

много снимания уделили в своих исследованиях Я.В. Пейве, М.В. Катыльмов, Е.В. Бобко, И.Г. Важенин, Н.Г. Зырин, М.Я. Школьник и Б.А. Ягодин. Изучению роли агротехнических приемов в повышении плодородия почв и эффективности удобрений посвящены работы О.К. Кедрова-Зихмана, Н.И. Алямовского, М.М. Мазаевой, П.Г. Найдина и И.Н. Антипова-Каратаева.

Новое приоритетное на современном этапе направление исследований – экологические проблемы агрохимии успешно решаются благодаря усилиям В.Г. Минеева.

### **Самойлов Яков Владимирович (1870 – 1925)**



*Рис. 42. Самойлов Яков Владимирович*

Являясь по профессии минералогом и геохимиком, обладая широкой эрудицией в естественных и технических науках, Яков Владимирович внес крупный вклад в химизацию сельского хозяйства нашей страны. Он организовал и руководил многолетними работами по систематическому геологическому изучению отечественных фосфоритов, провел первые поисковые исследования калийных солей в районе Соликамска, вместе с Д.Н. Прянишниковым и Э.В. Брицке создал Научный институт по удобрениям, в котором шесть лет был директо-

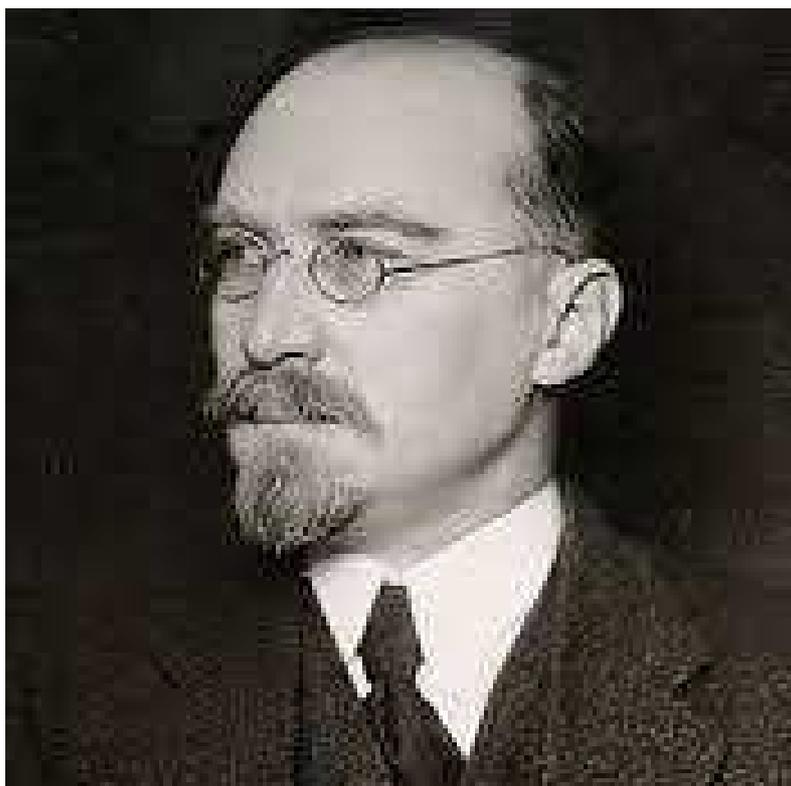
ром. Как профессор Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и Института народного хозяйства им. Г.В. Плеханова, Яков Владимирович подготовил большое число специалистов, работающих в сельском хозяйстве, промышленности и науке.

Одновременно с научной и педагогической деятельностью Яков Владимирович оказывал большую помощь промышленности в создании отечественной сырьевой базы для производства удобрений. Вместе со своими друзьями и соратниками Яков Владимирович организовал в 1917 г. Общественный комитет по удобрениям, председателем которого он был избран. Перед Комитетом его организаторы поставили цель — создание крупной отечественной туковой промышленности и широкого применения удобрений на основе глубокого и разностороннего изучения геологических, химических, биологических, технических и экономических аспектов этой проблемы. Эта идея разностороннего комплексного исследования больших проблем коллективом различных специалистов с целью более быстрого и качественного ее разрешения потребовала создания сильной экспериментальной и экспедиционной базы, которая и была создана Высшим Советом народного хозяйства в 1919 г. в виде Научного института по удобрениям, в который вошли основные члены Комитета.

Организация института была осуществлена в значительной степени по инициативе и плану Я.В. Самойлова, который благодаря отзывчивости и энтузиазму был душой институтского коллектива. Научными проблемами, которым Я.В. Самойлов уделял наибольшее внимание на протяжении всей жизни, являлись:

- 1) геологическое и минералогическое изучение минерального сырья для туковой промышленности
- 2) биогеохимическое исследование условий образования ряда минералов и осадочных горных пород в связи с участием в этих процессах животных организмов.

## Лебедев Александр Николаевич (1878 – 1941)



*Рис. 42. Лебедев Александр Николаевич*

Лебедев Александр Николаевич был организатором систематических полевых исследований, проведенных в 1924-1930 гг. в различных зонах нашей страны, получивших название Географической сети полевых опытов. С его именем связана разработка ряда проблем, оказавшая значительное влияние на развитие отечественной агрохимической науки, имевшей большое значение для народного хозяйства. Благодаря четко организованной им Географической сети полевых опытов была установлена географическая закономерность в действии различных видов и форм минеральных удобрений, определена их потребность в региональном аспекте в стране в целом, что послужило обоснованием развития отечественной туковой промышленности. А.Н. Лебедев впервые экспериментально установил возможность эффективного применения фосфоритной муки не только на деградированных почвах, но и на черноземах Европейской части нашей страны. Это имело большое народнохозяйственное значение, так как позволило заменить дорогой и дефицитный суперфосфат более дешевым и распространенным фосфоритом. Новую зону применения фосфоритной муки Д.Н. Прянишников назвал именем ее открывателя –

"лебедянцевой зоной". Дальнейшие исследования показали, что высокая эффективность фосфоритной муки в северной части черноземной полосы обуславливается в основном растворяющим действием азотной кислоты, образующейся в процессе нитрификации в этих почвах.

Много внимания А.Н. Лебедянецв уделял вопросам методики постановки и проведения агрохимических исследований. Он разработал методику исследования нитрификационного процесса в почве, нефелометрический метод определения фосфора в почвах, растениях и удобрениях, способы сжигания растительных образцов для определения фосфора, методику определения влажности в биомассе растений, методику учета урожая на опытных делянках по пробному снопу, новый способ почвенного картографирования для составления детальных планов участков с целью проведения полевых опытов.

А.Н. Лебедянецв принимал участие в работе Госплана СССР при составлении второго пятилетнего плана в области развития сельского хозяйства. Заведуя кафедрой агрохимии МГУ с 1924 по 1931 гг., А.Н. Лебедянецв внес существенный вклад в дело совершенствования преподавания агрохимии и развития агрохимических исследований. Прочитанные в те годы им курсы "Учение об удобрении", "Методы сельскохозяйственных исследований", "Учение об обработке почвы" отличались полнотой и глубиной охвата темы, стройностью и ясностью изложения. Много внимания ученый уделял ознакомлению студенческой молодежи с классическими трудами по агрохимии. Под его редакцией вышло русское издание книги Ю. Либиха "Химия в приложении к земледелию и физиологии", а также перевод книги Ж.Б. Буссенго "Избранные произведения по физиологии растений и агрохимии".

### **Кирсанов Александр Трофимович (1880 – 1941)**

Кирсанов Александр Трофимович – выдающийся ученый-агрохимик. В 1913 г. организовал первую в России болотную станцию в Минске и руководил ее до 1925 г. Научная деятельность А.Т. Кирсанова в этот период была посвящена изучению генезиса болотных почв, разработке рациональных приемов их освоения. Эти вопросы нашли освещение в опубликованных им работах: "К вопросам опытного изучения болот Полесья в целях культуры", "К вопросу о слож-

ности водного режима на осушаемом торфянике и о влиянии этого режима на развитие растительности", "Культура болот. Введение и систематическое изучение вопросов мелиорации и культуры болот", "Изменение торфа как питательной среды под влиянием культуры". Много сил и энергии А.Т. Кирсанов отдал изучению и выработке химических методов определения естественного плодородия почв. Им был разработан и предложен принципиально новый метод определения подвижных фосфатов в почве как основного источника фосфорного питания растений. Уже в 1931 г. появились первые картограммы содержания подвижных фосфатов на подзолистых и черноземных почвах. Широкой известностью пользуется также и разработанный им метод определения потребности почв в калийных удобрениях, метод, получивший название "Определение калия по Кирсанову".

Изучая взаимодействие различных видов удобрений, А.Т. Кирсанов еще в 1934 г. пришел к выводу, что "при сильном недостатке калия азотные удобрения не только не повышают урожай, но даже губят его". Значение такого вывода, как справедливо отмечает Н.А. Сапожников (1981), особенно для практики химизации, не может быть переоценено. Весьма значительный вклад ученый внес в теорию и практику известкования кислых почв, применения удобрений на различных почвах. Много внимания он уделял вопросам повышения плодородия эродированных почв.

### **Чириков Федор Васильевич (1883 – 1964)**

Чириков Федор Васильевич является пионером в области изучения роли микроэлементов в жизни растений. Еще в 1913 г. им установлена высокая отзывчивость растений на марганец и молибден. применив метод изолированного питания, Ф.В. Чириков подошел к решению вопроса о доступности растениям фосфора из фосфорита. Он показал, что растворимость и доступность растениям фосфора из фосфоритной муки возрастают при удалении из раствора кальция. В результате многочисленных опытов он провел сопоставление данных по содержанию в золе растений СаО и Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> с прибавками урожая от внесения фосфоритной муки и разделил сельскохозяйственные растения на две группы – не усваивающие фосфор из фосфорита и усваивающие его. Им была выявлена зависимость усвоения

корнями элементов питания из труднорастворимых соединений от сдвигов равновесия твердой и жидкой фаз субстрата в процессе питания растений.

На основании этих положений Ф.В. Чириков разработал стройную теорию питания растений труднорастворимыми фосфатами. Он выявил также растворяющую роль уголекислоты, концентрация которой в ризосфере может достигать почти полного насыщения. Ф.В. Чириков впервые изучил растворимость трикальцийфосфата и фосфорита в растворах солей, насыщенных уголекислотой. Он тщательно изучил растворимость фосфатов железа и установил наличие у кривой растворимости фосфата железа минимальной точки, от которой кривая поднимается как в сторону кислого, так и в сторону щелочного интервала. Большое практическое значение имеют исследования ученого по влиянию лесных полос на эффективность удобрений.

Ф.В. Чириков провел агрохимическую оценку различных форм почвенных фосфатов и предложил методы их определения. По растворимости и доступности растениям он разделил их на 5 групп: I – уголекислорастворимые (0,05 н); II – уксуснокислорастворимые (0,5 н); III – солянокислорастворимые (0,5 н); IV – щелочнорастворимые; V – не извлекаемые указанными растворителями. Предложенные методики позволили выявить особенности фосфатного режима основных типов почв, установить влияние удобрений, известки и растений на изменение форм фосфатов и их динамику в почве. Ф.В. Чириков – автор фундаментальной монографии "Агрохимия калия и фосфора" (1956), в которой изложены результаты его исследований по химии почвы, физиологии питания растений и научные основы применения удобрений.

### **Кедров-Зихман Оскар Карлович (1885 – 1964)**

Кедров-Зихман Оскар Карлович - одним из первых в нашей стране развернул работу по всестороннему изучению вопросов известкования кислых почв и его внедрению в практику. Им разработаны различные приемы повышения эффективности известковых удобрений и сочетания известкования с применением органических удобрений и микроэлементов. В итоге многолетней исследовательской работы О.К. Кедров-Зихман сформировал основное теоретическое по-

ложение современного известкования, которое гласит, что для улучшения плохих агрохимических свойств кислых почв, прежде всего, необходимо устранить их избыточную кислотность путем известкования, понизив ее до слабокислой реакции, соответствующей рН 5,6-5,8 в солевой вытяжке. Им изучены новые формы известковых удобрений – известковый туф, озерная известь, торфотуфы, а также уточнен характер действия применявшихся ранее форм гашеной извести, мела, известняковой муки. О.К. Кедров-Зихман провел исследования по определению подвижных фосфатов в почве, влиянию биологических процессов на превращение почвенных фосфатов. Он впервые показал размер биологического поглощения фосфатов и условия их мобилизации.

О.К. Кедров-Зихман является одним из пионеров изучения проблемы применения микроудобрений в земледелии. Роль микроэлементов в питании растений он тесно связывал с известкованием. В частности, применение бора явилось радикальным средством борьбы с последствиями избыточного внесения извести. Им также установлено понижение подвижности марганца и кобальта в известкованных почвах и, наоборот, резкое повышение подвижности молибдена.

О.К. Кедров-Зихман широко применял метод радиоактивных изотопов при изучении действия на растения ряда элементов: кобальта, кальция, цинка. Это позволило ему выявить различные аспекты их поступления в растения и влияния на различные физиологические процессы. По инициативе и под руководством О.К. Кедрова-Зихмана было организовано первое в СССР гамма-поле для исследования влияния радиоизотопов на культурные растения. На нем проведены оригинальные исследования по поступлению и передвижению в растении радиоактивного стронция, а также по изучению значения известкования в борьбе с загрязнением почв этим элементом.

### **Тюлин Александр Федорович (1885 – 1955)**

Родился 20 июня 1885 года в слободе Мстёра Вязниковского уезда Владимирской губернии. В первый период своей научной деятельности (1920–1930 гг.) он изучал вопросы почвенной структуры, известкования и применения удобрений.

Работая в ВИУА (1932–1941 гг.), много внимания уделял изучению важнейших агрономических свойств почв в созданной им лаборатории почвенных коллоидов. В это же время ученый разработал новый метод разделения первичных частиц почвы на группы. (Итоги этой работы изложены в книге "Коллоидно-химическое изучение почв в агрономических целях". Труды ВИУА, вып. 27(1946).



*Рис. 43. Тюлин Александр Федорович*

Во время Великой Отечественной войны А.Ф. Тюлин принимал деятельное участие в работе по продвижению новых культур на восток и по изучению агрономических свойств сибирских черноземов, а также черноземов Европейской части нашей страны. А.Ф. Тюлин стремился дать теоретические основы для дифференцированного применения минеральных удобрений на черноземах, учитывая всю невыгодность существующего у нас шаблонного применения одних и тех же доз удобрений в крайне неоднородных почвенных условиях нашей обширной страны. Последние пять лет своей жизни ученый отдал изучению влияния минеральных удобрений на плодоношение

древесных растений. В это время он сумел поставить ряд оригинальных экспериментальных работ в дубравах Теллермановского лесного массива и получил новые данные, имеющие большое научное и практическое значение. В результате изучения динамики содержания азота, фосфора и калия он установил закономерные сезонные колебания их в почве и в растениях.

В начале вегетационного периода наблюдается временная убыль азота и фосфора в корнеобитаемом слое почвы и постепенный возврат их в конце года из растений в почву, к осени количество азота и фосфора в почве становится близким или равным тому уровню в почве, каким оно было весной. В те же сроки, когда в почве азот и фосфор временно убывают, в корнях, листьях и побегах дуба приток этих же элементов увеличивается. Массовые, повторные комплексные анализы почвы и растения, проведенные в течение ряда лет в разных географических условиях нашей страны, дали аналогичные результаты. Это позволило А.Ф. Тюлину обобщить и сформулировать общебиологические законы поступления питательных веществ в древесное растение.

Работы ученого по вопросам почвенной структуры, закономерностям ее образования в зависимости от содержания пылеватых и илистых частиц, о рациональных методах исследования почвенной структуры получили широкую известность во всем мире. Дальнейшее развитие работ по структуре почвы логически привело его к мысли о различиях в строении поверхности почвенных частиц и, соответственно, о различном участии их в образовании почвенных агрегатов.

А.Ф. Тюлину удалось убедительно показать наличие на поверхности почвенных коллоидов сорбированных пленок из гидратов полуторных оксидов и гумуса и дать понятие о связанных и свободных коллоидах почвы. Исходя из этих принципов, он предложил метод дробной пептизации почвенных коллоидов. Этот метод стал применяться не только в СССР, но и за рубежом. Материалы, полученные при помощи этого метода, прочно вошли в науку о почве, агрохимию и земледелие. Характерной особенностью всех работ ученого является постоянная их связь с практикой. Он предложил проект коренной мелиорации субтропических подзолистых почв, на которых снижался урожай цитрусовых культур. Опыты, заложенные по этому проекту, в

полной мере оправдали взгляды А.Ф. Тюлина, и урожай цитрусовых удалось значительно повысить.

### **Шмук Александр Александрович (1886 – 1945)**

Шмук Александр Александрович – выдающийся ученый-агрохимик, талантливый педагог и крупный организатор науки, первый заведующий кафедрой агрономической химии Кубанского СХИ (1921–1935 гг.), академик ВАСХНИЛ, доктор биологических наук, профессор, лауреат Сталинской премии. А.А. Шмук уделял большое внимание вопросам агрономической химии. Его исследования в этой области, бесспорно, позволяют ему занять одно из первых мест среди агрохимиков нашей страны.



*Рис. 44. Шмук Александр Александрович*

Весьма большой интерес представляет его подход к изучению органического вещества почв. Он был одним из первых исследователей, подошедших к почвенному гумусу как к веществу, которое должно обладать способностью к таким основным превращениям ор-

ганического соединения, как нитрование, гидролитическое расщепление и этерификация (образование эфиров с хлористым бензоилом). Его исследования, показавшие, что при гидролизе органического вещества почв получаются продукты, аналогичные продуктам гидролитического распада белка, являются классическими.

В 1921 г. А.А. Шмук получает приглашение от ряда агрономических институтов занять кафедру агрономической химии. Он останавливается на Кубанском с.-х. институте, где и занимает с осени 1922 г. кафедру агрономической химии. В то время Кубанский СХИ развернул лишь свою педагогическую работу. Кафедра была обеспечена только аудиториями и элементарными учебными пособиями, серьезную научно-исследовательскую работу наладить было невозможно, поэтому, получив приглашение заведовать Химическим отделом лаборатории опытного табаководства, он переносит центр своей исследовательской работы в эту хорошо оборудованную лабораторию, и горячо берется за реорганизацию этого научно-исследовательского учреждения, которое переживало трудное переходное время.

С 1922 г. А.А. Шмук становится его директором, сохраняя эту обязанность за собой до конца 1928 г., и ведет большую организационную и административную работу, успешно совмещая ее с личной научно-исследовательской деятельностью и руководством химическим отделом. За период с 1921 г. и, примерно, по 1936–1937 гг. А.А. Шмук совершенно по-новому поставил вопрос о характеристике табака как курительного сырья, как культурного и технического растения, а также и вопрос о его использовании. С полным основанием необходимо констатировать, что он является основоположником современной химии табака. Эта роль его признается во всех странах, где табак является одной из главнейших технических культур.

В связи со специфической особенностью табака, при многообразии веществ, входящих в его состав, А.А. Шмук ставит в качестве основной и ведущей проблемы изучение табака, как химического комплекса, и влияние отдельных компонентов на качество табака. Вырабатывается оригинальная методика исследования, так как обычный набор агрохимических исследований оказался недостаточным для решения новых задач. Систематическое исследование табачного сырья и изделий новыми методами на протяжении ряда лет дало возможность ввести объективные показатели при оценке качества табака

и изделий, установить контроль производства, подвести научную базу при характеристике нашего сырья не только отдельных районов, но и сортов, а также при решении многих агротехнических вопросов составления "табачных мешек" из анализированного табачного сырья. В результате этих работ установлено, что высокое содержание углеводов, эфирных масел, смол повышает качество табака, а с ухудшением качества резко возрастает содержание белка, никотина и золы. Особенно характерным показателем для качественной характеристики табака оказалось углеводнобелковое отношение (число Шмука).

Из отдельных компонентов химического состава табака А.А. Шмук детально изучал эфирные масла, которые стоят в прямой связи с качеством табака, определяя его ароматичность; установлен их химический состав, описаны физико-химические свойства и определены физические константы. Наряду с ними исследованы смолы, которые тоже определяют ароматичность табаков; дана оригинальная методика экстрагирования их бензолом. А.А. Шмуком установлено, что наиболее бурые табаки содержат наивысший процент полифенолов по отношению к общему количеству веществ, редуцирующих жидкость Фелинга. Сделана также первая попытка охарактеризовать углеводный комплекс табаков; доказано присутствие кетозы. Обнаружен также в табаке глюкозид, имеющий ароматическое значение. Ему впервые удается выделить инозит из табака, фитин из семян табака; им изучена большая группа полифенольных веществ. Большое значение имело изучение органических кислот табака, в результате этого изучения разработан точный метод количественного учета некоторых кислот, удалось выделить и идентифицировать лимонную кислоту. Это открытие позволило разработать технологический метод выделения лимонной кислоты из отбросов махорки при никотиновом производстве, уже успешно осуществленном в заводских условиях.

По методу А.А. Шмука в заводских условиях получают не только лимонную, но и яблочную кислоты. Табачное растение оказалось чрезвычайно богатым по комплексу входящих в него веществ, что дает новое направление в использовании этого растения как технологической культуры для получения из него ряда ценных веществ (никотин, лимонная и яблочная кислоты, пектиновые вещества, масло и белок из семян, целлюлоза из стебля).

А.А. Шмук впервые применил в лаборатории метод электролиза к обработке растительного сырья, что дало возможность выделять алкалоиды из табачного растения и улучшать качество низкосортных табаков. Промышленность высоко оценивает работы руководимого им Института табаководения. Институт получает большие материальные средства, что позволяет создавать все более и более благоприятные условия для дальнейшего развития научного исследования. Параллельно с руководством Института табаководения А.А. Шмук энергично развивает работы по агрохимии в Кубанском СХИ. В этот период ученым опубликовано несколько работ, посвященных исследованиям режима нитратов в почвах и растениях. Показана способность нитратов к небιологическому поглощению в почвах Кубани; многочисленными наблюдениями доказано быстрое исчезновение нитратов под растениями, которое не может быть объяснено простым поглощением их корнями растения в процессе питания.

Исчезновение и отсутствие нитратов в почве являются следствием специального влияния растительных ферментов, находящихся в корнях растений и способствующих редукции нитратов непосредственно или через денитрифицирующие организмы. А.А. Шмук разработал ряд методов, нашедших применение как в агрохимических, так и в биохимических исследованиях. Им разработаны микрометоды определения поглощенных оснований и общей емкости поглощения в почвах, усовершенствован колориметрический метод определения фосфорной кислоты, дан оригинальный метод выделения почвенного раствора.

В 1936 г. А.А. Шмук избирается действительным членом Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина. В это же время он получает предложение занять место заведующего биохимической лабораторией Института генетики Академии Наук СССР. Московский период охватывает следующие работы А.А. Шмука:

- 1) по исследованию закономерностей образования химических веществ в растениях и изучению наследственных изменений химического состава;
- 2) по изучению химической природы веществ, влияющих на процессы клеточного деления у растений, и аналогии этих явлений с действием карциногенных веществ;

3) исследования изменений состава растений, происходящих при их трансплантации;

4) исследования в области витаминов.

Большое значение в этот период имеют работы А.А. Шмука по изучению биохимических процессов, происходящих при межвидовой гибридизации и трансплантации (прививках) растений. Как указывает сам автор, – "весьма часто новый научный метод экспериментальных исследований, открывая новые явления в природе, дает новое и оригинальное понимание этих явлений, опровергает старое и консервативное в науке". В работах ученого таким новым методом является изучение состава алкалоидов в растениях. Изучая превращения алкалоидов у привитых растений, он доказал, что корневая система является не только органом снабжения растений питательными минеральными веществами, но и принимает участие в процессах синтеза органического вещества. В частности, с деятельностью корневой системы тесно связан синтез никотина в растениях.

### **Антипов-Каратаев Иван Николаевич (1888 – 1965)**

Антипов-Каратаев Иван Николаевич – один из создателей физико-химического направления в почвоведении. С его именем связано развитие учения о генезисе и мелиорации почв, проблем агрономии, географических закономерностей распространения почв. Особенно большую роль имели и не потеряли своей значимости и по настоящее время работы ученого в области мелиорации солонцов, вторичного засоления почв при орошении и борьбы с ним, исследования механизмов структурообразования и биологических методов улучшения солонцов.

Совместно с сотрудниками И.Н. Антиповым-Каратаевым разработаны методы электродиализа и электролиза почв; им предложены оригинальные приемы изучения сорбции паров и газов почвами; даны принципиальные обоснования методов определения связанной воды; тщательно изучены явления пептизации и коагуляции почвенных коллоидов; вскрыты факторы, определяющие перезарядку почв; исследована роль удельной поверхности почв и разработаны методы определения ее. Все физико-химические и агрохимические исследования ученого были направлены на улучшение свойств солонцов, вы-

явление их особенностей, специфических качеств и превращение в плодородные почвы, особенно при орошении.

И.Н. Антипов-Каратаев исследовал поглотительную способность почв, природу почвенных агрегатов и почвенных растворов в связи с питанием растений и применением удобрений.

### **Сабинин Дмитрий Анатольевич (1889 – 1951)**

Сабинин Дмитрий Анатольевич – автор фундаментальных монографий: "Минеральное питание растений", "Физиология развития растений", "Физиологические основы питания растений". Он внес значительный вклад в развитие теоретических положений агрохимии.



*Рис. 44. Сабинин Дмитрий Анатольевич*

В своих трудах он показал роль корневой системы в поглощении воды и элементов минерального питания растениями.

Проводя анализ и сопоставление всех имеющихся к началу 1940 г. литературных данных и результатов собственных исследований, Д.А. Сабинин писал: "Факты позволяют, как нам кажется, считать до-

статочно обоснованным представлении о корневой системе как органе, где происходит образование фитогормонов роста, определяющих поддержание меристем растения в деятельном состоянии. Этими специфическими соединениями, по нашему мнению, являются производные нуклеиновых кислот, возникающих в корневых системах при происходящих там превращениях соединений азота, а вероятно, и фосфорной кислоты".

Таким образом, Д.А. Сабинин не только сделал правильный вывод о синтезе в корнях растений фитогормонов, участвующих в регуляции роста побегов и листьев, но и предвосхитил характер химической структуры этих соединений. В своих работах он показал также активное участие корней в процессе метаболизма и влияние круговорота элементов минерального питания на рост и формирование растений.

Сложные вопросы минерального питания им рассматривались в связи с условиями существования растений. Д.А. Сабинин дал ряд рекомендаций по применению удобрений и регулированию количества и качества урожая.

### **Бобко Евгений Васильевич (1890 – 1959)**

Бобко Евгений Васильевич внес крупный вклад в агрохимию и физиологию питания растений, был искусным химиком. Им разработан метод стерильных культур высших растений и проведены исследования с использованием метода так называемых "кривых растворимости" о доступности растениям почвенных фосфатов, а также по вопросу о плодородии сибирских почв и, в частности, солонцов. Научный интерес представляют работы ученого по химической переработке фосфоритов, исследования по вопросу об образовании соды в почве, о методике определения механизма поглощения почвой оснований и о факторах, обуславливающих реакцию почв.

Е.В. Бобко провел ряд оригинальных исследований по вопросу физиологической роли и удобрительном значении микроэлементов, в особенности бора: его поглощении почвами, роли в процессах прорастания пыльцы, содержания в различных органах растения, растворимости его соединений, находящихся в растении, об его удобрительном значении. Сеть опытов по изучению эффективности бора

позволила установить ареалы применения борных удобрений, дозы и способы их внесения.

Е.В. Бобко была впервые выяснена роль борных удобрений в борьбе с гнилью сердечка у свеклы. Он провел также исследования по значению молибдена для роста и развития растений, селенистой и селеновой кислот, а также меди.

### **Кононова Мария Михайловна (1892 – 1979)**

Вся ее научная деятельность связана с Почвенным институтом им. В.В. Докучаева. В лаборатории профессора И.В. Тюрина она развернула исследования, связанные с проблемой органического вещества почвы, охватывающие методические вопросы, изучение биохимии гумусообразования, процессов трансформации органических веществ под влиянием сельскохозяйственного использования почв. В 1945 г. М.М. Кононова встала во главе лаборатории биохимии почв и беспрерывно руководила ею до 1976 г., после этого она перешла на должность научного консультанта.

Круг вопросов, разрабатывавшихся под ее руководством, чрезвычайно широк и включает много направлений, основные из которых следующие:

- 1) органическое вещество почвы, состав и природа входящих в него компонентов;
- 2) процессы превращения исходного растительного материала, биохимия формирования гумусовых веществ, роль в этих процессах микроорганизмов и животных;
- 3) географические закономерности процесса гумусообразования в основных типах почв;
- 4) роль органического вещества в почвообразовании, выветривании минералов, питании растений, создании почвенного плодородия;
- 5) изменение органического вещества под влиянием различных приемов окультуривания почв.

Систематические наблюдения за ходом гумификации растительных объектов (корни и листья бобовых: клевера и люцерны, корни многолетних злаков, древесный опад) как в лабораторных, так и в природных условиях различных почвенно-климатических зон, позво-

лили установить смену микрофлоры и распад ряда компонентов тканей с образованием новых гумусовых веществ явно нелигнинного происхождения, источником которых во всех случаях являлся углеводный комплекс тканей и лизирующаяся плазма бактерий.

Обладая рядом общих признаков с почвенными гуминовыми кислотами, а по элементному составу приближаясь к гуминовым кислотам подзолистых почв, эти вещества, тем не менее, характеризовались как более "молодые" и, по мнению М.М. Кононовой, могли быть отнесены к категории "прогумусовых" веществ, что подразумевало неизбежность дальнейших изменений их природы (возрастание отношения С:Н, уменьшение содержания кислорода, увеличение емкости обмена).

В отличие от сторонников лигнинной теории происхождения гумусовых веществ, целиком отрицавших роль целлюлозы в образовании последних, ею был установлен факт формирования гумусовых веществ уже на ранних стадиях гумификации, до разложения лигнифицированных тканей.

На базе проведенных исследований М.М. Кононовой была сформулирована концепция, основанная на представлении о гумусовых веществах как о продуктах конденсации структурных единиц фенолов и азотсодержащих органических соединений, образующихся при участии окислительных ферментов микробного происхождения. Первоисточниками структурных единиц могут служить при этом все компоненты растительных тканей, а также продукты ресинтеза и метаболизма микроорганизмов.

Ответственным звеном процесса формирования гумусовых веществ является конденсация структурных единиц, которая происходит путем окисления фенолов ферментами типа фенолоксидаз через семихиноны до хинонов и взаимодействие последних с аминокислотами и пептидами. Заключительное звено в формировании гумусовых веществ – поликонденсация – является химическим процессом.

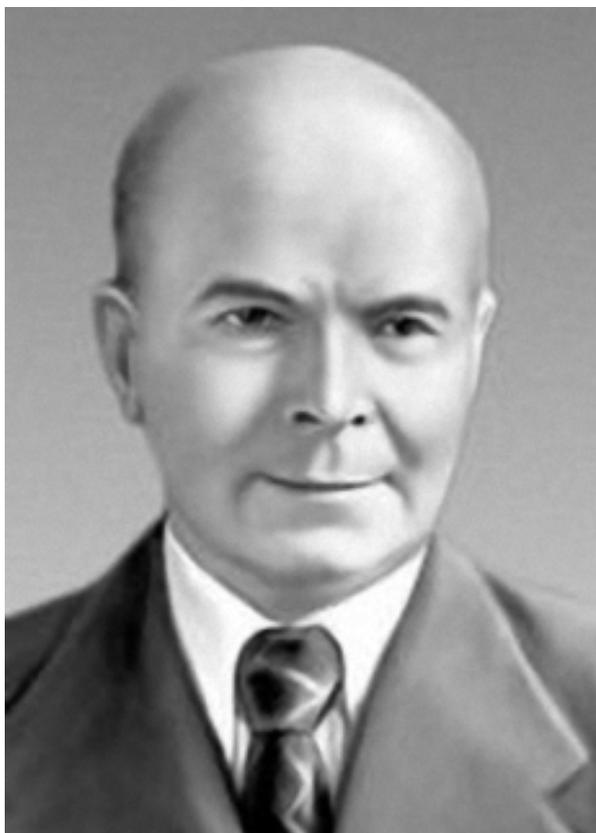
В центре внимания М.М. Кононовой был и еще один дискуссионный вопрос – о влиянии на растение ряда индивидуальных органических соединений и физиологической активности собственно гумусовых веществ. Она неоднократно подчеркивала, что физиологически активные вещества не заменяют элементов питания, но обогащение почвы подобного рода веществами путем применения органических

удобрений, компостов, посевов многолетних, однолетних трав и других приемов является одним из факторов, повышающих жизненный тонус растений и способствующих более интенсивному использованию ими питательных элементов.

Огромное внимание в исследованиях М.М. Кононовой уделено разработке новых и усовершенствованию ранее существовавших методов изучения органического вещества почвы, которые широко используются в практике сельскохозяйственных научно-исследовательских, учебных учреждений и опытных станций. Трудно переоценить теоретическое и практическое значение этих глубоких разносторонних исследований.

Она автор уникальных монографий: "Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения" (1951) и "Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения", (1963). Обе монографии получили высокую оценку не только в нашей стране, но и за ее пределами. Они стали настольными книгами почвоведов и агрохимиков.

#### **Тюрин Иван Владимирович (1892 – 1962)**



*Рис. 45. Тюрин Иван Владимирович*

Еще в студенческие годы проявил интерес к проблемам генезиса и плодородия почв, особенно к исследованиям органических веществ в почве. К этому времени относятся две выполненные им работы: "Синтез стереоизомерных 1-4-дибромгексаметиленов" и "Исследование почв Брянского опытного лесничества". Эти первые работы определили дальнейшее направление основных исследований ученого: его глубокий интерес как к вопросам генезиса почв, так и к проблемам биологии и биохимии почв, и особенно к разделу химии и биохимии органического вещества почвы.

Расцвет таланта ученого связан с многогранным исследованием гумуса, обобщенным в монографии "Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии" (1937). Блестящая разработка этой проблемы – одного из основных разделов почвоведения и агрохимии – принесла мировую славу И.В. Тюрину и отечественной почвенной науке.

И.В. Тюрин рассматривает гумус как группу высокомолекулярных веществ специфической природы, образование которых тесно связано с биохимическими процессами. Основываясь на этих представлениях, ученый разрабатывает методы изучения группового и фракционного состава гумуса, применение которых позволяет выявить характерные различия природы гумуса в почвах, отличных по своим генетическим особенностям и степени окультуренности. Им проведены детальные химические анализы почв и органического вещества. Такой подход позволил ученому установить и сформулировать основные закономерности формирования состава и свойств гумусовых веществ различных типов почв, а также их зависимости от качества гумифицирующего материала (особенно обогащенности его и среды азотом), режимов увлажнения, температуры, богатства продуктов выветривания пород и почв (кальций, железо, алюминий), минералогического и гранулометрического состава. Уже в это время на количественном уровне решается вопрос о роли, численности и вкладе биомассы микроорганизмов, микро- и мезофауны в органическое вещество различных типов почв. Использование теоретических проработок и экспериментальных работ предшественников и современников, в основном химиков-органиков, позволили И.В. Тюрину предположить наличие кислородсодержащих циклов и составе гуминовых веществ, кислород которых может быть замещен на группу 60

НН с образованием гетероциклических, устойчивых к трансформации и малодоступных для растений соединений азота.

Наличие кислородсодержащих гетероциклов предполагало и относительно по сравнению с углерод–углеродной связью ароматических колец легкость разрыва кольца такой структуры. Эти работы имели подтверждение и продолжение лишь в 60-е гг. при использовании новых методов исследований. В 30–40-е гг. в почвенной науке еще не был общепринятым термин фульвокислоты. Эту группу соединений именовали в кавычках по Одену, креновыми и апокреновыми по Берцеллиусу, считали аналогами уроновых кислот.

И.В. Тюрин показал, что фульвокислоты представлены высокомолекулярными оксикарбоновыми кислотами с невысоким содержанием азота, повышенным – Н и О, эквивалентным весом (массой), близким к таковым гуминовым кислотам, и выделил их в специфическую группу. Основываясь на том, что почвы обычно содержат чрезвычайно малое количество водо- и кислоторастворимых, т.е. свободных фульвокислот, за исключением иллювиальных горизонтов почв подзолистого типа, И.В. Тюрин приходит к выводу о том, что в почвах фульвокислоты прочно связаны, причем не только с минеральной частью, но и с гуминовыми кислотами по типу сложных эфиров, в которых карбоксильные группы соединены со спиртовыми. Такая связь может быть разрушена омылением под влиянием щелочи, что и происходит при извлечении гуминовых веществ. Омылению мешают Са и некоторые соединения Fe и Al. Это положение будет в дальнейшем использовано И.В. Тюриным при разработке метода определения фракционно-группового состава гумуса. Вершиной творчества ученого в области генезиса почв явилась опубликованная в этот период работа "Географические закономерности гумусообразования".

И.В. Тюрин к 1949 г. установил запасы гумуса и азота в почвах СССР, определил состав гумуса. Его основные выводы сводились к следующему:

1) наиболее закономерно по отношению к содержанию гумуса изменяется группа гуминовых кислот, следовательно, условия, благоприятные для накопления гумуса, способствуют и образованию гуминовых кислот;

2) относительное содержание фульвокислот в гумусе различных типов почв тем больше, чем меньше содержание гуминовых;

3) характерно отношение ГК к ФК: для черноземов оно близко к единице и более, для других типов почв содержание ФК часто в 2–3 раза превышает содержание ГК.

И.В. Тюриным было установлено, что ГК черноземов отличаются высоким содержанием углерода и меньшим кислорода и водорода (элементов воды) по сравнению с ГК подзолистой почвы, что сопровождается черной окраской у ГК черноземов и бурой – у подзолистых почв.

И.В. Тюрин установил, что типы почв различаются не только по содержанию главных групп гумусовых веществ, но и по их состоянию – формам связи с минеральной частью и друг с другом, для гуминовых кислот И.В. Тюрин предложил три формы связей:

1) гуминовые кислоты и их комплексы с фульвокислотами в свободном состоянии или в виде гуматов Al, Fe, Ca, Mg, растворимых в 0,1 н. NaOH, что характерно для бурых гуминовых кислот;

2) гуминовые кислоты и их полимерные комплексы, обычно с незначительным участием фульвокислот, растворимые в щелочи только после декальцирования (удаление из почвы обменного кальция) в форме гуматов Ca, не растворимых в 0,1 н. NaOH. Это характерно для черных гуминовых кислот;

3) гуминовые кислоты, связанные с относительно устойчивыми соединениями Fe и Al, которые извлекаются после выделения упомянутых выше фракций веществ при попеременной обработке остатка почв кислотой и щелочью. Для фульвокислот он предусмотрел четвертую форму связи – фульвокислоты, извлекаемые минеральными кислотами (наиболее свободная форма).

Анализ фракционно-группового состава гумуса позволил И.В. Тюрину сформулировать следующие закономерности: в почвах с наименьшим содержанием ГК преобладают бурые ГК и их полимерные комплексы. В почвах с высоким относительным и абсолютным содержанием ГК преобладают ГК, связанные с Ca. В целом соотношение этих форм находится в соответствии со степенью насыщенности почв кальцием.

И.В. Тюрин придавал большое значение методическим разработкам. В 30-е гг. им были оценены достоинства и недостатки различных методов определения органического углерода в почвах. На основании различий между определением углерода по выходу CO<sub>2</sub>

при окислении методом сжигания и по расходу окислителя (по окисляемости) был предложен способ расчета степени окисленности органического вещества почв. Весьма критически он относился к величине коэффициента пересчета органического углерода в гумус (1,724), предложенной Ван-Беммеленом на основании данных Шпрингера; он считал, что для разных гумусовых веществ коэффициент может изменяться от 1,8 до 2,5. Материалы по оценке методов определения органического углерода были представлены И.В. Тюриным III Международному конгрессу почвоведов (Англия, 1935), а метод определения гумуса окислением бихроматом, названный его именем, надежно вошел в науку и практику.

### **Найдин Павел Георгиевич (1893 – 1969)**

Найдин Павел Георгиевич – инициатор создания и руководитель Всесоюзной географической сети опытов с удобрениями в ВИУА, автор более 150 научных и научно-популярных работ по применению удобрений в различных районах страны, методике опытного дела, построению системы удобрения в севооборотах. Успех научно-организационной деятельности П.Г. Найдина и его влияние на развитие опытного дела в стране объясняется большим талантом организатора, творческой инициативой, исключительным знанием особенностей земледелия различных регионов, личным знакомством едва ли не со всеми научными и опытными учреждениями и ведущими учеными и практиками опытного дела.

П.Г. Найдин был выдающимся лектором и докладчиком, воспитателем целой плеяды ученых-агрохимиков. Он являлся членом Координационного совета по вопросам производства и использования удобрений при Совете Министров СССР, членом технического совета Министерства сельского хозяйства СССР, постоянным консультантом Госплана СССР и РСФСР, Комитета по химии Совета Министров СССР. Вклад П.Г. Найдина в развитие отечественной агрохимии неоспорим и велик. Сердобольский Иван Павлович (1893–1963) – известный советский ученый, почвовед и агрохимик; окончил физико-математический факультет Ленинградского университета. Свою трудовую деятельность начал в Почвенном институте им. В.В. Докучаева. Сначала работал в лаборатории физической химии, затем – в лабо-

ратории агрохимии. Свои знания физики, химии и математики широко использовал в исследованиях вопросов почвоведения и агрохимии. Его первые работы в этой области были посвящены изучению варьирования химических свойств почвенного покрова и разработке методов определения физико-химических и агрохимических свойств почв. Затем в течение ряда лет он работает над исследованием окислительно-восстановительных процессов в почвах.

Работы И.П. Сердобольского в этой области по глубине понимания почвенных процессов и совершенству методов исследования являются классическими. В результате этих исследований им были созданы научные представления об условиях превращения в почве соединений марганца и железа. Ученый обосновал необходимость применения изотопного метода в агрохимии и почвоведении. Применение в опытах радиоактивных изотопов дало новые представления о химическом характере явлений катионного и анионного обмена в почвах. Он был одним из инициаторов использования радиоактивных стабильных изотопов в сельском хозяйстве и агрономической науке. И.П. Сердобольский уделял много внимания вопросам методики анализа почв.

В "Руководстве по агрохимическому анализу почв" ему принадлежат главы о методике определения в почвах рН, окислительно-восстановительного потенциала и о применении изотопного метода в почвенных и агрохимических исследованиях. Благодаря его энергичной деятельности в работах сельскохозяйственных исследовательских и опытных учреждений широкое использование получило применение этих физико-химических методов исследования почв. Определение окислительно-восстановительного потенциала стало применяться при изучении вопросов орошения почв, генезиса и агротехники болотных почв, культуры риса.

В 1944 г. вышла из печати книга И.П. Сердобольского "Калий", а в 1952 г. – "Химия почвы"; эти труды были переведены на иностранные языки и изданы за рубежом. В них выявилось умение автора ясно излагать современное состояние самых сложных вопросов почвоведения и агрохимии и популяризировать достижения этих наук.

## Балашев Лев Леонидович (1894 – 1982)

Балашев Лев Леонидович сочетал плодотворную научную деятельность в Научном институте по удобрениям (НИУФ) с большой авторской и редакционной работой. Еще будучи студентом Московского сельскохозяйственного института (ТСХА), он вел ответственную работу в редакции первого советского агрономического журнала "Вестник сельского хозяйства". В последующие годы (1929–1931) редактировал журнал "Удобрение и урожай", который был первым журналом в СССР, посвященным вопросам применения минеральных удобрений. С начала организации журнала "Агрохимия" (1964) и до последних дней жизни Л.Л. Балашев работал в качестве заместителя главного редактора.

В результате обобщения данных полевых опытов с удобрениями, проводившихся различными сельскохозяйственными организациями, Л.Л. Балашевым была установлена высокая эффективность минеральных удобрений почти на всей территории Советского Союза и наибольшая отзывчивость культур на удобрения в зоне достаточного увлажнения. Данные обобщения полевых исследований были опубликованы в 19 выпусках Трудов НИУФ, охвативших практически все регионы СССР.

В сводном труде "Действие азота, фосфора и калия на урожай полевых культур по районам Союза ССР" была дана полная сводка результатов полевых опытов с удобрениями. Основным автором и бессменным редактором всех этих трудов, установивших географические закономерности эффективности минеральных удобрений в зависимости от климата, типа почвы и вида культуры, был Лев Леонидович. Им была проведена большая и важная для практики сельского хозяйства работа по составлению "Справочника по удобрениям" (1933). В справочнике приведены сведения об агрономических рудах и методах их технологической переработки, дана характеристика азотных, фосфорных, калийных, сложных и других видов удобрений, а также описаны способы и условия применения их в сельском хозяйстве. Ученым были написаны книги "Навозное удобрение" (1929) 63 "Фосфорит на почвах СССР" (1936), составлен словарь-справочник "Химизация сельского хозяйства", выдержавший два издания (1964; 1968). Свою докторскую диссертацию (1947) Л.Л. Балашев посвятил

зависимости действия минеральных удобрений от сортовых особенностей растений.

### **Алямовский Никанор Иванович (1895 – 1963)**

Алямовский Никанор Иванович – видный агрохимик по вопросам применения удобрений. Основная часть его трудов посвящена проблемам известкования почв. Работая в лаборатории известкования почв ВИУА с момента ее организации в 1932 г., он участвовал в разработке ряда важных направлений по известкованию. При этом особенно много исследований проведено им по изучению форм известковых удобрений, а также по разработке методики определения их состава. Изучая эти вопросы, Н.И. Алямовский создал прибор для колориметрического определения кислотности, который в отличие от других, рекомендуемых как у нас, так и в зарубежных странах, отличался в то время высокой точностью и имел шкалу с устойчивой к воздействию света окраской. Важное качество прибора Н.И. Алямовского заключалось в том, что он мог использоваться не только в лабораторных, но и в полевых условиях.

Исследования ученого по известкованию почв подытожены в его фундаментальной монографии "Известковые удобрения в СССР".

### **Вольфович Семен Исаакович (1896 – 1980)**

Вольфович Семен Исаакович – один из авторов технологии переработки апатитового сырья на суперфосфат. Им выполнены исследования по экстракции фосфорной кислоты из отечественного сырья. Ему принадлежит инициатива создания первой технологической схемы производства хлористого калия из сильвинита. На основе его работ по использованию борносиликатных руд реализован в промышленности кислотный метод получения борной кислоты. Под руководством С.И. Вольфовича исследованы физико-химические процессы кристаллизации нитрата аммония и других солей, а на основе работ в области утилизации фтористых газов, выделяющихся при переработке природных фосфатов, на промышленных предприятиях производят фтористые и кремнефтористые соли натрия, калия, аммония. С.И. Вольфович участвовал в освоении установки для промыш-

ленного синтеза аммиака, впервые осуществленного в СССР, и был одним из инициаторов разработки технологического процесса получения мочевины и ее композиций с фосфатами аммония. Он был одним из создателей и руководителей Научно-исследовательского института по удобрениям и инсектофунгицидам (НИУИФ).

Совместно с Д.Н. Прянишниковым внес большой вклад в разработку и осуществление планов химизации сельскохозяйственного производства в нашей стране.

### **Мамченков Иван Прохорович (1896 – 1980)**

Мамченков Иван Прохорович провел оригинальные многоплановые исследования по оценке различных способов хранения навоза. Установил, что при аэробном способе хранения навоза во избежание потерь азота необходимо компостировать его с суперфосфатом и фосфоритной мукой. Им были разработаны и реализованы наиболее рациональные способы приготовления и хранения навоза, его компостирования с фосфоритной мукой и суперфосфатом, с различными органическими компонентами, что позволяло получать удобрения высокого качества. Показал, что при компостировании навоза с фосфоритной мукой увеличивается скорость его гумификации, сокращаются потери азота навоза, повышается коэффициент использования фосфора фосфоритной муки.

Компостирование навоза с суперфосфатом тоже резко сокращает потери азота. Впервые им было установлено, что при саморазогревании торфа и торфонавозных компостов до 60-70°C значительно повышается содержание в них аммонийного и легкогидролизуемого азота.

Изучение различного рода подстилок (солома, древесные опилки, торф.) показало, что экономически наиболее целесообразно применять на подстилку солому и торф, поскольку мобилизация азота торфа достигается при компостировании его с навозом, навозной жижой, с различными отходами сельского и коммунального хозяйства. Была изучена возможность использования осадков сточных вод на удобрение и доказано, что наиболее выгодно совместное применение органических и минеральных удобрений в севообороте.

## Соколов Андрей Васильевич (1898 – 1980)

Соколов Андрей Васильевич разработал принципы агрохимического районирования территории СССР.



*Рис. 46. Соколов Андрей Васильевич*

Ему принадлежит заслуга в творческом объединении советских агрохимиков и почвоведов для решения проблемы интенсификации и химизации сельского хозяйства.

Он увязывал результаты исследований почвоведов с задачами планирования сельского хозяйства, проблемами применения удобрений, агрохимслужбы и запросами агрохимической практики. А.В. Соколов является одним из инициаторов создания агрохимлабораторий при МТС, а в послевоенные годы – создания в СССР единой государственной агрохимической службы. Круг научных интересов ученого был очень широк, причем по некоторым направлениям он был пионером или дал мощный толчок их развитию.

А.В. Соколов разработал микродинамический метод оценки почвенного плодородия, изучил характер взаимодействия органических и азотных удобрений с почвой. Большое место в научных исследе-

дованиях ученого занимают вопросы фосфорного питания растений. Еще в 30-е гг. прошлого столетия он исследовал содержание в растениях различных форм фосфорных соединений в зависимости от условий их питания. В этих экспериментах по методам, разработанным им самим, определялось содержание неорганических и органических соединений фосфора с подразделением на фосфор нуклеопротеидов, фосфатидов, фитина и сахарофосфатов. Это были первые исследования по изучению влияния условий выращивания на содержание различных форм соединений фосфора в растениях. Замечательным в постановке этих исследований является глубокий интерес к метаболизму соединений фосфора в растении.

Изучая возможность регулирования темпов роста и развития посредством фосфорного питания, А.В. Соколов связывал ускоренное развитие растений с интенсивным синтезом фосфатидов и нуклеопротеидов. Наряду с изучением фосфорного метаболизма в растениях, большое внимание он уделил установлению доступных растениям форм фосфора в почвах. Ученый разработал оригинальный метод определения с помощью изотопа фосфора  $^{32}\text{P}$  сравнительной доступности растениям фосфора из различных удобрений, а также из почвенных запасов.

На основе исследования фосфорного и азотного питания растений, фосфорного режима почв, изучения свойств фосфорных и калийных удобрений он обосновал целесообразность производства аммофоса и сложных удобрений на его основе. А.В. Соколов выдвинул и дал научное обоснование идее гранулирования удобрений, установил необходимость их производства и применения. Он являлся также неутомимым пропагандистом рядкового внесения удобрений. Первым подметил сходство в реагировании различных видов растений на известкование и на внесение хлорсодержащих удобрений, что позволяет предвидеть отношение отдельных растений к хлоридам.

В ряде работ ученого получили творческое развитие исследования Д.Н. Прянишникова по проблеме биологического азота в земледелии нашей страны. В частности, он показал размеры азотфиксации бобовыми культурами при различной их урожайности на отдельных агротехнических фонах. А.В. Соколову принадлежит заслуга в развитии такого важного экологически и экономически направления агрохимии, как изучение круговорота и баланса веществ в земледелии и

сравнение его с круговоротом и балансом в естественных экосистемах. Занимаясь агрохимическими проблемами, он не мог обойти и методическую сторону исследований: это разработка агрохимических методов анализа почв; применение только что открытых радиоактивных изотопов в почвенно-агрохимических исследованиях; микродинамический подход к изучению распределения частиц удобрений в почве; почвенно-растительная диагностика питания и состояния растений.

Нельзя пройти мимо такого методического направления работы А.В. Соколова, как подготовка, закладка и проведение вегетационных и полевых опытов. Он одним из первых в нашей стране стал применять для анализа их достоверности аппарат математической статистики. А.В. Соколов – автор таких фундаментальных работ как "Распределение питательных веществ в почве и урожай растений" (1947), "Агрохимия фосфора" (1950), "Вегетационный метод" (1938) и "Анализ сельскохозяйственных растений" (1941). Он редактировал ряд руководств и справочных изданий по вопросам агрохимии и применения удобрений: "Справочник по удобрениям" (1933), "Справочник агронома по удобрениям" (1934), "Спутник агрохимика" (1940), "Справочник по минеральным удобрениям" (1960), "Справочник по химизации сельского хозяйства" (1969), "Руководство по составлению почвенных и агрохимических карт" (1964), "Агрохимические методы исследования почвы" (1944–1975).

### **Аринушкина Евдокия Васильевна (1899 – 1994)**

Вся научная и педагогическая деятельность Е.В. Аринушкиной была целиком связана с Московским государственным университетом, где она начала работать с 1936 г. Ее научные исследования были направлены на развитие учения о микроэлементах и разработку, совершенствование и систематизацию методов анализа химического состава почв.

Она исследует состояние микроэлементов в системе почва–растение, поступление марганца, цинка, меди, бора в растения, оценивает их содержание в плодах, листьях, побегах различных культурных растений, изучает формы соединений, динамику микроэлементов в почвах СССР. Одновременно Е.В. Аринушкина создает первый

спецкурс о микроэлементах в почвах и растениях и читает его студентам, специализирующимся в области химии почв. В эти же годы она начала читать курс химического анализа почв и грунтов для студентов почвоведов и грунтоведов. Основу курса составлял валовой анализ, который знакомил студентов с приемами разложения почв количественного определения содержания химических элементов.



*Рис. 47. Аринушкина Евдокия Васильевна*

В 1949 г. выходит учебное пособие "Валовой химический анализ почв и грунтов" – первое из серии руководств по химическому анализу почв, созданных Е.В. Аринушкиной. Эта книга оказалась полезной не только для студентов МГУ, но и для производителей – почвоведов и грунтоведов. В 1952 г. она выпускает новое учебное пособие "Химический анализ почв и грунтов", в котором рассматривались все анализы почв.

Самым главным научным трудом в жизни Е.В. Аринушкиной стало вышедшее в 1961 г. "Руководство по химическому анализу почв", которое сделалось настольной книгой для почвоведов, агрохи-

миков, земледелов, геологов и грунтоведов. Все методы, приведенные в руководстве, были тщательно проверены, многие – усовершенствованы. Именно она ввела в практику анализа почв желатиновый метод определения кремниевой кислоты, облегчивший труд многих аналитиков. До нее в нашей стране практически не существовало пособий по химическому анализу почв, кроме книги К.К. Гедройца, которая вышла еще в 20-х гг.

В книге Е.В. Аринушкиной химический анализ почв рассматривается систематически, приводятся комплексные наборы методов, характеризующие все важнейшие свойства почв. Она написана в ясной, доступной форме. В дальнейшем, по мере появления новой техники, Е.В. Аринушкина стремится вводить в учебное пособие новые методы. В результате этой большой работы в 1970 г. вторым изданием вышла книга "Руководство по химическому анализу почв", которой и по сей день пользуются в учебных заведениях и агрохимических лабораториях. В эту книгу введены комплексометрические методы определения железа, алюминия, кальция, магния и серы, а также определение микроэлементов в различных почвах, что являлось основной темой научно-методической работы Е.В. Аринушкиной; кроме того, включена глава "Ионнообменные смолы и их использование в аналитической практике". Работа над книгами по химическому анализу почв стала главным делом всей жизни Е.В. Аринушкиной; поиски нового, лучшего характерны для нее как для ученого и преподавателя.

### **Баранов Павел Александрович (1899 – 1996)**

Баранов Павел Александрович – известный ученый и общественный деятель в области химизации сельского хозяйства нашей страны. Он одним из первых в СССР широко развернул исследования физико-химических и физико-механических свойств удобрений.

Эти исследования явились значительным вкладом в агрохимическую науку и послужили базой для решения многих вопросов по улучшению качества удобрений. Большое значение имеют его фундаментальные работы по изучению действия гранулированных фосфорных туков и жидких азотных удобрений. П.А. Баранов был инициатором работ по изучению гранулирования аммиачной селитры.

Ученый провел технико-экономическую проработку новой формы жидкого азотного удобрения – раствора карбамида-аммиачной селитры (КАС). Обобщая зарубежный и отечественный опыт применения жидких азотных удобрений, он со своими коллегами описал особенности КАС, которые в значительной степени обусловлены их физико-химическими свойствами. Было показано, что на их основе может быть организовано приготовление и внесение в почву с большой равномерностью жидких смешанных удобрений. Его исследования жидких азотных удобрений были в СССР одними из первых, в которых детально изучались агрохимические свойства аммиака, его влияние на почву, превращение и миграция в зависимости от реакции, температуры, влажности, гранулометрического состава почвы.



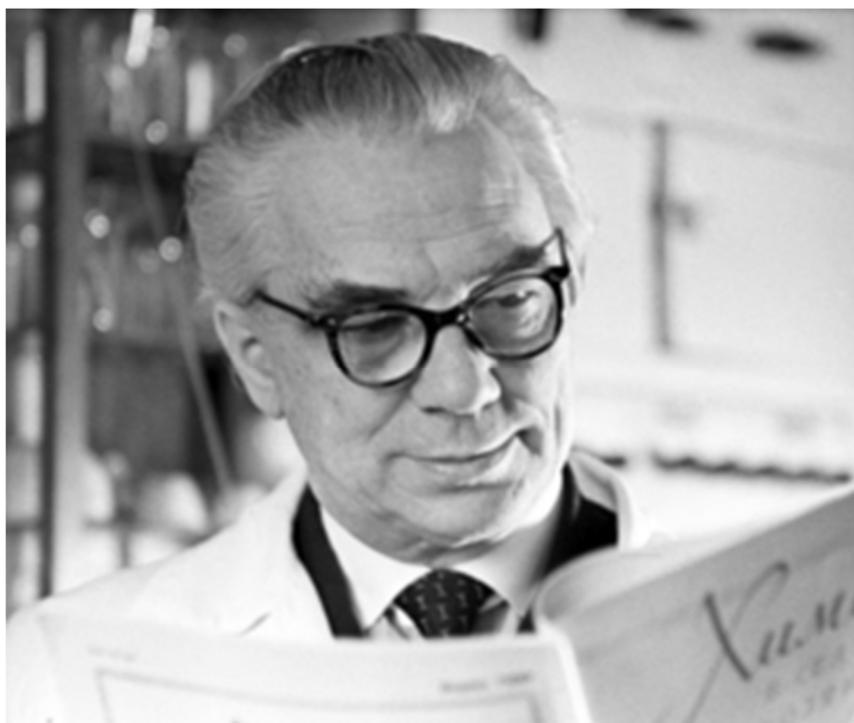
*Рис. 48. Баранов Павел Александрович*

П.А. Барановым разработан метод совместного применения суперфосфата и фосфоритной муки. Им выявлены особенности физико-химического взаимодействия гранулированного суперфосфата с почвой, установлены условия наиболее эффективного его применения и требования к его качеству. Он предложил локальное внесение удоб-

рений, изучил процессы превращения гранулированных и жидких удобрений в почве в зависимости от способов их внесения, разработал методы определения потребности почв в удобрениях.

Большая заслуга принадлежит П.А. Баранову в разработке рекомендаций по правильному использованию торфяных угодий. Он обосновал, что торфяники необходимо широко использовать для возделывания кормовых культур, а применение торфоминеральных удобрений, особенно в чистом виде, экономически и агрономически нецелесообразно. Особо следует отметить деятельность ученого в развитии химизации сельского хозяйства еще в начальный период социалистического строительства в нашей стране. П.А. Баранов принимал самое деятельное участие в разработке принципов географического размещения вновь создаваемых химических заводов по производству минеральных удобрений и особенно суперфосфатной промышленности в третьей пятилетке. Им проведена большая работа в научно-технической экспертизе Госплана СССР, где он участвовал в определении потребности страны в минеральных удобрениях, размещении их производства и в разработке их ассортимента.

#### **Ковальский Виктор Владиславович (1899 – 1994)**



*Рис. 49. Ковальский Виктор Владиславович*

Одним из первых в стране начал заниматься проблемой микроэлементов. Первые работы в этой области, которой он отдал всю свою жизнь, были выполнены в 1929–1931 гг. и посвящены физиологической роли "следов" серебра, алюминия и меди.

В организованном по его инициативе в 1935 г. отделе сравнительной биохимии Института биохимии АН УССР он широко ставит исследования по химической изменчивости организмов и живого вещества, одобренные В.И. Вернадским. В.В. Ковальским показана значительная химическая гетерогенность биосферы, хорошо характеризующаяся биогенными циклами химических элементов, начальным звеном которых служит почвообразующая порода, а конечным – животные и человек. Им были установлены в различных геохимических условиях страны биогенные циклы: меди – Нечерноземная зона, Южный Урал, Дагестан; кобальта – Нечерноземная зона, Азербайджан, Южный Урал; цинка – Южный Урал; бора, кобальта, меди, марганца – Барабинская низменность, Кулундинская степь; бора – Казахстан, Узбекистан; селена – Тува; иода – многие области Союза; урана – Киргизия и другие районы; цинка, ртути, мышьяка и сурьмы – Ферганская область и других элементов в различных областях СССР. Были выявлены биологические реакции растений, животных и человека на избыток или недостаток в геохимической среде отдельных элементов или изменений их соотношений, открыты и впервые описаны эндемии животных и человека: гипо- и авитаминоз В12 в Нечерноземной зоне, молибденовая подагра – в Анакаване, свинцовая невралгия – в Армении, борные энтериты – в Казахстане, стронциевые хондростеодистрофии – в Забайкалье, Таджикистане и другие. На основе полевых наблюдений реакций организмов на геохимические факторы сред и моделирования их В.В. Ковальский разработал новую биогеохимическую дисциплину – геохимическую экологию микроорганизмов, растений, животных организмов.

Геохимическая экология легла в основу учения о биогеохимическом районировании биосферы, которое принято международными организациями как новая система районирования и картирования биосферы. Им создана система таксонов биосферы – регионы, субрегионы биосферы и входящие в их состав биогеохимические провинции, ранее в 1938 г. предложенные А.П. Виноградовым. Система биогеохимического районирования биосферы основывается на исследо-

вании биогеохимической пищевой цепи химических элементов, их биогенных циклов. В.В. Ковальским составлена схематическая карта биогеохимического районирования Советского Союза. По мнению ряда зарубежных ученых, немногие страны могут похвастаться такой картой, более подробной и более насыщенной данными. Под его руководством изучено более 30 субрегионов биосферы и 130 биогеохимических провинций. Важной основой определения потребности живого организма в микроэлементах является учение В.В. Ковальского о пороговых концентрациях химических элементов. Им выявлено существование локальных биогеохимических разностей биогенных циклов в биосфере, что конкретизирует понятие биогеохимической гетерогенности и создает условия для обоснования практического использования микроэлементов в сельском хозяйстве, медицине, ветеринарии, биотехнологии и других сферах народного хозяйства. Эколого-геохимические исследования В.В. Ковальского положены в основу нормирования микроэлементов в питании людей и сельскохозяйственных животных в целях адаптации организмов к экстремальным условиям окружающей среды и профилактике эндемических заболеваний, промышленного производства препаратов и кормов, обогащенных микроэлементами.

В.В. Ковальский придавал первостепенное значение завершению научных разработок, внедрению их в практику, постоянно подчеркивая, что теоретические биогеохимические исследования составляют важную основу для решения народнохозяйственных задач не только в будущем, но уже и в настоящее время. Он – автор многочисленных рекомендаций по применению подкормок микроэлементами в животноводстве, им и его учениками разработаны способы искусственного изменения биогеохимических пищевых цепей в водоемах, обеспечивающие значительное увеличение рыбопродуктивности и качества рыбы как пищевого продукта.

### **Клечковский Всеволод Маврикиевич (1900 – 1974)**

Клечковский Всеволод Маврикиевич одним из первых в России использовал искусственные радиоактивные изотопы с целью изучения питания растений и исследования эффективности применения удобрений.

В 1947 г. им в Тимирязевской академии была организована биофизическая лаборатория, ставшая крупнейшим центром в области применения радиоизотопов и ядерных излучений в исследованиях по сельскому хозяйству. В.М. Ключковский является основоположником нового важного раздела современной агрохимии, получившего название агрохимии радиоактивных продуктов деления. Исключительно важное теоретическое и практическое значение исследования поведения осколков деления в почвах и растениях связано с быстрым развитием атомной техники и промышленности. В.М. Ключковским и его многочисленными учениками была выполнена обширная программа работ, которая позволила вскрыть основные закономерности поведения в почвах широкого спектра радиоактивных продуктов деления и особенности их поступления в растения и накопления в урожае.

Фундаментальные исследования поведения в почвах и перехода в растения микроколичеств радиоактивных изотопов стронция, цезия, циркония, церия, рутения и других радионуклидов, относящихся к осколкам деления ядер тяжелых атомов, явились основополагающими при решении многих вопросов, касающихся проблемы радиоактивных выпадений и миграции радионуклидов по биологическим и пищевым цепям.

Результаты этих работ ученого были представлены от СССР в Научный комитет по действию атомной радиации ООН, обсуждались на первой и второй конференциях по мирному использованию атомной энергии в 1955 и 1958 гг. и получили международное признание.

### **Сапожников Николай Аркадьевич (1901 – 1980)**

Крупный ученый в области агрохимии и земледелия. Его научная деятельность была связана с самыми ответственными периодами развития сельского хозяйства страны: коллективизацией, развитием хлопководства в республиках Закавказья, восстановлением сельского хозяйства после Великой Отечественной войны, интенсификацией его в Нечерноземной зоне РСФСР. Огромный фактический материал, собранный лично им, послужил основой для написания им свыше 100 печатных работ и четырех монографий. Особое место в этих работах занимает разработка системы земледелия как составной части рационального ведения сельского хозяйства в Северо-Западной зоне стра-

ны, результаты которой обобщены в виде трех отдельных изданий. При разработке теоретических основ системы обработки почв применительно к Нечерноземной зоне ярко проявился его многосторонний подход к разрабатываемым проблемам, комплексное сочетание агрофизических и агрохимических исследований с изучением биологических процессов в почве.

Н.А. Сапожниковым впервые в СССР был предложен оригинальный метод использования радиоактивного изотопа фосфора при определении поглотительной способности корневой системы растений в полевых условиях. Итогом этого этапа работы явилась монография "Биологические основы обработки подзолистых почв". Монография "Научные основы системы удобрения в Нечерноземной полосе" стала настольной книгой специалистов агрохимслужбы.

Одним из первых в стране Н.А. Сапожников возглавил изучение процессов трансформации азота и азотного питания растений с широким использованием стабильного изотопа  $^{15}\text{N}$ . В руководимой им лаборатории были проведены оригинальные исследования с меченой микробной биомассой, меченым азотом, с помощью метода изолированного питания и тяжелого азота показано значение физиологического фактора в использовании удобренными растениями почвенного азота.

Методом двойной метки удобрений  $^{15}\text{N}$  и  $^{32}\text{P}$  выявлено взаимное влияние названных элементов на азотное и фосфорное питание растений на почвах разного уровня плодородия. Результаты этих исследований нашли отражение в монографии "Азот в земледелии Нечерноземной полосы". Чернов Василий Андреевич (1901–1960).

Первые его исследования были посвящены изучению влияния способов внесения удобрений на культуру картофеля. Он разработал и описал локальное внесение удобрения и устано- 70 вил преимущество этого способа перед разбросным. Выявил отрицательное воздействие высоких норм физиологически кислых минеральных удобрений на рост и развитие растений и нашел способ нейтрализации их вредного воздействия с помощью извести. В.А. Черновым был разработан способ местного внесения комплексных удобрений, состоящих из минеральных солей питательных элементов, извести и органических веществ, обеспечивающих получение высоких урожаев картофеля. Изучил передвижение питательных элементов в почве, исследуя диффу-

зию ионов  $\text{NO}_3^-$ , и  $\text{Cl}^-$  и реакции обмена катионов в почвах. Ученый установил, что  $K$ -константа равновесия, рассчитанная по закону действующих масс, при катионном обмене в почве не является постоянной величиной, так как почва – открытая система и законы термодинамики не вполне применимы к ней. Им было доказано, что кислотность красноземов и подзолистых почв обусловлена не водородом, а адсорбированными ионами алюминия. Он развил новое направление в агрохимии – изучение микроэлементов, содержащихся в почве и растениях. Совместно с сотрудниками были разработаны точные методы определения ничтожно малых количеств микроэлементов и изучено их содержание в различных почвах СССР.

Примером практической ценности научных разработок В.А. Чернова является выявление недостатка микроэлементов в почвах Калининградской области как причины падежа крупного рогатого скота.

### **Турчин Федор Васильевич (1902 – 1965)**

Турчин Федор Васильевич занимался агрохимической оценкой различных форм простых и сложных минеральных удобрений. Им была установлена равноценность мочевины и аммиачной селитры для питания культурных растений в различных почвенно-климатических зонах страны. Изучая применение в сельском хозяйстве жидких азотных удобрений, он показал, что аммиак и аммиакаты, если исключить возможность потерь азота из этих удобрений при внесении их в почву, также усваиваются растениями и дают такой же эффект, как и обычные "твердые" азотные удобрения.

Ф.В. Турчин внес новые представления о значении калия в азотном и углеводном обмене, синтезе азотистых органических соединений и аммиачном питании растений. Ученый неоднократно указывал на значимость калия для нормального усвоения аммиачного азота злаковыми культурами. Им было установлено, что недостаток калия в условиях аммиачного питания вызывает обильное накопление аммиака в растениях, вследствие чего наступает аммиачное отравление, приводящее в крайних случаях к гибели растений. Как было установлено, в условиях аммиачного питания у растений, испытывающих недостаток в калии, повышается содержание редуцирующих

сахаров. Будучи инициатором применения соединений, меченных стабильным изотопом  $^{15}\text{N}$ , Ф.В. Турчин провел классические исследования по поступлению в растения и использованию на синтез аминокислот и белков азота нитратов, аммония и амидов. Им были установлены последовательность образования в растениях отдельных аминокислот и факт постоянного обновления белков.

С именем ученого связано решение многих практических задач агрохимии. Использование тяжелого изотопа при изучении превращений азотных удобрений в различных почвах позволило ему установить фактические размеры потерь этого элемента, происходящие в результате улетучивания из почвы свободного азота и его соединений, а также биологического поглощения данного питательного элемента микроорганизмами почвы.

Работы по изучению азотного обмена в растениях позволили Ф.В. Турчину выявить возможность регулирования аминокислотного состава зерна, а, следовательно, и его биологической ценности как продукта питания путем внесения азотных удобрений.

Ф.В. Турчин исследовал также процессы биологической фиксации азота. В его лаборатории было установлено, что при кратковременной экспозиции бобовых растений (12- 24 ч) в атмосфере  $^{15}\text{N}_2$  фиксированный меченый азот обнаруживается в высоких концентрациях исключительно в клеточном соке клубеньковой ткани и в значительно меньших количествах – в клеточном соке вегетативных органов растений. В клубеньковых бактериях *Rhizobium* меченый азот при такой продолжительности экспозиции бобовых растений практически отсутствует. Роль этих бактерий, по мнению Ф.В. Турчина, заключается в индуцировании образования этой специфической клубеньковой ткани. Согласно выдвинутой ученым гипотезе, бактерии *Rhizobium*, проникая в корни бобовых растений, выделяют вещество, индуцирующее образование клубеньковой ткани на поверхности корней, в которой и происходит фиксация атмосферного азота. Но этот процесс, как правильно подметил Ф.В. Турчин, осуществим только в том случае, если клубеньковая ткань снабжается некоторым специфическим веществом, синтезируемым на свету в листьях бобовых растений. Как было им установлено, первым продуктом фиксации является аммиак, который быстро трансформируется в амидную группу аспарагина.

Эти работы позволили пересмотреть многие устаревшие представления о биологической фиксации азота и поставить проблему промышленного использования этого процесса. Широкие теоретические исследования Ф.В. Турчина всегда были тесно связаны с решением практических вопросов, имеющих огромное народнохозяйственное значение: организация производства удобрений и установление требований к их стандартам; оценка различных форм азотных и комплексных удобрений; установление потребности сельского хозяйства страны в минеральных удобрениях и определения их оптимального ассортимента.

### **Авдонин Николай Сергеевич (1903 – 1979)**

Авдонин Николай Сергеевич выполнил целый ряд оригинальных исследований по обоснованию повышенной эффективности гранулированного суперфосфата по сравнению с порошковидным в системе почва–удобрение–растение–микроорганизмы.



*Рис. 50. Авдонин Николай Сергеевич*

Им было установлено, что снижение ретроградии фосфорной кислоты гранулированного суперфосфата при внесении его в почву связано с активизацией микробиологических процессов в сфере вокруг гранул, что снижает химическую иммобилизацию фосфора. Оча-

ги же с повышенной концентрацией питательных веществ улучшали поступление их в растения.

Эти исследования расширили теоретические представления об эффективности удобрений, внесенных в рядки с семенами. Н.С. Авдониным было установлено, что растения в первый период жизни слабее усваивают фосфор из труднорастворимых форм, что также является одной из немаловажных причин высокой эффективности суперфосфата, внесенного в рядки при посеве культуры. Он одним из первых показал положительное влияние фосфорных удобрений на рост и формирование корневой системы растений. Им также была подмечена возможность ослабления отрицательного действия на растения подвижных форм алюминия и кислотности, особенно в первый период их жизни, внесением фосфорных удобрений. Теоретические положения по действию гранулированных удобрений были опубликованы Н.С. Авдониным в книгах: "Гранулированные удобрения" и "Применение гранулированного суперфосфата". Он разработал теоретические основы питания растений в разные периоды их роста и развития. Эти вопросы нашли освещение в его книгах: "Подкормка растений", "Вопросы системы питания растений" и "Подкормка сельскохозяйственных растений". Н.С. Авдонин детально изучил негативные свойства дерново-подзолистых почв и их роль в функционировании системы почва–растение–удобрения.

Впервые в науке он ввел понятие "скрытое отрицательное действие удобрений". Раскрытие этого явления позволило ученому рекомендовать меры по повышению эффективности азотно-калийных удобрений. Впервые в науке им установлено, что негативные свойства дерново-подзолистых почв – излишняя кислотность, подвижные формы алюминия, марганца – являются одной из главных причин массовой гибели озимых зерновых культур и многолетних трав при перезимовке в Нечерноземной зоне нашей страны. Эти работы открыли широкие возможности по борьбе с гибелью растений. Итоги этих исследований автор изложил в книгах: "Свойства почвы и урожай" и "Научные основы применения удобрений".

Н.С. Авдониным и его коллегами проведены оригинальные исследования по выяснению причин кальциефобности растений и по преодолению этого явления. Как показали работы ученого, главной причиной кальциефобности оказалось нарушение обмена веществ в

растениях вследствие изменения соотношения в них между кальцием и калием. Для преодоления кальциефобности растений ученый впервые рекомендовал вносить известь в дозе  $1/4$ -  $1/2$  гидролитической кислотности. Н.С. Авдонин установил причины низкого содержания белка в растительной продукции, получаемой в Нечерноземной зоне СССР. Оказалось, что не климат этой зоны, а негативные свойства дерново-подзолистых почв понижают содержание белка в растениях. Им было установлено, что азотные удобрения не всегда повышают содержание белка в растениях. Возглавляя кафедру агрохимии МГУ в период 1952-1979 гг., Н.С. Авдонин вел большую работу по пропаганде агрохимических знаний. Автор учебника "Агрохимия" (1978).

### **Кауричев Иван Сергеевич (1903 – 2003)**

Научно-исследовательская деятельность в большой мере связана с изучением сезонной динамики современных почвенных процессов, особенно в связи с явлениями временного избыточного увлажнения. На основании обобщения обширного фактического материала им была разработана оригинальная теория элювиально-глеевого процесса.



*Рис. 51. Кауричев Иван Сергеевич*

Впервые в отечественной и зарубежной литературе И.С. Кауричевым были сформулированы главные черты этого процесса, показано его широкое распространение в целом ряде почвенно-климатических зон, выявлена важная роль в генезисе и плодородии многих типов почв.

И.С. Кауричевым было установлено, что для почв временного поверхностного увлажнения характерны контрастность их окислительно-восстановительного (ОВ) режима, специфический состав органических веществ, "расшатанность" минеральной части почвы, образование устойчивых водорастворимых органо-минеральных соединений, ярко выраженная их миграция по почвенному профилю, а также сегрегация в форме разнообразных конкреционных образований. В ряде его работ была раскрыта природа превращения фосфатов в связи с развитием восстановительных процессов, изучены особенности фосфатных режимов во многих типах почв.

Впервые дана обстоятельная характеристика ОВ режима и раскрыты особенности миграции веществ для подзолистых, болотно-подзолистых, оподзоленных почв, почв западин, черноземов лесостепи, каштановых и солонцовых почв, солодей. Дана оригинальная трактовка типов ОВ режимов. Совместно с учениками осуществлена углубленная разработка ОВ буферных свойств почв, применения регуляторов ОВ состояния. Особенностью проведенных исследований является агрономическая оценка ОВ состояния почв. Широкий охват всех аспектов изучения ОВ режимов почв разной степени увлажнения заслуженно выделил И.С. Кауричева как ведущего ученого в этой области. 73 Значительный вклад в науку представляют работы ученого по изучению условий, форм и масштабов миграции ряда соединений в почве. Впервые изучены комплексные водорастворимые органо-минеральные соединения почв, дана углубленная физико-химическая характеристика мигрирующих в почвенном профиле продуктов. Дана агрономическая оценка процессов комплексообразования и их роли в системе почва-растение.

С именем И.С. Кауричева и его учеников связано широкое внедрение в экспериментальные почвенные исследования новых методов:

1) сочетание полевых стационарных наблюдений за почвенными процессами и режимами с методом моделирования почвенных процессов;

2) разработка оригинального метода лизиметрических хроматографических колонок с использованием активированного угля и окиси Al, комплексонов, оценка боковой, восходящей и нисходящей миграции. Это дало возможность в широком географическом аспекте изучать формы и масштабы миграции веществ в почвах. Разработаны теоретические основы указанных лизиметрических методов;

3) применение радиоизотопной метки в полевых исследованиях миграции некоторых соединений и превращения веществ в почвах. Особенностью используемого экспериментального изучения свойств почв является оценка "живых" почв, системы почва-растение-среда, проведение режимных исследований.

### **Владимиров Андрей Владимирович (1904 – 1952)**

Владимиров Андрей Владимирович – ученик и ближайший помощник Д.Н. Прянишникова. Ему принадлежит инициатива исследования вопроса о влиянии условий минерального питания на накопление в растениях органических кислот. Развивая это направление, он обосновал влияние форм и соотношений минеральных удобрений на накопление различных групп органических веществ и изменение их качества. А.В. Владимировым показано, что минеральные удобрения являются мощным фактором в регулировании обмена и накоплении органических кислот, углеводов, эфирных масел и каучука в растениях. Он провел ряд исследований по технике внесения минеральных удобрений и изучил природу действия гранулированных удобрений. А.В. Владимиров является одним из пионеров теории и практики некорневого питания растений микроэлементами. За фундаментальный труд "Физиологические основы применения азотистых и калийных удобрений" ученому в 1950 г. Президиумом АН СССР присуждена премия имени К.А. Тимирязева.

### **Ковда Виктор Абрамович (1904 – 1991)**

Один из известнейших отечественных ученых-агрохимиков. Круг его интересов весьма широк: геохимия солевых процессов в грунтовых водах и в почвогрунтах аридных областей для обоснования и разработки теоретических принципов мелиорации засоленных и со-

лонцеватых земель; генезис почв и его биогеохимические основы, закономерности географии почв; проблемы биосферы, биологической продуктивности почв.

Работая над первым направлением, связанным с развитием орошаемого земледелия, В.А. Ковда сумел, используя результаты исследований подземных вод и их миграции в земной коре, оценить огромную роль грунтовых вод в формировании почв и их засолении. Наиболее значительными работами этого направления научной деятельности В.А. Ковды являются "Солонцы и солончаки" (1937), "Биологические циклы движения и накопления солей" (1944), "Происхождение и режим засоленных почв" (1946, 1947), "Почвенно-геохимические показатели нефтеносности недр" (1951), "Геохимия пустынь" (1954), "Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности" (1954), "Значение дренажа в повышении плодородия почв" (1956), "Применение дренажа при освоения засоленных почв" (1958), "О гидрогенной аккумуляции соединений кремнезема и полуторных окислов в почвах Приамурья" (1958), "Микроэлементы в почвах Советского Союза" (1959), "Щелочные почвы содового засоления" (1963), "Теоретические основы почвоведения".

В этих работах нашли отражение важнейшие процессы геохимической миграции солей в природных условиях, рассмотрено происхождение солей для ряда крупнейших регионов (Заволжье, Арало-Каспийская низменность), вскрыт механизм засоления почв и вод в различных условиях, а также установлены стадии соленакопления.

Все это в итоге позволило ученому дать генетическую классификацию засоленных почв, обосновать взгляды как на остепнение солонцов, развивающихся в условиях отрыва от грунтовых вод, так и на развитие досолончаковой солонцеватости при непосредственном влиянии щелочных пленочно-капиллярных растворов на гидроморфные почвы, а также разработать схему провинций соленакопления в почвах СССР и классификацию орошаемых оазисов. Для каждого типа оазиса им разработан и комплекс мелиоративных мероприятий, учитывающий природную обстановку.

В.А. Ковда теоретически обосновал рассоляющую роль дренажа на орошаемых землях и последовательно отстаивал свои взгляды на мелиорацию засоленных земель, несмотря на значительное противо-

действие, которое в течение многих лет оказывалось ему группой так называемых "антидренажников".

Работы второго направления (генезис, классификациями география почв, историческое почвоведение) являются вторым постоянным звеном научной деятельности В.А. Ковды, начиная с самого раннего периода ее. Хронологически это: "Почвы табачных районов СССР" (1933), "Почвы Британии и их окультуренность" (1935), "Почвы бассейна р. Дона" (1939), "Почвенный покров Ирана" (1944), "Почвы Прикаспийской низменности" (1950), карты природных и хозяйственных условий Туркмении, Южной Украины и Северного Крыма, Среднего Поволжья, Ростовских степей и Волго-Донского пути, Кубани и Ставрополья (1950), "Почвы дельты Волги" (1951), "Минеральный состав растений и почвообразование" (1956), "Очерк почв Приамурья" (1957), "В пустынях и оазисах Египта" (1958), "Очерки природы и почв Китая" (1959), "Почвенная карта Азии" (1964; 1971), "Общность и различия в истории почвенного покрова континентов" (1965), "Почвенная карта мира" (1965), "Основы учения о почвах" (1973), "Почвенная карта мира в масштабе 1:10000000 (1974) и др. Три из названных работ посвящены почвенной карте мира.

Среди научных трудов В.А. Ковды выделяется вышедшая в двух книгах капитальная монография "Основы учения о почвах", "Общая теория почвообразовательного процесса" (1973). Ответственный редактор этой книги профессор МГУ Г.В. Добровольский совершенно справедливо указывает, что "...по оригинальности и глубине трактовки важнейших вопросов современного почвоведения, по широте их охвата и обилию материала книга В.А. Ковды не имеет себе равных в отечественной литературе и не может быть отнесена ни к учебникам, ни к специальным монографиям. Она представляет собой опыт фундаментально-энциклопедического обобщения современных знаний в области теоретического почвоведения".

В этой замечательной книге проблема происхождения и эволюции почв рассматривается на основе творческого развития современных идей биогеохимии и биогеоценологии. Новым является анализ связи почвообразования с неотектоникой и освещение роли идущих в земной коре глубинных процессов, влияющих на почвообразование. Вопросам палеопочвоведения автор уделяет большое внимание и, может быть, самой важной особенностью монографии является то,

что почвенная оболочка Земли, вероятно, впервые рассмотрена как часть биосферы, причем часть, отличающаяся наивысшей плотностью жизни и наибольшей геохимической энергией живого вещества. Эта книга как бы связывает работы В.А. Ковды во всех вышеуказанных направлениях с изучением биосферы. Это направление ученый начал развивать с конца 60-х гг. Он показал, что почвенный покров Земли является существенным компонентом биосферы и играет огромную роль в накоплении и перераспределении запасов энергии и элементов, жизненно необходимых всему живому, включая и человека.

В 1968 г. на Межправительственной конференции экспертов по научным основам рационального использования и сохранения ресурсов биосферы ЮНЕСКО В.А. Ковда выступил с докладом "Современное учение о биосфере". В этом докладе содержались новые для того времени обобщения:

а) о роли гумусовой оболочки почв как общепланетарного аккумулятора и распределителя энергии, прошедшей через фотосинтез растений, и универсального экрана, удерживающего в биосфере биофильные элементы от геохимического стока в Мировой океан;

б) об особенностях роли почв в синтетических и деструктивных частях биологического круговорота;

в) о совершенно особом характере почв как природных ресурсов.

Почвы являются особой формой природных ресурсов в силу того, что отличаются как от возобновляемых; так и от невозобновляемых их форм. В отличие от первых, почвенный покров не возобновляется после разрушения, так как невозпроизводимы условия и история его формирования, а в отличие от вторых, правильное хозяйственное использование почв сохраняет их и позволяет улучшать, придавая им новые качества, отсутствующие в природных почвах. В.А. Ковда выдвинул также ряд очень важных положений в области агрохимии и основ применения удобрений, справедливо указывая, что мы вступили в век комплексных мелиораций.

Он подчеркивал, что они будут эффективны только при условии достаточно высоких доз удобрений. Им неоднократно ставился вопрос о широкой постановке дела изыскания новых видов минеральных удобрений и микроудобрений, а также биохимических удобрений типа витаминов, аминокислот, ферментов.

В.А. Ковда выдвинул идею о создании агрогеохимии как науки об изучении круговорота элементов в агробиоценозах – основных ценозах культурных ландшафтов планеты.

### **Петербургский Александр Васильевич (1904 – 1989)**

Петербургский Александр Васильевич – ученик академика Д.Н. Прянишникова. Главное направление его научной деятельности – корневое питание растений, в частности, изучение взаимодействия корневой системы с твердой фазой почвы при усвоении обменнопоглощенных ионов. Он изучил влияние кислотности почв и содержания в ней подвижного алюминия на рост и развитие растений; разработал теоретические основы известкования кислых почв; выявил условия наиболее эффективного использования молибдена растениями; установил положительное действие на бобовые культуры ванадия; дал агрохимическую оценку комплексным удобрениям. А.В. Петербургский первым выполнил ряд оригинальных исследований по балансу питательных веществ в земледелии. Он – основатель и первый руководитель лаборатории круговорота и баланса веществ в земледелии. А.В. Петербургский – автор фундаментальных монографий: "Обменное поглощение в почве и усвоение растениями питательных веществ" (1959), "Агрохимия и физиология питания растений" (1971; 1981), "Концентрированные минеральные удобрения" (1969), "Агрохимия комплексных удобрений" (1975), "Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии" (1979). Его перу принадлежат учебники "Агрохимия и система удобрений" (1967) и "Практикум по агрохимии" (1968). Как крупный ученый-агрохимик, А.В. Петербургский участвовал в качестве эксперта и консультанта Госплана СССР и РСФСР, Министерств сельского хозяйства СССР и РСФСР, ВАСХНИЛ, выполнял поручения сельскохозяйственного отдела ЦК КПСС и Совета Министров СССР. Большие заслуги принадлежат ему в развитии принципиальных положений агрохимической науки, имеющих важное значение для научного обоснования мероприятий по химизации земледелия нашей страны. Он – инициатор создания агрохимической службы в стране. Еще в 1932 г. А.В. Петербургский в соавторстве с Н.Ф. Горбуновым и И.А. Дмитриевым опубликовал книгу "Агрохимслужба в свекловодстве".

## Колосов Илья Иванович (1906 – 1955)

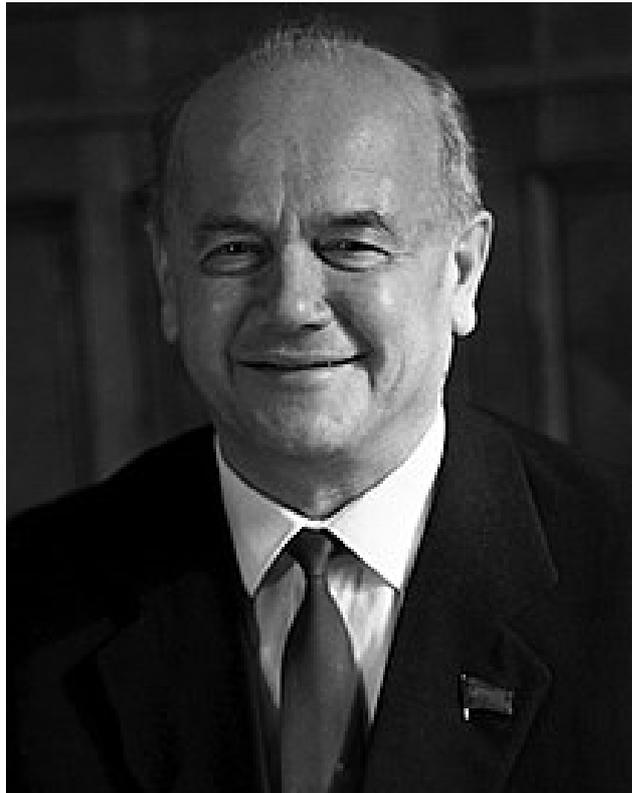
Колосов Илья Иванович экспериментально показал решающую роль обменной адсорбции как важнейшего процесса, при помощи которого осуществляется первичное связывание минеральных веществ на поглощающей поверхности корней. Разработал метод определения поглощающей поверхности корней при помощи учета адсорбции ими метиленовой сини. Ценность этого метода заключается не только в его простоте и доступности, но также и в том, что он позволяет дифференцированно изучать формирование как общей поглощающей поверхности корня, так и его рабочей поверхности, способной к дальнейшей передаче адсорбированных веществ внутрь корня. Это обстоятельство позволяет исследователю получить сразу представление как о размерах поглощающей поверхности корня, так и о ее функциональных свойствах. Результаты исследований, проделанных И.И. Колосовым, позволили установить, что адсорбирующая способность корней существенно изменяется в процессе развития растений. Благодаря этому изменяется зависимость адсорбции ионов от pH наружной среды в различные периоды развития. Вместе с этим установлено значение возрастных изменений для поглощения корнями ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ . Ученый одним из первых указал на недостаточность диагностирования минерального питания только по содержанию водорастворимой фракции элементов питания в почве.

И.И. Колосов установил значимость корневых систем в общем обмене веществ в растении. Используя методику меченых атомов, он показал способность корневых систем к быстрому синтезу высокомолекулярных фосфорорганических соединений – нуклеопротеидов и фосфатидов. Одновременно им было установлено и передвижение из корневых систем ряда аминокислот в надземные части растения.

Результаты исследований И.И. Колосова по изучению корневых систем как органа питания растений были обобщены в его уникальной монографии "Поглотительная деятельность корневых систем растений", которая была опубликована в 1962 г. посмертно.

## Пейве Ян Вольдемарович (1906 – 1976)

Пейве Ян Вольдемарович – основоположник агрохимии микроэлементов, внесший огромный вклад в решение вопросов теории и практики применения микроудобрений. Он одним из первых в нашей стране начал проводить фундаментальные исследования по изучению значения микроэлементов для жизнедеятельности культурных растений, а также их эффективности в повышении урожая и улучшении качества продукции сельскохозяйственных культур.



*Рис. 52. Пейве Ян Вольдемарович*

Я.В. Пейве изучил роль микроэлементов в питании и ферментативной активности растений, предложил методы определения в почвах меди, марганца, молибдена, кобальта, цинка, подвижных форм калия и алюминия, а также гуминовых кислот. Он выделил и изучил содержащие металл ферменты нитратредуктазу и нитрогеназу; исследовал структуру и функции содержащего железо белка леггемоглобина из клубеньков бобовых культур; открыл ранее неизвестное свойство растительной пероксидазы катализировать восстановление нитратов у растений в присутствии диэтилдитиокарбаматов и начал ис-

следование механизма этой реакции. Я.В. Пейве установил эффективность удобрения почв бором и медью; разработал оригинальную методику определения подвижного калия в почвах, сыгравшую существенную роль в улучшении агрохимического обслуживания и вошедшую в дальнейшем в учебники агрохимии. Он автор книг: "Биохимия почв" (1961), "Микроэлементы и ферменты" (1960), "Руководство по применению микроудобрений" (1963). Им была организована Лаборатория биохимии микроэлементов в Институте физиологии растений АН СССР, которой руководил до последних дней жизни. Был бессменным главным редактором бюллетеня "Микроэлементы в СССР". В 1958-1966 гг.

Я.В. Пейве являлся Председателем Совета Национальностей Верховного Совета СССР. С 1966 г. он занимал должность главного ученого секретаря Президиума АН СССР, с 1971 по 1975 г. – академика-секретаря Отделения общей биологии АН СССР.

### **Школьник Марк Яковлевич (1907 – 1983)**

Научная деятельность ученого посвящена одному из важнейших разделов проблемы минерального питания растений – изучению микроэлементов, имеющему серьезное теоретическое и практическое значение. В нашей стране является одним из пионеров в этой 78 области. Первые исследования ученого по микроэлементам посвящены физиологической роли бора. Уже тогда он показал необходимость бора не только для двудольных растений, но и для злаков, а также значение этого элемента для плодообразования и его влияние на разные стороны обмена веществ. Результаты этих работ способствовали решению важных практических вопросов – усилению с помощью бора плодообразования у бобовых и овощных культур.

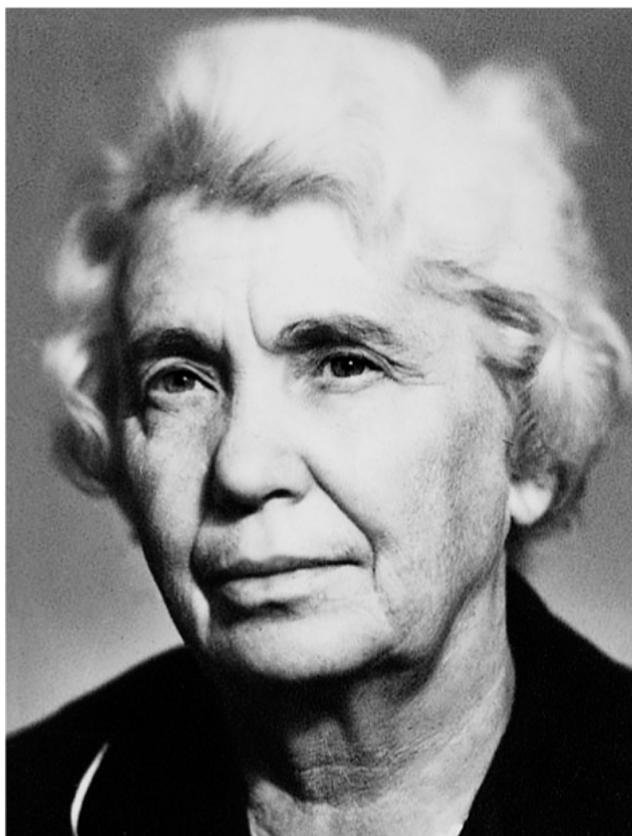
В 1939 г. М.Я. Школьник опубликовал первую в нашей стране и в мировой литературе сводку работ о роли микроэлементов в жизни растений. Под его руководством и непосредственным участием позже были выполнены целый ряд уникальных исследований по изучению физиологической роли микроэлементов в жизнедеятельности растений. Были получены экспериментальные подтверждения о причастности микроэлементов к энергетическому, нуклеиновому, фенольному, ауксиновому обменам, синтезу компонентов клеточных стенок.

Были выяснены физиологические причины тератологических изменений у растений под влиянием недостатка или избытка микроэлементов.

М.Я. Школьник автор монографий "Роль бора и других микроэлементов в жизни растений" (1939), "Значение микроэлементов в жизни растений и земледелии" (1950), "Микроэлементы в сельском хозяйстве" (1957), "Микроэлементы в жизни растений" (1974).

### **Александрова Людмила Николаевна (1908 – 1983)**

Научные интересы были сосредоточены в области химии гумусовых веществ и их производных. Результаты исследований позволили ей создать свою концепцию о процессе гумификации.



*Рис. 53. Александрова Людмила Николаевна*

В 1966 г. во время господства конденсационной гипотезы гумификации, опубликовала основы новой гипотезы, согласно которой элементарными звеньями гумификации являются окислительное кислотообразование, формирование азотистой части молекулы, фракцио-

нирование и дальнейшая трансформация новообразованных гумусовых кислот, их взаимодействие с минеральной частью почвы. Эта гипотеза процесса гумификации стала в настоящее время ведущей и объясняет причины колебаний элементного состава и других свойств гумусовых кислот не только в разных типах почв, но и в пределах одного почвенного профиля и горизонта.

Теория механизма взаимодействия гумусовых веществ с минеральной частью почвы позволила выявить пути их закрепления в почве и объяснить причины слабого закрепления гумусовых веществ в дерново-подзолистых почвах даже после их известкования. Это позволило Л.Н. Александровой в 60-ые гг. настаивать на необходимости систематического обогащения дерново-подзолистых почв органическим веществом и в настоящее время положительный баланс гумуса — одна из основных задач прикладного почвоведения. Исследования ученого в области химии гумусовых веществ занимают ведущее место в мировой науке; разработанные ею теоретические принципы и механизмы реакций гумификации и органо-минеральных взаимодействий широко используются почвоведомы различных направлений, они вошли в учебники и учебные пособия.

Итогом ее многолетних теоретических и экспериментальных исследований по проблеме почвенного гумуса стала монография "Органическое вещество почвы и процессы его трансформации" (1980), которая является одновременно и наиболее полной сводкой основных достижений мировой почвенной науки в области изучения гумуса. Мазаева Матрена Михайловна (1908–1992) изучила особенности магниевого питания растений: роль магния в растительном организме; функциональные нарушения, вызываемые недостатком этого элемента в питательной среде; действие магниевых удобрений на рост и развитие растений, величину и качество урожая. Оригинально ею выполнены работы по изучению взаимозависимости магниевого и кальциевого питания растений.

Обобщение этих работ послужило основой докторской диссертации: "Магниевое питание растений и магниевые удобрения", защищенной в 1967 г. М.М. Мазаевой предложен трилометрический метод определения кальция и магния при агрохимических исследованиях. Она одна из первых изучила влияние хлорсодержащих удобрений на различные сельскохозяйственные культуры. Под ее руководством

проведены широкие исследования по определению содержания магния в почвах Российской Федерации и установлению потребности сельского хозяйства нашей страны в этом элементе. М.М. Мазаева установила критическое содержание магния в почве, при котором растения начинают уже испытывать недостаток этого элемента. По ее данным, для песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистой зоны оно равно 7-8 мг/100 г, для почв более тяжелого гранулометрического состава – красноземов и субтропических подзолистых уровень критического содержания лежит в пределах 10-12 мг/100 г почвы.

Важное значение имеют ее работы, по сравнительной оценке, различных магнийсодержащих соединений, на основании которых разработан перспективный ассортимент магниевых удобрений.

### **Неунылов Борис Александрович (1908 – 1994)**

Неунылов Борис Александрович – крупный ученый в области агрохимии и рисоводства, автор многих приемов возделывания риса и системы применения удобрений, широко внедренных в производство во многих районах мирового рисосеяния.



*Рис. 54. Неунылов Борис Александрович*

Глубокие исследования окислительно-восстановительных процессов в почвах рисовых полей позволили ему выдвинуть общую концепцию об условиях почвенной среды, накопления элементов питания и поступления их в растения риса. Им впервые выявлено, что своеобразное сочетание и динамика окислительно-восстановительных процессов в системе: почва-корни риса-поверхностная почвенная пленка в затопленном рисовом поле, создают условия для перехода в подвижное состояние многих соединений химических элементов почвы и миграции ряда их к корням риса. Он показал возможность рационального использования энергетических ресурсов, заключенных в органическом веществе почвы, попадающих в нее растительных остатков и органических удобрений для усиления накопления доступных рису форм элементов питания и облегчения поступления их в растения.

Б.А. Неуныловым были вскрыты физико-химические процессы, обеспечивающие благоприятные условия роста растений риса в сильно восстановленной залитой водой почве, показана положительная роль кислорода окислов и найдены пути ликвидации вредных последствий восстановления почвы. На основе этой концепции разработаны и внедрены в производство многие новые приемы обработки почв рисовых полей, внесения органических и минеральных удобрений и ухода за посевами риса. Теоретические разработки ученого в области окислительно-восстановительных процессов в почвах рисовых полей получили мировое признание и широко используются учеными, исследующими проблемы повышения плодородия почв и применения удобрений на рисовых полях. Б.А. Неунылов – автор фундаментальных монографий "Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока" (1961), "Почвенные условия при культуре риса" (1971), которые стали настольными книгами для ученых и производственников.

### **Пономарева Вера Владимировна (1908 – 1978)**

Является ярко выраженным представителем биологического направления в почвоведении. В развитие этого направления она внесла большой вклад, обогатив его новым теоретическим содержанием. В научной деятельности В.В. Пономаревой можно выделить два эта-

па: первый — довоенный, когда она в качестве ближайшего, деятельного и способного помощника И.В. Тюрина работала над методическими основами развития в СССР широких оригинальных исследований органического вещества почв, и второй — послевоенный, в течение которого В.В. Пономарева сформировалась как самостоятельный ученый и выполнила разносторонние оригинальные экспериментальные, теоретические и методические исследования. Особое внимание ею уделено изучению химической природы и свойств фульвокислот, а также их роли в почвенных процессах. Она впервые выделила фульвокислоты в свободном состоянии, что дало ей возможность прямого изучения их свойств и функций. Весьма высоко следует оценить ее работы по изучению реакций взаимодействия фульвокислот с главнейшими основаниями, встречающимися в почве: железом, алюминием, кальцием, магнием, натрием, аммонием. Также весьма плодотворны ее исследования по изучению разлагающего действия фульвокислот на силикаты. В 1964 г. она обобщила и развила свои почвенно-биохимические и почвенно-генетические концепции в монографии "Теория подзолообразовательного процесса", которая получила широкую известность и была представлена ею в качестве докторской диссертации. В этой монографии впервые дан содержательный подробный критический обзор истории развития теории подзолообразовательного процесса в СССР и в зарубежных странах, детально освещены биохимические стороны этого процесса на основании, главным образом, личных исследований; убедительно выявлена роль растительности и гумусовых веществ в этом процессе; формулирована оригинальная точка зрения по вопросу о природе оподзоливания, базирующаяся на представлении о дифференциальном осаждении гумусовых кислот и их солей в процессе миграции, воздействии агрессивных фульвокислот на минеральную часть почв с образованием подвижных комплексных и внутрикомплексных соединений полуторных окислов.

В итоге предложена стройная биохимическая концепция подзолообразовательного процесса, раскрыты особенности его проявления в различных физико-географических условиях. Эти и другие положения завоевали широкое прочное признание научной общественности. В монографии В.В. Пономаревой нашли отражение также многие важные аспекты использования подзолистых почв в земледелии.

## **Зырин Николай Георгиевич (1909 – 1997)**

Под его руководством создано первое в стране учебное пособие "Физико-химические методы исследования почв", а в 1977 г. вышла его книга "Спектральный анализ почв". Впервые он создает новое инструментальное направление в изучении состава, свойств и генезиса почв. Еще в 1938 г. им была собрана первая установка для рентгеноструктурного анализа глинистых минералов, в 1939 г в МГУ создана лаборатория физико-химических методов анализа, и на этой основе были изучены закономерности катионного обмена на почвенных минералах, а также изучены особенности строения некоторых гумусовых веществ.

Результаты этих исследований вошли в монографии и учебные пособия. Н.Г. Зыриным уточнены и разработаны современные методы исследования почв, вошедшие в практику почвенно-агрохимических лабораторий: рентгеноструктурный, термический, спектральный, полярографический, фотоколориметрический. Были разработаны проблемы активности ионов в почвах; результаты этих исследований получили в настоящее время широкое распространение и большое научное звучание. Одним из первых в нашей стране Н.Г. Зырин начал заниматься проблемой микроэлементов в почвах. В течение ряда лет лаборатория химии почв МГУ остается центром методических исследований по определению микроэлементов в почвах, растениях; природных водах. Под его руководством и при личном участии проводились многочисленные почвенные экспедиции, в том числе экспедиции в труднодоступные районы Кавказа. Высокую оценку специалистов получили разработанные под руководством ученого вопросы оценки доступности микроэлементов растениям, о формах нахождения микроэлементов в почве, о сорбции их почвами. Эти работы были охвачены общей проблемой "Узловые вопросы учения о микроэлементах", за решение которой Н.Г. Зырину была присуждена ученая степень доктора биологических наук.

Н.Г. Зыриным составлены карты содержания микроэлементов в почвах Европейской части нашей страны. Эти карты позволяют выявить районы возможного дефицита микроэлементов для сельскохозяйственных растений, животных и человека и могут служить осно-

вой для рационального распределения микроудобрений по различным природным и административным районам.

Н.Г. Зырин одним из первых активно включился в решение проблем охраны почв и контроля за загрязнением их токсическими элементами. На кафедре химии почв под его руководством был проведен детальный анализ загрязнения почв тяжелыми металлами в результате техногенных выбросов в атмосферу. Получены оригинальные данные по общим механизмам воздействия промышленного объекта на загрязнение почв, растительности и почвенногрунтовых вод тяжелыми металлами. Для уменьшения загрязнения почв рекомендована система мероприятий, включающая создание санитарнозащитной зоны (техническая и биологическая рекультивация). Разработана система пробоотбора почв, растений, поливных вод для контроля загрязнения окружающей среды и критерии оценки степени их загрязнения.

### **Синягин Ираклий Иванович (1911 – 1978)**

Синягин Ираклий Иванович – автор современной концепции площади питания растений, изложенной в монографии "Площади питания растений", выдержавшей при жизни автора три издания. Он выдвинул новое направление в агрохимии – исследование эффективности удобрений в зависимости от сопутствующих агротехнических условий. Широкие исследования в этой области подытожены в его книге "Агротехнические условия высокой эффективности удобрений". И.И. Синягин внес серьезный вклад в разработку прогрессивной технологии применения удобрений; впервые исследовал изменения свойств почв в зональном разрезе под влиянием удобрений. Гукова Мария Матвеевна (род. 1913 г.) – видный ученый-агрохимик Прянишниковской школы.

Научно-педагогическая деятельность проходила в ведущих учебных заведениях страны – Тимирязевской сельскохозяйственной академии и Университете дружбы народов. Диссертационные работы М.М. Гуковой: кандидатская – "Азотное питание растений" (1944) и докторская – "Особенности азотного питания бобовых культур" (1974) внесли существенный вклад в развитие физиологии и агрохимии азотного питания растений. Она разработала методы диагностики минерального питания сои и риса. Автор учебного пособия "Методи-

ка опытного дела в агрономии" (1987) и соавтор учебника "Агрономическая химия" (1954).

### **Панников Виктор Дмитриевич (1914 – 2012)**

Панников Виктор Дмитриевич провел сравнительные исследования черноземов и лесостепных почв, изучавшихся экспедициями В.В. Докучаева, и установил, что без применения минеральных удобрений содержание перегноя в почвах на пашне лесостепной зоны уменьшается, а 82 под листовыми лесами происходит его накопление. В докторской диссертации "Генезис лесостепных почв" (1954) он дал подробный анализ этих процессов, а также эволюции почв лесостепной зоны.

В диссертации сформулированы методы повышения плодородия лесостепных почв и достижения на этой основе высоких и устойчивых урожаев. Им уделено особое внимание увеличению производства и применения промышленных туков, без чего трудно рассчитывать на устойчивость и высокий уровень земледелия в нашей стране. На основе богатого экспериментального материала В.Д. Панниковым был разработан комплекс агротехнических и агрохимических средств для повышения плодородия дерново-подзолистых, лесостепных почв и черноземов Нижегородской области. Возглавив Географическую сеть опытов с удобрениями (1963-1983 гг.), он провел значительную работу по решению проблемы расширенного воспроизводства плодородия и получения достаточно высоких и устойчивых урожаев.

В.Д. Панников выполнил многочисленные исследования по установлению оптимальных параметров плодородия почв, в т. ч. почвенного поглощающего комплекса. Значительное место в его работах уделено роли и значению органического вещества в почве, особенно активному гумусу, его балансу в земледелии. В.Д. Панников вместе со своим учеником И.Н. Пантелеевым в серии опытов с пропашными культурами установили, что минеральные удобрения при внесении ленточным способом в 2-3 раза эффективнее, чем при внесении обычным разбросным способом. Он с достаточной полнотой сформулировал важный принцип, который крайне необходимо соблюдать при обеспечении экологически безопасной системы удобрения в хозяйствах – это непереносное следование в практической работе зако-

нам земледелия, теоретическим положениям агрохимии и всего комплекса агрономических наук, знание которых необходимо не только для осуществления мер по повышению продуктивности почв и рациональному использованию их богатств, но и для того, чтобы рационально использовать все виды энергии и с наибольшим экономическим эффектом эксплуатировать сельскохозяйственную технику, чтобы каждый внесенный центнер удобрений, каждый килограмм пестицида, использованный для защиты культурных растений, принесли максимальную прибавку урожаев и вместе с тем обеспечили бы защиту окружающей природной среды.

В.Д. Панников – автор первого учебника по геологии для сельскохозяйственных вузов "Основы геологии" (1961), а также монографий: "Почва, удобрение и урожай" (1964), "Почва, климат, удобрение и урожай" (1977; 1987), "Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии Нечерноземья" (1994), "О высокой культуре земледелия и росте урожаев" (2003).

### **Кореньков Дмитрий Александрович (1920 – 1995)**

Кореньков Дмитрий Александрович – выдающийся представитель агрохимической науки России. В результате многолетних научных исследований он разработал ряд принципиально новых положений по обоснованию рационального экологически безопасного ассортимента минеральных удобрений и на этой основе – рекомендации по повышению их эффективности. Большое значение имеют фундаментальные исследования Д.А. Коренькова по изучению агрохимических особенностей превращения азота удобрений в системе почва-растение, выполненных с использованием стабильного изотопа азота  $^{15}\text{N}$ . Эти исследования позволили выдвинуть ему новые теоретические положения по агрохимии разных форм азотных удобрений: твердых, жидких, длительно действующих. Они явились основой для рекомендаций по повышению эффективности азотных удобрений. Являясь 83 прекрасным методистом, Д.А. Кореньков на всех этапах своей научной деятельности уделял первостепенное внимание развитию новых методов исследований, использованию и совершенствованию современного приборного парка. Он выдвинул идею целесообразности использования в агрохимических исследованиях обеднен-

ных по  $^{15}\text{N}$  азотных удобрений и экспериментально ее подтвердил, что дало возможность значительно расширить диапазон агрохимических исследований с меченым азотом. Д.А. Кореньков – автор фундаментальных монографий: "Агрохимия азотных удобрений" (1975), "Продуктивное использование минеральных удобрений" (1985), "Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений" (1999).

### **Воллейдт Лариса Петровна (1922 – 1999)**

Воллейдт Лариса Петровна разработала физиологоагрохимические основы минерального питания озимой пшеницы. Установила влияние норм и соотношений азота и фосфора в питательной среде на поступление и распределение этих элементов в органах озимой пшеницы в онтогенезе в связи с процессами реутилизации и оттока. Провела глубокие исследования по изучению азотного, фосфорного и углеродного обменов в растениях в связи с применением удобрений. Установила корреляционную зависимость между составом фосфорных соединений в листьях озимой пшеницы в онтогенезе и урожаем зерна. Л.П. Воллейдт выполнила ряд оригинальных исследований по выяснению физиологической роли серы в жизнедеятельности растений. Являясь продолжительный период секретарем Диссертационного совета ВИУА, она принимала самое непосредственное участие в подготовке высококвалифицированных ученых-агрохимиков.

### **Смирнов Петр Михайлович (1922 – 1985)**

Смирнов Петр Михайлович – видный ученый агрохимик Прянишниковской школы. Основным направлением его исследований было изучение проблемы азота в земледелии, особенно азотных удобрений и путей повышения их эффективности. В результате проведенных исследований с использованием изотопа  $^{15}\text{N}$  были детально изучены многие вопросы агрохимии азота: установлены коэффициенты использования азота основных форм азотных удобрений и размеры усвоения азота почвой различными сельскохозяйственными культурами, выяснены условия и факторы, способствующие более продуктивному использованию азота почвы и удобрений, показано значение известкования кислых почв и их окультуренности, орошения и приме-

нения некоторых микроудобрений. Оригинальные исследования проведены им по изучению превращения азота удобрений в почве, показаны размеры закрепления этого элемента в органической форме, состав закрепившегося азота и доступность его растениям в последствии, выяснены размеры и состав газообразных потерь из почвы при различных условиях, особенно факторы, способствующие уменьшению в составе выделяющихся газообразных продуктов закиси азота – наиболее опасного загрязнителя атмосферы, приводящего при его накоплении к разрушению озонового экрана Земли.

П.М. Смирновым разработаны научные основы применения ингибиторов нитрификации для снижения непроизводительных потерь азота, повышения урожайности растений и улучшения качества урожая. Под его научнометодическим руководством проведены широкие производственные испытания ингибиторов нитрификации в различных почвенно-климатических зонах СССР.

Результаты исследований по проблеме азота в земледелии и азотных удобрений им были обобщены в докторской диссертации (1970) и методическом пособии "Вопросы агрохимии азота (в исследованиях с  $^{15}\text{N}$ )". Значительные исследования проведены ученым с использованием  $^{32}\text{P}$  по изучению 84 фосфатного питания растений в разных условиях и способов внесения суперфосфата под различные культуры, а также по изучению эффективности некоторых новых форм фосфорных удобрений, в частности, продуктов неполного разложения фосфоритов и их смесей с красным фосфором.

Важное место в исследованиях П.М. Смирнова занимали вопросы эффективного использования удобрений для получения планируемых урожаев культур и системы их применения в севооборотах Нечерноземной зоны.

### **Гинзбург Клара Ефремовна (1923 – 1992)**

Крупный специалист по агрохимии почвенного фосфора. Она – автор ряда оригинальных теоретических работ по изучению роли первичных и вторичных минералов, гидратов полуторных окислов и гумусовых веществ в поглощении фосфора удобрений, накоплении остаточного фосфора и его доступности растениям.

Являлась руководителем фосфатной группы отдела агрохимии почв, проводившей работы по изучению форм фосфора в основных типах почв Союза, совершенствованию и сравнительной оценке методов определения усвояемых фосфатов в почве. В частности, разработаны и предложены методы определения валового фосфора в почвах, общего содержания органических и минеральных форм фосфора, фракционного состава минеральных фосфатов, растворимых фосфатов в лимоннокислой и аммонийно-молибдатной вытяжках из почв, емкости поглощения фосфатов почвами, фосфатный и фенолфталеиновый способ определения фосфатазной активности почв. Ряд методов выполнен на уровне изобретения, получены авторские свидетельства. Эти методы вошли во многие руководства и нашли широкое применение в практике анализа почв.

Среди опубликованных К.Е. Гинзбург научных работ особо следует отметить методические разработки и обобщение результатов собственных исследований и литературных данных: "Формы фосфора в основных типах почв СССР по почвенно-климатическим районам", вошедшее в 16-й том региональной серии "Агрохимическая характеристика почв СССР" (1976). Представленные данные позволили более обоснованно характеризовать фосфатные фонды почв Союза и прогнозировать различную эффективность фосфорных удобрений. Важным результатом творческой деятельности К.Е. Гинзбург явилась публикация монографии "Фосфор основных типов почв СССР" (1981), получившей широкую известность и ставшей уже библиографической редкостью. В теоретической части книги рассматриваются современные сведения об особенностях строения атома фосфора, его космическая и планетарная роль в окружающей среде, механизм взаимодействия фосфора с различными компонентами почв. На огромном фактическом материале показаны географические закономерности распределения запасов и форм фосфора в почвах по почвенно-климатическим зонам и почвенно-агрохимическим районам страны.

## **Болдырев Николай Константинович (1928 – 2000)**

Болдырев Николай Константинович разработал комплексные методы аналитической листовой (КМАЛД) и почвенной диагностики (КМАПД) условий питания зерновых, крупяных, зернобобовых, масличных, овощных культур и картофеля. Для этих культур им установлены оптимальный химический состав листьев и целых растений по фазам вегетации, показатели нормального содержания подвижных питательных веществ в почве, предложены совершенно новые и простые методы расчета доз основного удобрения и подкормок на запланированный урожай хорошего качества применительно к каждому полю и интенсивным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур в богарном и орошаемом земледелии. Впервые в нашей стране Н.К. Болдыревым установлена закономерность связи между химическим составом зерна пшеницы с одной стороны, и содержанием, а также соотношением элементов питания в листьях в фазу цветения–начала формирования семян – с другой. Она явилась основой метода листовой диагностики качества урожая, позволяющего прогнозировать содержание общего азота и сырого белка в зерне за 1-1,5 месяца до уборки урожая, и в случае необходимости рекомендовать некорневую подкормку растений мочевиной и дозу азота в ней для доведения белковости зерна до стандарта сильной пшеницы.

## **Дерюгин Игорь Павлович (род. 1928 г.)**

Дерюгин Игорь Павлович – один из известных специалистов в области агрохимии калия и фосфора. Под его руководством и при непосредственном участии было положено начало систематическим исследованиям по системе применения удобрений и детальному изучению агрохимических свойств почв Удмуртии. На основе проведенных ученым исследований стало возможным прогнозировать потребность сельского хозяйства нашей страны в минеральных удобрениях и наиболее эффективно использовать их на дерново-подзолистых и серых лесных почвах.

И.П. Дерюгиным разработаны подходы к агрохимическому обоснованию динамических систем применения удобрений в агроценозах Нечерноземной зоны России. Им совместно с В.В. Прокошевым

предложен метод расчета норм калийных и фосфорных удобрений в полевых севооборотах на дерново-подзолистых и серых лесных почвах с использованием блока показателей в системе почва-растение-удобрение.

И.П. Дерюгин автор уникальных книг: "Агрохимические основы системы удобрений овощных и плодовых культур" (1988), "Калий и калийные удобрения" (2000).

### **Орлов Дмитрий Сергеевич (род. 1928 г.)**

Является одним из ведущих специалистов по химии органического вещества почв и методам его исследования. Им детально изучены физико-химические свойства и молекулярные параметры гумусовых кислот зонально-генетического ряда почв, решен вопрос о молекулярных массах гуминовых и фульвокислот, идентифицированы их важнейшие структурные единицы. В результате предложена новая схема молекулярного строения гумусовых кислот, создана оригинальная кинетическая теория гумификации, которая позволяет дать прогноз изменения качественного состава гумуса при сельскохозяйственном освоении почв, их мелиорации, внесении удобрений. Д.С. Орловым опубликованы монографии "Гумусовые кислоты почв" (1974), "Химия почв" (1985), учебное пособие "Практикум по химии гумуса" (1969), обобщающий обзор "Теоретические и прикладные проблемы химии гумусовых веществ" (1978), "Биогеохимия" (2000). "Гумусовые кислоты почв" – первая монография в отечественной литературе о гумусовых кислотах. В научном творчестве Д.С. Орлова заметное место занимают труды по методам по исследованию органического вещества почвы. "Практикум по биохимии гумуса" – единственное комплексное руководство по определению содержания и запасов органического соединения углерода, состава и свойств гумусовых веществ и использованию результатов изучения гумуса для характеристики почв.

Исследования Д.С. Орлова по проблеме химии органического вещества почв получили широкое признание как в нашей стране, так и за рубежом. Он внес значительный вклад в развитие отечественного почвоведения и агрохимии.

## **Чумаченко Иван Николаевич (1928 – 2003)**

Чумаченко Иван Николаевич разработал теорию химизма фосфора в различных почвах и дал агрохимическое и агроэкологическое обоснование освоению 20 местных месторождений фосфоритов.

Работая по проблеме фосфора в орошаемом земледелии, И.Н. Чумаченко в 1956 г. защитил 86 диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук и возглавил тематику по проблеме фосфора в карбонатных почвах и эффективности применения фосфорных удобрений в орошаемых районах Средней Азии. В 1964 г. он защитил докторскую диссертацию на тему: "Запасы фосфора в почвах и условия эффективного использования фосфорных удобрений под хлопчатник в орошаемых районах Средней Азии". Важным теоретическим достижением этой работы является открытие закономерности, что в карбонатных почвах не происходит глубокого закрепления внесенных фосфатов, а механизм их поглощения в значительной мере сводится к обменно-анионному процессу.

И.Н. Чумаченко провел широкомасштабные исследования по взаимодействию фосфорных удобрений с микроэлементами, созданию новых комплексных удобрений на базе фосфоритной муки и природных боратов, фосфоритной муки с добавлением солей различных макро- и микроэлементов, бишофита, лигнина. Ученый экспериментально показал возможность использования бентонитов, цеолитов, глауконитов и местных фосфоритов для питания растений и улучшения почв без химического воздействия. Он установил необходимость включения микроэлементов в систему удобрения сельскохозяйственных культур и разработал технологию их применения. И.Н. Чумаченко – автор более 10 оригинальных монографий. Одна из них – "Агрохимия фосфора и нетрадиционного минерального сырья" в 2001 г. отмечена дипломом РАСХН как лучшая завершенная научная работа года.

## **Потатуева Юлия Александровна (род. 1928 г.)**

Изучила ассортимент микроудобрений для земледелия Российской Федерации; обосновала необходимость включения микроэлементов в удобрения. Доказала пригодность труднорастворимых со-

единений микроэлементов, наряду с их техническими солями, для использования в качестве микроудобрений. Установила необходимое содержание микроэлементов в минеральных удобрениях. Выявила связь между количеством доступных растениям форм микроэлементов в почве и эффективностью микроудобрений. Установила возможность компенсации недостатка микроэлементов в почвах за счет их примесей в минеральных удобрениях, известковых материалах и фунгицидах. Предложила термин "Агрохимические показатели удобрений с добавками микроэлементов".

Разработала оригинальный способ расчета потребности земледелия в микроэлементах. Возглавляя продолжительное время лабораторию микроэлементов на Долгопрудной агрохимической опытной станции НИУИФ и являясь членом Бюро Научного совета АН СССР по проблемам микроэлементов в биологии, она оказывала методическую помощь и координировала исследования по микроэлементам в нашей стране. Результаты многолетних исследований обобщены в докторской диссертации "Агрохимическая эффективность и перспективы применения минеральных удобрений с микроэлементами".

### **Державин Леонид Михайлович (род. 1929 г.)**

Известен как крупный ученый в области агрохимии по вопросам рационального, экологически безопасного применения удобрений, воспроизводства плодородия почв, научного и информационного обеспечения сельского хозяйства. В период работы директором ЦИ-НАО Л.М. Державин являлся научным руководителем исследований по вопросам агрохимического обслуживания сельского хозяйства в СССР и координатором совместных исследований стран-членов СЭВ. Участвовал в разработке нормативной базы химизации земледелия, научно-методических основ рационального, экологически безопасного интегрированного применения удобрений, в разработке вопросов повышения плодородия почв, совершенствования автоматизированных систем управления агрохимическим обслуживанием сельского хозяйства и опытной работы с удобрениями агрохимической службы. Автор монографии "Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии" (1992).

### **Ефимов Виктор Никифорович (род. 1929 г.)**

Внес значительный вклад в решение фундаментальных и прикладных проблем агрохимии. При исследовании связи между количеством и качеством гумуса дерново-подзолистых почв он показал, что трансформация почвенных запасов азота зависит не только от количества гумуса, но и от его качественного состава. При изучении вопросов баланса и трансформации азота удобрений по  $15N$  на дерновоподзолистых почвах разной степени окультуренности и мелиорированных торфяных почвах В.Н. Ефимов выявил роль почвенного азота и азота удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур, разработал способы регулирования азотного режима осушенных торфяных почв. Установил роль гумуса, глинистых минералов, гидроксидов алюминия и железа в сорбции фосфора. Им выявлена диспропорция между высоким содержанием подвижных фосфатов и урожайностью сельскохозяйственных культур на почвах, подвергшихся зафосфачиванию.

В.Н. Ефимов провел ряд исследований по изучению калийного режима почв, выявлению действия и последствий калийных удобрений. Участвовал в создании и испытании новых видов комплексных удобрений, содержащих макро-, мезо- и микроэлементы; в разработке технических условий на использование активных илов и гидролизного лингина в качестве почвенных мелиорантов и удобрений. Автор популярного учебника "Система удобрений" (2003).

### **Ладонин Вадим Феопентович (род. 1930 г.)**

Научные работы ученого известны как в России, так и за рубежом. Его по праву считают пионером в области разработки теоретических аспектов механизма и природы действия гербицидов различных классов, закономерностей их поведения в растениях при различной чувствительности к ним, а также в почве. Им установлены новые, ранее неизвестные закономерности взаимодействия удобрений с гербицидами при комплексном, совместном или последовательном применении. Заслуживают особого внимания работы В.Ф. Ладонина, посвященные выявлению синергетического эффекта при совместном применении ряда гербицидов и азотных удобрений. На основании

оригинальных исследований им впервые были сделаны предположения о возможности 50 %-ного сокращения норм внесения препаратов типа 2,4-Д в смеси с азотными удобрениями, что имеет большое экономические и экологическое значение. Широко известны работы ученого по изучению влияния средств химизации на азотный обмен растений. Впервые им установлен факт существенного перераспределения соединений азота между органами растений под влиянием гербицидов, что в значительной мере объясняет причины гибели чувствительных к ним растений.

### **Ягодин Борис Алексеевич (1930 – 2003)**

Ягодин Борис Алексеевич является создателем целостного учения о сбалансированном питании растений микро- и макроэлементами для получения запрограммированных урожаев. Им проведены исследования, посвященные изучению роли кобальта в жизни растений, его влиянию на активность нитратредуктазы в листьях и клубеньках бобовых растений, участию кобальта в формировании пиррольных соединений.



*Рис. 55. Ягодин Борис Алексеевич*

Б.А. Ягодину принадлежит приоритет в определении содержащего кобальт витамина В12 в тканях высших растений. Впервые в мире им установлено и объяснено явление кобальтового хлороза, сопровождающегося глубокими изменениями белкового состава проростков, нарушением биосинтеза группы высокомолекулярных белков, образующих хлорофилл-белковые комплексы, торможением биосинтеза хлорофилла. В оригинальных работах, касающихся биологической фиксации атмосферного азота, ученым доказана значимость кобальта, не входящего в состав нитрогеназы, в процессе симбиотической азотфиксации. Изучение индуцированных кобальтом изменений метаболизма в клубеньках позволило Б.А. Ягодину сформулировать вывод о возможной регулирующей роли высшего растения в биосинтезе леггемоглобина в клубеньках, при этом была установлена гетерогенность леггемоглобина и его видовая специфичность.

Результаты этих исследований обобщены в монографии "Кобальт в жизни растений" (1970). Научная деятельность Б.А. Ягодина охватывает самые разнообразные аспекты азотного питания и азотного метаболизма растений, но центральное место в этих фундаментальных исследованиях отводится вопросам о влиянии микроэлементов на усвоение растениями этого элемента. На основании анализа многочисленного экспериментального материала ученый формулирует важное положение о том, что в условиях постоянно возрастающих норм азотных удобрений следует обращать серьезное внимание на использование микроэлементов, участвующих в редукции нитратов и в других процессах усвоения азота растениями, с целью повышения эффективности азота удобрений и снижения опасности накопления нитратов в сельскохозяйственной продукции, загрязнения ими водных ресурсов.

Б.А. Ягодин обращал внимание на то, что недооценка регулирующей роли микроэлементов в общефизиологическом отношении может иметь неблагоприятные последствия для почвенного плодородия и внести диспропорцию в пищевой режим растений. Большое внимание он уделял получению продукции заданного элементного состава. Им разработано новое направление агрохимической науки – "агрогеохимия", предметом изучения которой является взаимодействие не только растений, почвы и удобрения, но и учет геохимических свойств естественной среды, возможностей патогенных измене-

ний у растительных и животных организмов. В серии оригинальных работ, посвященных биологической фиксации атмосферного азота, он показал участие в этом процессе кобальта. Один из авторов учебника "Агрохимия" (1982; 1989; 2002). В издание 2002 г. Б.А. Ягодин впервые включил раздел "Экологическая агрохимия" и дал определение: "Экологическая агрохимия – наука о расширенном, постоянно увеличивающемся круговороте веществ в агроценнозах, изучающая на элементарном, молекулярном, клеточном, организменном, популяционном и биосферном уровнях химические взаимодействия растений с почвой и окружающей средой в целом".

### **Минеев Василий Григорьевич (1931 – 2016)**

Минеев Василий Григорьевич – внес основополагающий вклад в разработку теории и практики питания растений и применения удобрений в современных направлениях мирового земледелия, методологию агрохимических исследований.



*Рис. 56. Минеев Василий Григорьевич*

В.Г. Минеев определил с точки зрения науки место агрохимических средств в повышении плодородия почв, продуктивности земле-

деля, научно-техническом прогрессе сельскохозяйственного производства. Свои первые научные исследования он посвятил озимой пшенице – важнейшей культуре центральной и южной России.

Своими работами, начиная с докторской диссертации: "Система удобрения озимой пшеницы в Центрально-Черноземной зоне" (1967), ученый внес существенный вклад в решение зерновой проблемы в нашей стране. Изучение динамики содержания подвижных форм питательных веществ в почве в зависимости от предшественников, удобрения, способов вспашки, времени подкормки озимой пшеницы, а также исследование важнейших биохимических показателей в растениях в период вегетации, играющих существенную роль в формировании качества зерна, позволили ему научно разработать систему рационального использования удобрений в звене "предшественник–озимая пшеница" с целью получения высоких урожаев зерна пшеницы высокого качества в условиях Центрально-Черноземной зоны. Результаты этих исследований были обобщены в монографиях: "Удобрение озимой пшеницы" (1973), "Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы" (1981), "Почва, климат, удобрение и урожай" (1977; 1987).

В.Г. Минеев первым обратил внимание на то, что применение агрохимических средств – это активное вмешательство человека в живую природу, а поэтому указывает на необходимость учета их комплексного воздействия на условия существования живых организмов в окружающей среде. Он автор учебника "Агрохимия" (1990; 2004) и фундаментальных научных трудов "Агрохимия и биосфера" (1984), "Химизация земледелия и природная среда" (1990), "Агрохимия, биология и экология почвы" (1990), "Биологическое земледелие" (1993), "Агрохимия и экологические функции калия" (1999), "Экологические проблемы агрохимии" (1988), "История и состояние агрохимии на рубеже XXI века" (2004).

### **Милащенко Николай Захарович (род. 1932 г.)**

Милащенко Николай Захарович выполнил цикл научных работ по совершенствованию технологии возделывания зерновых культур для условий Западной Сибири. Подготовил Генеральную схему защиты почв от эрозии в Омской области, которая взята за основу для дру-

гих областей Западной Сибири. Разработал научные принципы и методы управления плодородием почвы и продукционным процессом агроценозов на основе оптимизации минерального питания растений и фитосанитарного состояния посевов при комплексном использовании удобрений, пестицидов и агротехнических приемов в агротехнологиях. В период работы директором Всероссийского НИИ удобрений и агропочвоведения Н.З. Милащенко осуществлял научноорганизационное руководство программой исследований в Географической сети длительных стационарных опытов с удобрениями, в которой задействовано значительное число отраслевых, зональных НИУ и вузов, расположенных во всех сельскохозяйственных зонах Российской Федерации.

### **Шильников Игорь Александрович (род. 1932 г.)**

Внес значительный вклад в теорию и практику известкования почв. Оказал существенное влияние на решение таких вопросов как периодичность известкования, требования к качеству известковых удобрений, агроэкологическая оценка известьсодержащих отходов промышленности, сроки и способы внесения извести, баланс кальция и магния в земледелии, методологические подходы к определению потребности в известковании выщелоченных и оподзоленных черноземов.



*Рис. 57. Шильников Игорь Александрович*

Решение этих вопросов позволило научно обосновать потребность нашей страны в известковых удобрениях и разработать нормативы и регламенты технологии проведения известкования почв. Автор уникальной монографии "Известкование почв" (1987). Постников Анатолий Васильевич (род. 1933 г.).

С именем ученого связаны все главнейшие события в науке и практике химизации сельского хозяйства России – от организации агрохимической службы, разработки и внедрения в практику сельскохозяйственного производства новых видов удобрений и рациональных приемов их применения – до разработки сложнейших проблем круговорота и баланса питательных веществ в системе почва-удобрение-растение. Он является одним из авторов методики изучения баланса биогенных элементов в земледелии. Впервые им определен баланс азота, фосфора и калия в земледелии России. Ученым введены принципиально новые понятия в агрохимии – "продуктивное действие удобрений" и "активный баланс питательных веществ", которые существенно изменяют представление об эффективности использования действующего вещества удобрений для создания урожая и сохранения плодородия почв.

### **Гамзиков Геннадий Павлович (род. 1938 г.)**

Установил специфические особенности внутрипочвенного цикла азота в автоморфных почвах Сибири, что позволило впервые количественно описать отдельные потоки круговорота азота в агроценозах основных природных зон Западной и Восточной Сибири. Особое внимание уделено выявлению направленности и интенсивности трансформации и балансу азота в системе почва-растение-удобрение. Созданная Г.П. Гамзиковым аналитическая база данных позволяет описывать и экспертно прогнозировать процессы превращения азота почв и удобрений в почвенно-климатических зонах региона. Большую практическую значимость имеют разработки ученого в области развития теории и практики почвенной диагностики азотного питания растений, основанные на превалирующей роли нитратного азота в формировании урожая сельскохозяйственных культур на сезонно мерзлотных и мерзлотных почвах Сибири. Практическое использование метода, основанного на аналоговом принципе, обеспечивает

устойчивое получение рентабельной и экологически безопасной растениеводческой продукции.

При участии Г.П. Гамзикова разработаны системы применения удобрений под основные полевые культуры и создан банк данных по балансу элементов питания в сельскохозяйственных регионах Сибири. Автор фундаментальных монографий "Азот в земледелии Западной Сибири" (1971), "Баланс и превращение азота удобрений" (1985).

### **Войтович Николай Васильевич (род. 1939 г.)**

Научная деятельность связана с агрохимией и земледелием: способы регулирования и моделирования основных параметров плодородия почв Нечерноземной зоны Российской Федерации и методы химического воздействия на урожаи и качество сельскохозяйственных культур в связи с применением удобрений, мелиорантов, пестицидов; круговорот биогенных элементов в системе почва-растение-удобрение в рамках доступных экологических пределов; сортовая агротехника сельскохозяйственных культур. Автор уникальных монографий "Плодородие почв Нечерноземной зоны и его моделирование" (1997), "Фосфориты России и ближнего Зарубежья" (2005).

### **Контрольные вопросы**

1. Вклад Д.Н. Прянишникова и П.С. Коссовича в решение проблемы использования растениями фосфора фосфоритов.

2. Исследования роли корневых выделений в усвоении растениями  $P_2O_5$  фосфоритов в работах П.С. Коссовича, А. Шмука, А.Г. Дояренко и др.

3. Значение работ Ф.В. Чирикова в решении проблем усвоения растениями фосфора фосфоритов и изучения фосфорного режима почв.

4. Работы К.К. Гедройца по использованию растениями фосфора фосфатов железа и алюминия.

5. Значение работ А.Н. Лебедянцева в установлении южной границы положительного действия фосфоритной муки.

6. Исследования фосфорного питания и обмена фосфорных соединений в растениях в работах А.В. Соколова; изучение им взаимо-

связи фосфорного питания растений и известкования дерново- подзолистых почв.

7. А.В. Соколов - организатор агрохимии; его роль в создании агрохимического обслуживания сельского хозяйства, выпуске журналов «Агрохимия» и «Химия в сельском хозяйстве».

8. Вклад Н.С. Авдоница в решение вопросов, связанных с отношением растений к реакции среды.

9. История известкования почв.

10. Значение работ И.П. Мамченкова в исследовании наилучших условий приготовления компостов, хранения органических удобрений, роли различных подстилок.

11. Какую роль сыграли отечественные ученые 20 века в развитии агрохимической науки. Перечислите самые значимые, на ваш взгляд, открытия.

## **15. РАЗВИТИЕ АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX СТОЛЕТИЯ**

### **15.1. Научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов им. Я. В. Самойлова (НИУИФ) – флагман агрохимии в первой половине XX в.**

Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. профессора Я.В. Самойлова (НИУИФ) был создан в 1919 г. в составе трех отделов: горно-геологического, технологического и агрономического. Возглавили эти отделы инициаторы создания института, выдающиеся ученые Я.В. Самойлов, Э.В. Брицке и Д.Н. Прянишников. Такое комплексное построение института оказалось весьма эффективным для научных исследований, развития промышленности минеральных удобрений и пропаганды идей химизации в России. НИУИФ впервые в нашей стране начал глубоко изучать вопросы производства и применения минеральных удобрений. В тот период для страны это было чрезвычайно важно. По существу, с организацией этого института началась новая история агрохимии в России.

Организация НИУ призвана была научно обосновать действие минеральных удобрений, укрепить позиции агрохимической науки, показать ее важнейшую роль в обеспечении населения страны высококачественными продуктами питания. В этом отношении НИУИФ принадлежит определяющая историческая миссия как первому флагману науки агрохимии. По существу, это был триединый центр агрохимии: геологи занимались разведкой сырья для туковой промышленности, технологи изучали его химическую переработку, а агрохимики исследовали эффективность удобрений с учетом свойств почвы и биологических особенностей культурных растений. Агрохимический отдел в значительной мере был укомплектован сотрудниками Д.Н. Прянишникова. Это были ученые, внесшие существенный вклад в развитие науки агрохимии: Е.В. Бобко, Ф.Т. Перитурин, Д.Л. Аскинази, М.К. Домонтович и другие.

В России к концу XIX в., по существу, не было туковой промышленности, за исключением нескольких суперфосфатных заводов и фосфоритных мельниц. Не проводились и глубокие исследования по вопросам производства и применения удобрений.

Открытие Научного института удобрений с агрономическим (позднее с агрохимическим) отделом под руководством Д.Н. Прянишникова позволяло, благодаря наличию в штате отдела известных высоко профессионально подготовленных ученых по различным направлениям агрохимической науки, развернуть многоплановые исследования.

В первые годы своей работы агрономический отдел НИУ, включающий подотделы агрохимии, почвоведения, почвенной микробиологии, а позже - и физиологии растений, сосредоточил внимание в основном на вопросах известкования, фосфоритования и применения органических удобрений (навоз, торф и др.). Научные основы известкования с целью повышения плодородия кислых почв разрабатывали

С.В. Щерба, Н.П. Ремезов, Д.Л. Аскинази, Е.В. Бобко, А.Ф. Тюлин, Д.В. Дружинин, а несколько позднее и К.К. Гедройц, работавший в последние годы в НИУ (Каталымов, 1940). Работами этих ученых решен ряд кардинальных вопросов о влиянии известкования кислых почв на урожайность сельскохозяйственных культур, о сущности почвенной кислотности, о взаимодействии извести с почвой и ее влиянии на питательный режим и физико-химические свойства почвы, разработаны методы определения потребности почв в извести и другие вопросы. Фундаментальные агрохимические исследования позволили дать теоретическое обоснование приему химической мелиорации почв и сделать ряд важных практических выводов. Были изданы монографии, практические пособия, инструкции по проведению известкования почв.

Материалы исследований и практические выводы послужили обоснованием для издания в 1928 г. декрета правительства *о проведении массового известкования почв подзолистой зоны*. Многолетние опыты с известью продолжались в НИУИФ длительное время. Эти опыты были в тот период практически единственными в стране, на их основе были сделаны ценные выводы о длительности действия различных доз извести, о совместном применении ее с навозом и минеральными удобрениями, о большом значении известкования при систематическом применении кислых форм удобрений и другие.

Следовательно, известкование кислых почв в нашей стране связано с крупными исследованиями в НИУИФ и научное обоснование этого важного мероприятия базировалось на этих материалах.

Другим важным направлением агрохимических исследований НИУИФ было фосфоритование почв. Наиболее крупный вклад в решение этой проблемы внесли А.Н. Лебедев, С.В. Щерба, Н.Д. Смирнов, Л.Л. Балашов. Нельзя не обратить внимание на масштабность и системность исследования действия фосфоритной муки: оценка фосфоритов важнейших месторождений, географические закономерности действия фосфоритной муки, а также дозы, тонина помола и длительность действия фосфоритной муки. Уже тогда было установлено, что даже через 15 лет фосфоритная мука продолжала проявлять свои положительные действия.

В последующие годы результаты длительных опытов НИУИФ с фосфоритной мукой многократно публиковались в научной печати и были хорошо известны широким агрохимическим кругам.

В первой половине XX столетия, то есть со времени организации НИУ, большое внимание уделялось изучению и эффективному использованию органических удобрений: навоза, торфа, зеленого удобрения и различных отходов промышленности и сельского хозяйства. Руководство этими работами осуществляли в НИУ Ф.Т. Перлтурин и З.В. Логвинова.

И.П. Мамченков и И.Ф. Ромашкевич разработали более совершенные способы хранения навоза с целью предотвращения потерь азота. Из трех способов хранения - рыхлый, уплотненный и плотный - последний оказался наилучшим, так как обеспечивал наибольшее сохранение азота, в том числе и в аммиачной форме. В связи с этим, навоз, полученный при плотном хранении, оказывал наиболее эффективное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Изучались также способы получения искусственного навоза, процессы разложения навоза в почве и другие вопросы. По предложению Д.Н. Прянишникова с 1928 г. на опытных полях НИУИФ (Долгопрудном и Люберецком) были заложены полевые опыты по сравнению действия навоза и минеральных удобрений с целью выявления роли органического вещества навоза.

Значительное количество исследований было посвящено изучению торфа как удобрения. Был изучен химический состав основных типов торфа и условия эффективного их применения в качестве удобрения. Было установлено, что низинный торф является хорошим удобрением для песчаных и супесчаных почв. Он увеличивает коли-

чество азота, емкость поглощения и буферную способность этих почв. На суглинистых почвах эффективность торфа ниже. Кроме этого, применение торфа повышает эффективность минеральных удобрений на легких почвах. Отмечено также, что моховые торфяники, отличающиеся высокой кислотностью, нуждаются в обязательной известковании.

Верховые торфа более целесообразно использовать для приготовления компостов с фекалиями, золой, фосфоритом и другими веществами, а низинные торфа можно непосредственно применять в качестве удобрения.

Таким образом, исследования НИУИФ заложили основы применения торфа на удобрения.

Вначале в агрохимическом отделе были организованы подотделы, а затем они были преобразованы в группы, хотя вся работа строилась комплексно, исходя из плана работ отдела. Группой почвоведения (Н.П. Ремезов, П.Н. Кошельков, О.И. Измайлович и др.) выполнялась большая работа по обследованию почв опытных станций, которые проводили полевые опыты под руководством НИУИФ. Разрабатывались также вопросы взаимодействия удобрений с почвой.

Следует заметить, что агрохимики всегда проявляли интерес к микробиологическим исследованиям. Это подтверждают работы НИУИФ, первого агрохимического института в России. Группой почвенной микробиологии проводилась значительная работа по разработке микробиологических методов определения потребности почв в удобрениях (А.П. Крючкова и др.), по изучению динамики микробиологических процессов в почве в связи с применением удобрений и по другим вопросам.

В группе физиологии М.К. Домонтович изучал фосфатное питание растений. По вопросам минерального питания растений исследования проводились также Д.А. Сабининым, А.В. Благовещенским, С.С. Баславской, А.П. Щербаковым. Результаты этих исследований были опубликованы (Каталымов, 1940).

В 1922 - 1923 гг. были организованы опытные базы в Долгопрудном и Люберцах, а в 1932 г. - Граковское опытное поле на мощном черноземе. Все три опытных поля, руководимые С.В. Щербой (ДОП), В.М. Власовой (ЛОП) и С.М. Гуревичем (ГОП), проводили большую работу по постановке полевых опытов с удобрениями.

В это время К.К. Гедройц предложил метод определения емкости поглощения почв, а Е.В. Бобко и Д.Л. Аскинази модифицировали этот метод.

В 20-х годах были заложены первые длительные опыты на Долгопрудной опытной агрохимической станции, на основе которых получена ценная информация по многим аспектам агрохимии. Результаты опытов с формами азотных удобрений стали классическими. Впервые было показано, что срок положительного действия сульфата аммония зависит от свойств почвы, которые также определяют эффективность и других форм азотных удобрений.

Важные результаты были получены в длительных опытах, где исследовалось действие извести, эффективность фосфоритования в различных севооборотах. Результаты длительных опытов НИУИФ показали очевидную необходимость в постановке стационарных агрохимических опытов в различных почвенно-климатических условиях страны.

В 1926 г. были сделаны крупные геологические открытия, которые имели большое значение в истории агрохимии и страны. Профессор П.И. Преображенский обнаружил мощные залежи калийных солей в районе Соликамска, а экспедиция под руководством академика А.Е. Ферсмана открыла богатые залежи апатитов на Кольском полуострове. В 1924 г. Д.Н. Прянишников выступил в Госплане СССР с докладом о химизации земледелия с широким планом применения удобрений. Для обоснования необходимости и эффективности решения данной проблемы были проанализированы и изучены все предшествовавшие данные полевых опытов. Наиболее убедительными были данные, полученные в Сети опытов сахарозаводчиков для культуры сахарной свеклы. Для других культур открытых данных было недостаточно. Возникла необходимость в географической сети опытов, которая была осуществлена НИУИФ.

В 1926 — 1930 гг. было поставлено около 4000 опытов в различных почвенно-климатических условиях, в 317 опытных учреждениях по единой программе. Руководили этими опытами Д.Н. Прянишников, А.Н. Лебеядцев и А.П. Левицкий. Результаты этих опытов показали, что во всех основных почвенно-климатических зонах страны удобрения были эффективны и проявили себя как мощный фактор повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В 1931 г., в связи с организацией специального института по удобрениям в системе Наркомзема - ВИУ (ныне ВИУА), все вопросы, связанные с установлением наиболее эффективного применения удобрений в практических условиях сельского хозяйства отошли к этому институту вместе со значительной частью научных кадров.

В ведении НИУИФ остались вопросы, связанные главным образом, с обслуживанием туковой промышленности:

- сравнительное изучение форм минеральных удобрений с целью установления наиболее целесообразного ассортимента удобрений;

- изучение новых удобрений, еще не выпускаемых туковой промышленностью;

- агрохимическая оценка различных технологических приемов улучшения качества выпускаемых удобрений и другие вопросы (Каталымов, 1940).

Определение ассортимента производства минеральных удобрений для отечественного земледелия нуждается в агрохимическом его обосновании, что особенно важно для нашей страны с разнообразием почвенно-климатических условий. Эти исследования в разрезе эффективности форм удобрений, сырьевых запасов, их размещения по территории страны, производственных возможностей занимали большой удельный вес в работах НИУИФ (Л.И. Королев и др.).

Впервые вопросы изучения микроэлементов и применения микроудобрений в нашей стране были проведены в НИУИФ. В институте они были начаты в 1930 г. и показали необходимость для нормального развития растений таких микроэлементов, как бор, марганец, медь и другие. Было также установлено, что при переизвестковании почв у растений наблюдается борное голодание. Позднее опыты показали эффективность борных удобрений и на обычных неизвесткованных почвах, что расширило масштабы потребностей в борных удобрениях.

Необходимо отметить большой вклад ученых НИУИФ в изучение эффективности форм минеральных удобрений в Географической сети опытов с учетом почвенно-климатических условий зоны и биологических особенностей культуры. Исследования проводились по комплексной программе с использованием различных методических подходов. Особое внимание было уделено многолетним полевым опытам, которые закладывались на полях научных учреждений. Про-

граммой предусматривалось обстоятельное изучение свойств почвы, почвенного поглощающего комплекса, динамики почвенных процессов, что обеспечивало научное предвидение эффективности форм удобрений в определенных конкретных условиях. Для решения этих задач широко применялся вегетационный метод, позволяющий одновременно проводить опыты на черноземах, красноземах, сероземах, каштановых и подзолистых почвах.

Созданный Д.Н. Прянишниковым агрономический отдел в короткое время превратился в центр агрохимических исследований, обслуживающий не только промышленность по производству удобрений, но и решающий актуальные вопросы применения минеральных удобрений. Это было связано с тем, что до 1931 г. в системе Наркомзема не было института, занимающегося агрохимическими проблемами.

В первые годы на Долгопрудной агрохимической опытной станции и Люберецком опытном поле, организованных соответственно в 1921 и 1923 гг., была проведена серия опытов по эффективности известкования и фосфоритования почв.

Массовые полевые опыты с минеральными удобрениями в основных почвенно-климатических зонах страны позволили установить не только географические закономерности действия минеральных удобрений, но и получить представления о потребности в них сельского хозяйства. Сводки, составленные под руководством Д.Н. Прянишникова, А.В. Казакова, Л.Л. Балашова, А.П. Левицкого и А.Н. Лебедянцева остаются в истории отечественной агрохимической науки как первый массовый, методически выдержанный, научно обоснованный материал об отзывчивости сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в зависимости от свойств почв и климатических факторов.

Одновременно в НИУИФ были развернуты исследования по физике и химии почв в связи с применением удобрений и средств химической мелиорации (Н.П. Ремезов, Н.Ф. Голубев, С.Н. Розанов); особенно выдающиеся результаты в этом направлении были получены К.К. Гедройцем, который в 1930 — 1932 гг. работал на Долгопрудной опытной станции.

Большой вклад в развитие теории минерального питания внесен лабораторией физиологии растений, в которой работали крупные

ученые - М.К. Домонтович, Д.А. Сабинин, А.В. Благовещенский, А.И. Смирнов.

С 30-х годов по мере развития туковой промышленности и в связи с организацией нового института (ВИУА) агрохимические исследования НИУИФ все в большей степени сосредотачивались на изучении новых и перспективных видов и форм минеральных удобрений, разработке предложений по совершенствованию ассортимента и стандартизации показателей качества удобрений. Эти работы базировались на глубоких теоретических исследованиях вопросов минерального питания растений и изучении особенностей превращения удобрений в различных почвах. Многие актуальные направления исследований НИУИФ видов и форм минеральных удобрений, их ассортимента и качества с учетом достижений агрохимической науки и использования новых методов, но в больших масштабах, с привлечением многочисленных научных учреждений агрохимического профиля и смежных отраслей науки сохранились и получили дальнейшее развитие и во второй половине XX столетия.

## **15.2. Агрохимические исследования в Почвенном институте им. В. В. Докучаева**

Почвенный институт им. В.В. Докучаева был организован в системе АН СССР в 1927 г., а с 1961 г. находится в составе сначала ВАСХНИЛ, а затем - Российской академии сельскохозяйственных наук (РАСХН). Исследования по плодородию почв и агрохимии, по существу, проводились с первых лет образования института. В 1931 г. была создана лаборатория плодородия почв под руководством профессора А.Т. Кирсанова, а позже - группа агрохимии, которую возглавил академик Д.Н. Прянишников. В 1943 г. оба эти подразделения объединились в лабораторию агрохимии под руководством члена-корр. АН СССР А.В. Соколова. С 1966 г. она была преобразована в отдел агрохимии. Под руководством Д.Н. Прянишникова и А.В. Соколова проводились исследования физиологоагрохимических аспектов питания растений и выявления роли отдельных питательных элементов, а также свойств почв в формировании урожая. Агрохимические исследования в Почвенном институте отличались системностью, они проводились в региональном аспекте, с учетом местных почвен-

ных условий. Уделялось внимание разработке единых методических принципов с целью сопоставления результатов агрохимических исследований, полученных в различных почвенно-климатических условиях.

В этот период были выполнены оригинальные исследования по влиянию гетерогенности почв на условия питания растений, а также по оценке плодородия почв, применению различных видов и форм минеральных удобрений, фосфоритованию и известкованию почв. Эти исследования получили высокую оценку и широкое признание научной общественности. Итоги этих работ вошли в монографии А.В. Соколова «Распределение питательных веществ в почве и урожай растений», которая была опубликована в 1947 г., и Д.В. Федоровского «Микрораспределение питательных веществ в почвах».

Со времени своей организации и на протяжении многих лет в Почвенном институте им. В.В. Докучаева проводились исследования по основным наиболее актуальным проблемам агрохимии. Так, агрохимики института внесли существенный вклад в развитие теории азотного питания растений. Ценным является то, что с применением стабильного изотопа азота изучались основные аспекты проблемы азота в системе почва - растения: коэффициент использования азота удобрений, количественный учет отдельных статей баланса азота в различных типах почв, учет непродуцируемых потерь азота, разработка эффективных приемов обеспечения питания растений азотом. Немало внимания уделялось агрохимической оценке методов определения форм азота в почве для прогнозирования потребности сельскохозяйственных растений в азотных удобрениях. Наиболее активное участие в агрохимических исследованиях проблемы азота принимали Е.А. Андреева, М.А. Бобрицкая, И.Е. Королева, Б.Н. Макаров, И.А. Могилевкина и другие.

Трудно переоценить и тот вклад, который внесли агрохимики этого института по решению физико-химических и агрохимических проблем фосфора почвы и фосфорному питанию растений. С использованием изотопа  $^{32}\text{P}$  был разработан метод определения в почвах общего запаса усвояемого растениями фосфора, предложена методика фракционирования минерального фосфора почв. Были определены также общие запасы и формы фосфора в основных типах почв и выявлены географические закономерности действия фосфорных удоб-

рений по почвенно-агрохимическим районам страны. Основные итоги обстоятельного исследования фосфатного состояния почвы были проанализированы, обобщены и изданы в ряде монографий (А.В. Соколов «Агрохимия фосфора», Д.Л. Аскинази «Фосфатный режим и известкование почв с кислой реакцией», К.Е. Гинзбург «Фосфор в почвах СССР»),

Фундаментальные исследования Почвенного института им. В.В. Докучаева высоко оцениваются научной общественностью страны. Определенные результаты получены по исследованию калийного состояния почв, оптимизации питания растений калием, установлению уровней содержания различных форм калия в почвах, обеспечивающих высокую продуктивность и качество урожая. С помощью изотопа  $^{40}\text{K}$  уточнены коэффициенты использования с учетом фиксирующей способности калия удобрений различными почвами (О.П. Медведева, Л.Д. Слуцкая).

В институте длительное время проводились и координировались исследования по диагностике минерального питания растений и влиянию удобрений на структуру и качество урожая. Хорошо известен вклад в решение данной проблемы В.В. Церлинг, М.А. Горшковой и др. Совместно с исполнителями разработаны и переданы для внедрения в практику сельскохозяйственного производства общесоюзные методические указания по диагностике минерального питания зерновых культур, кукурузы, овощных культур, хлопчатника, чая, цитрусовых, плодово-ягодных культур и винограда.

В.В. Церлинг опубликовала результаты исследований по данному направлению в монографии «Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур».

В агрохимическом отделе института много внимания уделяли методической работе, усовершенствованию методов анализа почв и растений. Например, фундаментальное руководство «Агрохимические современные методы анализа почв» издавалось 5 раз, а методические разработки по агрохимической характеристике почвенного покрова СССР вошли в руководство «Агрохимическое картографирование почв» и «Общесоюзную инструкцию по крупномасштабным почвенным и агрохимическим исследованиям почв колхозов и совхозов».

Материалы многочисленных публикаций И.Г. Важенина, Е.Т. Музычкина, Е.А. Важениной освещают результаты разносторонних и обширных исследований по агрохимической характеристике почв как в Европейской части России, так и в различных районах Сибири и Дальнего Востока. Итоги многолетних агрохимических исследований малоизученных пойменных почв изложены Л.И. Кораблевой в монографии «Плодородие, агрохимические свойства и удобрение пойменных почв Нечерноземной зоны».

С 1962 г. агрохимический отдел стал систематически публиковать региональные сборники под общим названием «Агрохимическая характеристика почв СССР». Издание этих трудов вылилось в 16-томную серию (1962 - 1976 гг.), выполненную по единой комплексной программе с участием большого авторского коллектива почвоведов и агрохимиков на местах. Обобщенные материалы по агрохимической характеристике почв легли в основу «Почвенно-агрохимической карты СССР», которая широко использовалась при планировании и более эффективном использовании удобрений по земледельческим регионам страны. На основе этого И.И. Ельниковым обобщены практически все имеющиеся отдельные данные о действии удобрений при их применения в широтном и меридианальном направлениях почвенно-агрохимических районов и зон, выявлены географические закономерности прибавок урожая культур.

Большое внимание уделялось выполнению и координации исследований по круговороту и балансу питательных веществ в земледелии. Их итоги опубликованы в коллективной монографии «Повышение плодородия почв и продуктивности сельского хозяйства при интенсивной химизации» (1983 г.). Издано руководство «Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв» (1980 г.). Составлены методические указания по изучению плодородия почв, круговорота и баланса питательных веществ в длительных опытах. На основе исследований в длительных стационарных опытах разработаны модели плодородия дерново-подзолистых пойменных почв и типичного мощного чернозема.

В лаборатории диагностики плодородия почв (Д.Н. Дурманов) проведены исследования по диагностике почвенного плодородия с учетом зависимости минерального питания от свойств почвы, ком-

плекса экологических условий и технологий выращивания растений на основе моделей высокоплодородных почв.

Необходимо отметить капитальные работы института в области органического вещества почвы (И.В. Тюрин, М.М. Кононова, К.В. Дьяконова). Особую актуальность представляют направления исследований по содержанию и природе гумусовых веществ в различных типах почв и выявление характера накопления и разложения органического вещества в природных и освоенных почвах различных почвенно-климатических зон СССР. Эти исследования позволяют в системе агрохимических приемов воспроизводства плодородия почв разработать пути поддержания запасов гумуса в системе агромероприятий в различных почвенно-климатических условиях.

Особый интерес с точки зрения повышения эффективности агрохимических приемов представляют разработки по теории и методическим вопросам проблемы баланса и трансформации гумуса при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв с целью определения оптимального уровня содержания и качества гумуса для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур (К.В. Дьяконова). В тесной связи с этой тематикой находится изучение микробиологических процессов синтеза-распада почвенного гумуса, нитрификации и др., результаты которых представляют важное значение при разработке научного обоснования приемов рационального регулирования баланса азота и гумуса в почве.

В институте выполнены важные методические работы по разработке методов определения почвенных ферментов, участвующих в круговороте азота и фосфора в почве, разработке практических рекомендаций по рациональным системам удобрений и севооборотов на дерново-подзолистых почвах и мощных черноземах (Почвенный институт им. В.В. Докучаева, М., 1983).

### **15.3. Развитие агрохимических исследований во Всероссийском научно-исследовательском институте удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова (ВИУА)**

В октябре 1931 г. по решению Наркомзема СССР в системе ВАСХНИЛ был организован Всесоюзный научно-исследовательский

институт удобрений, агропочвоведения и агротехники (ВИУАА) как головной научно-методический центр по химизации земледелия. Создание этого института объяснялось необходимостью ускорения повышения продуктивности отечественного земледелия. Уже первые географические опыты НИУ показали, что на всех почвах страны удобрения обеспечивают значительное повышение урожайности большинства сельскохозяйственных культур. Поэтому в решении проблемы повышения продуктивности земледелия химизации отводилось важное место. Вновь созданному ВИУАА предстояло играть ведущую роль в решении задач по эффективному использованию удобрений в системе агротехнических мероприятий.

В послевоенный период агротехническая тематика была снята и институт стал называться Всесоюзный НИИ удобрений и агропочвоведение (ВИУА). В задачу института входило изучение эффективности удобрений в различных почвенно-климатических условиях СССР, научное обоснование размещения удобрений по территории страны, распределение их под важнейшие сельскохозяйственные культуры, установление наиболее эффективных сроков и способов их внесения, испытание различных форм и новых видов удобрений, разработка вопросов, связанных с механизацией внесения удобрений в почву, организацией их хранения, а также вопросов экономики и организации использования минеральных и органических удобрений.

В создании института, в определении его задач, разработке программ и методов исследований активное участие принимали Д.Н. Прянишников, К.К. Гедройц, А.Н. Лебедев, Е.В. Бобко, П.Г. Найдин, А.Т. Кирсанов и другие ученые.

Первым директором ВИУА был назначен А.К. Запорожец, а его заместителем - С.С. Сигаркин. В течение ряда предвоенных лет и в суровые годы войны институт успешно возглавлял известный ученый физико-химик Ю.А. Поляков.

В короткий срок был создан творческий научный коллектив, который активно включился в разработку научных основ химизации земледелия с оказанием научно-методической помощи опытным учреждениям и практике сельского хозяйства.

В состав Ученого совета Института вошли Д.Н. Прянишников, О.К. Кедров-Зихман, А.Н. Лебедев, Д.А. Сабинин, Е.В. Бобко, Б.А. Голубев, А.Ф. Тюлин, И.Г. Дикусар, М.П. Архангельский, Е.Н. Гапон, В.П. Кочетков, В.И. Нагибин, Н.П. Карпинский, И.П. Мамчен-

ков. В составе Института были организованы зональные почвенные отделы, лаборатории минеральных и органических удобрений, известкования почв, физиологии растений, микробиологии, физической и коллоидной химии почв и другие.

В структуре ВИУА была создана широкая периферийная сеть, состоящая из Ленинградского отделения (ЛО ВИУА), Грузинского и Казахстанского филиалов и 13 областных, краевых и республиканских опытных станций (Московской, Ивановской, Горьковской, Свердловской, Средневолжской, Саратовской, Центрально-Черноземной, Западной, Башкирской, Татарской, Чувашской, Азербайджанской и Армянской). Структура научных подразделений института и его периферийной сети способствовала решению крупных научных проблем в географическом аспекте с широким выходом в практику земледелия.

В 1933 г. под руководством ВИУА была организована широкая сеть агрохимических лабораторий при машинно-тракторных станциях страны. Осуществляя научно-методическое руководство станциями химизации и агрохимическими лабораториями, коллектив ВИУА составил первую программу и схемы стационарных полевых опытов с удобрениями, опубликовал методические пособия для агрохимических лабораторий МТС и совхозов. В начале 30-х годов широкий размах получило проведение массовых полевых опытов с удобрениями по кратким схемам. Агрохимическая служба этого периода проделала большую работу по организации начального применения удобрений и химических мелиорантов.

В деятельности ВИУА в первой половине XX века можно выделить следующие основные этапы: 1932 - 1935 гг., 1936 - 1941 гг., 1941г- 1945 гг., 1948- 1950 гг.

В период 1932 - 1935 гг. проводились широкие почвенно-агрохимические обследования территории страны с постановкой массовых полевых опытов по изучению эффективности удобрений при внесении их под важнейшие сельскохозяйственные культуры в основных почвенно-климатических зонах. В проведении этой работы наряду с руководителями Института А.К. Запорожцем и С.С. Сигаркиным принимали активное участие Л.Н. Барсуков, И.И. Белоножко, П.Г. Найдин, Н.П. Карпинский и другие. Только за первые три года работы Институт организовал проведение 13 тысяч полевых опытов с

удобрениями. На первом этапе рекогносцировочными обследованиями была охвачена площадь около 31 млн. га. Этой работой на местах руководили И.С. Лупинович, В.А. Францесон, С.П. Ярков, Н.Л. Благовидов (ЛО ВИУА), И.К. Ярошевич, М.М. Быковский, М.Н. Малышкин. Научное руководство этими исследованиями осуществлял Д.Н. Прянишников, объединяя усилия большого количества ученых. Проведением полевых опытов руководили И.И. Самойлов, Н.А. Сапожников (ЛО ВИУА), Н.Г. Гутин, А.И. Поташов и другие, а работой по агрохимическим лабораторным исследованиям - М.С. Жуков, И.П. Уляков, А.Д. Костюченко, В.И. Штатное и другие.

Под руководством ВИУА в тот период проделана большая работа по улучшению практики применения удобрений и химических мелиорантов в колхозах и совхозах.

Практика химизации подтвердила высказывание Д.Н. Прянишникова о том, что в современной земледелии урожай культур все более и более становится производным от удобрений.

ВИУА был инициатором комплексных исследований почв в целях химизации. Ученые института выполнили крупные исследования плодородия почв Средней Азии (Н.К. Балябо), Черноземной зоны (В.А. Францесон), Нечерноземной зоны (Н.П. Карпинский), по химии и минералогии почв (А.Ф. Тюлин, Н.И. Горбунов), физико-химии (С.С. Ярусов, Ю.А. Поляков), коллоидной химии (Е.Н. Гапон), по физике почв (П.И. Андрианов). Результаты этих почвенных исследований заложили научные основы химизации, решили ряд важных вопросов взаимодействия удобрений с почвой, природу обменных реакций, влияние свойств почв на эффективность удобрений и извести.

На основании проведенных почвенных исследований были составлены первые агрохимические картограммы, определена зона распространения кислых почв и выявлены районы первоочередного их известкования, установлены районы наиболее эффективного применения фосфоритной муки, а также связь между гранулометрическим составом почв и эффективностью удобрений, изучена зависимость действия удобрений от почвенных, климатических и агротехнических условий. В 1940 г. были опубликованы уникальные материалы по эффективности удобрений в географических опытах. Они послужили основой для правильного распределения удобрений с учетом специализации и структуры посевных площадей отдельных районов.

Почвоведы ВИУА под руководством Н.П. Карпинского показали, что отзывчивость почв на удобрения, их агрохимические, водно-физические и биологические свойства теснейшим образом связаны со степенью их окультуренности. В.А. Францесон показал, что длительное унавоживание создает новую разность плодородной почвы. Эти работы почвоведов значительно подкрепились исследованиями А.Ф. Тюлина, С.С. Ярусова и Е.Н. Гапона по изучению почвенных коллоидов, минералогических и физико-химических свойств почвы, что позволило подойти к познанию почвенных процессов и управлению ими.

Разработанные в ВИУА методы исследования почв получили широкое признание в нашей стране и за рубежом, вошли в учебники и руководства.

В ВИУА большое внимание уделялось вопросам биологии и биохимии почв (Е.Н. Мишустин, В.В. Бернгард, Ф.Ю. Гельцер и др.). Здесь были предложены препараты нитрагина, изучена природа азотфиксирующих бактерий. В дальнейшем изучалась биологическая трансформация питательных веществ в почве и была детально разработана проблема биологического азота в земледелии (Е.Х. Ремпе, Е.П. Трепачев).

Одновременно с работами по минеральным удобрениям И.П. Мамченковым с сотрудниками (И.Ф. Ромашкевич, С.П. Гусев, А.Е. Пашковская, М.Д. Бахулин) проводились исследования, связанные с рациональным применением органических удобрений и их сочетанием с минеральными. В институте было создано оригинальное направление по использованию навоза, компостов, осадков сточных вод и сидератов для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Научный руководитель ВИУА Д.Н. Прянишников уделял особое внимание физиологическому направлению в агрохимии. В лаборатории минеральных удобрений были теоретически решены многие разделы агрохимии, детально разработана проблема значимости азота в жизни растений и земледелии СССР. Еще в довоенный период в Институте изучалась эффективность удобрений в зависимости от анионного и катионного их состава. Так, например, было изучено влияние аммонийных и нитратных форм азота на углеводнобелковый обмен и на процессы сахаронакопления у сахарной свеклы, особенности направления физиологических процессов под влиянием сульфат- и

хлорид-ионов, сопутствующих основным элементам минерального питания в удобрениях.

В этот же период было положено начало изучению влияния удобрений на химический состав растений и на его качество. По этому вопросу велись исследования с яровой пшеницей (Ф.К. Воробьев, И.В. Мосолов), сахарной свеклой (В.С. Иванова, А.В. Владимиров), коксагызом (И.Г. Дикусар, А.Ф. Калинин), льном (А.Г. Шестаков, В.Г. Швынденков).

Исследованиями Д.А. Сабина было дано физиологическое обоснование приемов повышения зимостойкости и устойчивости к полеганию зерновых культур путем регулирования состава минерального питания в различные фазы. Им же предложена теория повышения белковости зерна пшеницы.

Вопросы минерального питания растений получили дальнейшее развитие в работах лаборатории физиологии растений (А.В. Владимиров, И.В. Мосолов). Общая направленность этого раздела работ - решение проблемы повышения качества зерна пшениц. Особое место занимали работы Н.З. Станкова, развивающие научные идеи Д.А. Сабина о роли корневых систем в минеральном питании и продуктивности растений.

Существенное влияние на последующее развитие химизации сельского хозяйства имели работы экономического отдела (В.П. Кочетков, А.И. Туткевич, А.Г. Калашников и др.). Опыты, проведенные в ряде колхозов и совхозов на значительных площадях, показали большой экономический эффект химизации земледелия. В.П. Кочетковым были составлены первые расчеты потребности в удобрениях и их распределению по зонам страны.

Период 1936 - 1941 гг. характеризовался значительным развитием работ по изучению значения физики, химии, микробиологии в оценке плодородия почв, физиологии растений и разработкой методов агрохимических исследований почв и удобрений, работами по вопросам взаимодействия удобрений, почвы и растения (Д.Н. Прянишников, Е.В. Бобко, В.М. Клечковский, Б.А. Голубев, Ф.В. Чириков, И.Г. Дикусар, А.В. Владимиров и др.), по минеральному питанию растений (Д.А. Сабинин, Н.Г. Потапов и др.), действию органических удобрений (И.П. Мамченков, И.Ф. Ромашкевич), известкованию почв (О.К. Кедров-Зихман, С.С. Ярусов, С.Г. Шедеров), микробиологии

(Е.Н. Мишустин, Ф.Ю. Гельцер), физики, химии и минералогии почв (Н.П. Карпинский, А.Ф. Тюлин, Е.Н. Гапон, Н.И. Горбунов, Ю.А. Поляков, С.И. Долгов и др.).

Одним из приоритетных направлений было проведение методических работ. Так, были разработаны методы определения подвижности питательных элементов в почве: степени подвижности почвенных фосфатов (Н.П. Карпинский, В.Б. Замятина, Н.М. Глазунова), калия (А.П. Голубева), микроэлементов (Е.В. Бобко, В.В. Яковлева). Методика изучения форм почвенных фосфатов, разработанная Ф.В. Чириковым, позволила дать характеристику фосфатного фонда почв СССР и организовать более эффективное применение фосфорных удобрений.

Работы А.Л. Масловой по химическим методам определения в почве запасов и доступности растениям калия в связи с механическим составом и поглотительной способностью почвы явились одними из первых значительных исследований в этом разделе агрохимии.

Работами О.К. Кедрова-Зихмана, С.С. Ярусова, Н.И. Алямовского, С.Г. Шедерова и других была создана теория и рациональная система известкования кислых почв.

В развитии теории и практики применения микроудобрений важную роль сыграли работы Е.В. Бобко, В.В. Яковлевой, А.П. Кеворкова и других. Под влиянием этих работ в агрохимии сложились основные представления о роли бора, меди, марганца, цинка, молибдена и других микроэлементов в питании растений и системах удобрения различных культур. Е.В. Бобко с Д.А. Сабининым развернули исследования по рациональным способам внесения удобрений в почву. Эти работы дополнились исследованиями П.А. Баранова по изучению и регулированию механических, физико-химических и агрохимических свойств минеральных удобрений путем сочетания кислых форм со щелочными и нейтрализации их при тукосмешении и гранулировании.

Большое значение имели работы по обоснованию рациональных сроков и способов внесения удобрений, широко внедренных в практику сельскохозяйственного производства, как-то рядковое внесение гранулированного суперфосфата вместе с семенами зерновых и других культур, локальное внесение азотных и фосфорных удобрений

под пропашные культуры и ранневесенние подкормки зерновых культур (Е.В. Бобко, И.Г. Дикусар, П.Г. Найдин, А.В. Владимиров, И.В. Мосолов и другие).

Одновременно с перечисленными работами по минеральным удобрениям И.П. Мамченковым с сотрудниками проводились исследования, связанные с рационализацией применения органических удобрений и их сочетания с минеральными. При этом были выполнены обстоятельные исследования по химическому составу разных видов органических удобрений, способам хранения и использования навоза.

А.Е. Пашковской совместно с сотрудниками Новозыбковской опытной станции ВИУА были проведены исследования по технологии возделывания люпинов и других сидератов, разработаны приемы использования зеленого удобрения.

Огромное значение имели исследования по методике проведения полевых опытов с удобрениями применительно к различным почвенно-климатическим зонам и видам сельскохозяйственных культур. До войны в опытной работе участвовало 40 научно-исследовательских учреждений в разных районах страны. По инициативе Д.Н. Прянишникова в 1941 г. была создана Географическая сеть полевых опытов с удобрениями в системе ВИУА.

Существенное значение в работе ВИУА в этот период имел вновь созданный отдел Географической сети полевых опытов с удобрениями (П.Г. Найдин), который по масштабу работ, многообразию решаемых им задач значительно перерос рамки своего названия. Наряду с обработкой, анализом и обобщением материалов по результатам опытов отдел решал принципиальные вопросы методологии опытного дела.

При проведении массовых почвенных исследований в различных климатических зонах и хозяйственных условиях Институтом был накоплен большой организационный и методический опыт, который и ныне широко используется при проведении экспедиционных исследований почвенного покрова.

Известные работы П.И. Андрианова по физике, воднотепловому режиму почв внесли крупный вклад в агрофизику. Им были разработаны методы измерения различных физических свойств почвы, харак-

теристики их сорбционных свойств, диффузии ионов в почве, определения форм кислотности и т.д.

Наряду с физическими и химическими исследованиями почв в ВИУА успешно работали микробиологи Е.Н. Мишустин, В.В. Бернард, Ф.Ю. Гельцер, изучавшие природу свободноживущих и клубеньковых бактерий. На основе микробиологических исследований была разработана методика приготовления бактериальных препаратов в сельскохозяйственном производстве.

В тяжелые годы войны (1941-1945 гг.) основное внимание коллектива Института было направлено на высокоэффективное использование всех местных удобрительных ресурсов, различных отходов промышленности и сельского хозяйства, изысканию новых видов удобрений.

Институтом была выполнена специальная работа по организации и размещению суперфосфатных заводов в восточных районах страны (Д.Н. Прянишников, П.А. Баранов).

Много внимания уделялось исследованию и широкому внедрению в практику сельскохозяйственного производства сроков и способов внесения удобрений: рядковому внесению гранулированного суперфосфата вместе с семенами зерновых и других культур; локальному внесению азотных и фосфорных удобрений под пропашные культуры и ранневесенние подкормки озимых хлебов (Е.В. Бобко, И.Г. Дикусар, П.Г. Найдин, А.В. Владимиров, И.В. Мосолов и другие). Изучение свойств гранулированного суперфосфата и особенностей взаимодействия его с почвой проводили П.А. Баранов и

А.М. Щепетильникова. Испытание этого удобрения в Географической сети опытов под руководством П.Г. Найдина выявили условия наиболее эффективного его применения под различные культуры. Н.С. Соколов возглавил исследования по химической борьбе с сорняками, по рациональному применению гербицидов.

После войны резко возросли задачи ВИУА по рациональному использованию удобрительных ресурсов, по увеличению валовых сборов продовольственных, кормовых и технических культур. Расширились международные связи и комплексирование работ ВИУА с НИИ других ведомств (НИУИФ, Почвенный институт АН СССР, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева и др.).

В послевоенный период П.А. Баранов составил для Госплана СССР научно обоснованные расчеты потребностей в минеральных удобрениях, их распределения по районам страны. В дальнейшем П.А. Барановым и Н.Н. Барановым были разработаны методики учета экономической эффективности удобрений, которые стали широко использоваться научными, плановыми и сельскохозяйственными организациями, а также агрохимической службой. По проблемам агропочвоведения был выполнен большой объем работы: Н.П. Карпинский, В.А. Францесон, Н.К. Балябо, П.А. Летунов обобщили материалы почвенно-агрохимических исследований, разработали агропочвенное районирование Европейской части СССР и орошаемых районов Средней Азии.

В 1948 - 1950 гг. под методическим руководством ВИУА в тысячах колхозах пятнадцати областей Нечерноземной зоны проверялась эффективность разных видов минеральных удобрений. В это время в Институте начались большие теоретические исследования с применением изотопного метода. Опыты с использованием изотопов  $^{35}\text{K}$ ,  $^{32}\text{P}$  и  $^{35}\text{S}$  позволили теоретически обосновать способы и сроки внесения минеральных удобрений.

По инициативе академика О.К. Кедрова-Зихмана при лаборатории извести в 1959 г. была создана группа для внедрения в сельскохозяйственную науку новых методов исследования с использованием изотопов. В организации этой группы приняли активное участие сотрудники Института, особенно В.М. Клычников с его большим организаторским талантом.

Немного позднее, в 1959 г., на центральной опытной станции (ЦОС) ВИУА было создано гамма-поле. По своему оснащению, широте задач в то время ему не было подобного не только в нашей стране, но и в Европе. Специфичность исследований, важные задачи и необходимость иметь сложное специальное оборудование вызвали необходимость выделить группу в самостоятельную лабораторию, руководителем которой была назначена В.Б. Замятина, обладавшая большими научными знаниями и организаторскими способностями. Под ее руководством были проведены исследования с применением  $^{32}\text{P}$  по изучению форм соединений фосфора почв и их использованию растениями, с применением  $^{15}\text{P}$  - по превращению азота удобрений в почве и использованию его растениями. Было установлено, что на-

ряду с микробиологической аккумуляцией азота сернокислого аммония, в органическом веществе почвы также существует и физико-химическое поглощение.

Используя лизиметрический метод, сотрудники лаборатории определили количество вымываемого азота удобрений из почв различных типов, установили коэффициенты использования азота удобрений и количество азота, закрепляемого почвой.

Лаборатории удалось провести исключительно интересный опыт - получить навоз, меченый  $^{15}\text{P}$ , опыты с которым дали возможность ответить на вопрос о коэффициенте использования азота органических удобрений. Работа лаборатории была организована таким образом, что давала возможность всем сотрудникам Института успешно проводить исследования с использованием изотопного метода. Сотрудниками проводились обширные методические работы по улучшению и модернизации исследований с  $^{15}\text{P}$ .

Созданный В.Б. Замятиной коллектив высококвалифицированных научных сотрудников, опытных инженеров и лаборантов (Ю.М. Логинов, Н.М. Варюшкина, В.В. Зерцалов, Ю.И. Семенов, В.И. Поршнева, М.М. Никитина и другие) в последующем возглавила Н.И. Борисова.

Лабораторией минеральных удобрений (П.А. Баранов, Д.А. Кореньков, В.У. Пчелкин, Ю.П. Сиротин) были проведены детальные технические, агрохимические и экономические исследования жидких азотных удобрений.

Вопросы теории минерального питания получили дальнейшее развитие в работах по физиологии питания растений И.В. Мосолова. Общая направленность этого раздела работ - решение задачи повышения качества зерна пшеницы. Особое место занимали исследования Н.З. Станкова, развивающие работы Д.А. Сабина и И.И. Колосова о роли корневых систем в развитии, минеральном питании и продуктивности растений.

Существенное значение в работе ВИУА уже в этот период имел отдел Географической сети опытов с удобрениями (П.Г. Найдин). Им уже возглавлялась и весьма важная работа Института по разработке проектов потребности страны в минеральных удобрениях на текущие пятилетки и на перспективу.

В этот период сотрудники института активно продолжали методические исследования. Разрабатывались и усовершенствовались методы определения подвижности питательных элементов в почве: степень подвижности почвенных фосфатов - Н.П. Карпинский, В.Б. Замятина, Н.М. Глазунова, калия - А.П. Голубева, микроэлементов - Е.В. Бобко, В.В. Яковлева. Под руководством В.А. Францесона велась работа по изучению плодородия почв целинных и залежных земель и его изменения в первые годы после распашки. Было установлено, что распашка целины способствует мобилизации питательных веществ из труднодоступных соединений почвы.

В связи с решением проблемы сохранения плодородия почв были начаты детальные почвенные исследования для составления агропроизводственной характеристики почв в Нечерноземной полосе (В.М. Клычников) и в Центрально-Черноземной зоне (В.А. Францесон), а также исследования по мелиорации хлоридно-сульфатных солонцовых почв каштановой зоны в условиях орошаемого и богарного земледелия (Н.К. Балябо, Б.С. Гутина, С.Г. Васильева, Е.А. Зверева, М.И. Блинов).

Почвоведомы ВИУА в 1958 г. была разработана методика составления и использования почвенных карт в колхозах и совхозах РСФСР. В результате была установлена связь между агрохимическими показателями различных почв и действием азотных и фосфорных удобрений. Большой интерес представляли работы почвоведов, установивших неодинаковую усвояемость растениями остаточного фосфора, аккумулированного почвой в результате систематического применения удобрений и «природных» фосфатов, связанных с генезисом почв.

Рассмотрев основные направления исследований в ВИУА в первой половине XX столетия уместно привести структуру научных подразделений Института с первых лет его организации.

Изучением географических закономерностей действия удобрений в ВИУА занимались с первых лет его существования, выполняя одну из важнейших задач, поставленных Наркомземом при его организации: «...Установить наилучшие соотношения различных минеральных удобрений для различных культур, районов и почв, наиболее выгодные количества удобрений и наиболее благоприятные сроки и способы их внесения...».

Еще в 1932 - 1934 гг. Институтом в этом направлении была проделана большая работа: проведено комплексное почвенно-агрохимическое обследование более 25 млн. га земель, поставлено более 13 тыс. полевых опытов. Непосредственное руководство работой осуществляли П.Г. Найдин, Н.П. Карпинский, С.С. Сигаркин, Л.Н. Барсуков. В проведении исследований принимали активное участие В.А. Францесон, И.С. Лупинович, Н.А. Сапожников, А.И. Поташов, М.И. Гусев, В.И. Штатное, И.И. Белоножко, А.Д. Костюченко и др.

В 1941 г. по инициативе Д.Н. Прянишникова Наркомземом СССР был издан приказ об организации Географической сети опытов с удобрениями, перед которой была поставлена задача «научного обоснования размещения удобрений по территории СССР, районирования доз удобрений под важнейшие сельскохозяйственные культуры, установления более эффективных сроков и способов внесения удобрений а также испытания различных новых видов и форм удобрений». Организатором и руководителем работ стал профессор П.Г. Найдин, бессменно возглавлявший работу геосети до 1969 г.

В первые послевоенные годы в состав сети вошли крупнейшие институты и опытные станции. В 1957 г. приказом Министерства сельского хозяйства СССР сеть была расширена до 98 научно-исследовательских институтов, опытных станций и сельскохозяйственных высших учебных заведений.

Работа в лаборатории длительных опытов с удобрениями в течение 15 лет проводилась под руководством Л.С. Любарской, а с 1960 по 1962 гг. лабораторию возглавил И.И. Синягин.

Лаборатории азотных и фосфорных удобрений выделились из комплексной лаборатории минеральных удобрений, исследования в которой проводились под руководством Д.Н. Прянишникова. Лабораторию азотных удобрений возглавил академик ВАСХНИЛ П.А. Баранов, а с 1962 г. - академик ВАСХНИЛ Д.А. Кореньков.

Проблеме фосфора в ВИУА уделялось большое внимание в течение всего периода существования Института. Капитальные исследования по фосфорному режиму почв, свойствам фосфорных удобрений и их эффективности проводились в комплексной лаборатории минеральных удобрений под руководством Д.Н. Прянишникова, а с 1948 по 1964 гг. - П.А. Баранова. Здесь изучали запасы и формы почвенных фосфатов, фосфорное питание растений и эффективность

фосфорных удобрений (Ф.В. Чириков, Б.А. Голубев, П.А. Баранов, А.М. Щепетильникова, Э.И. Шконде).

Эффективность фосфорных удобрений изучалась и в отделе Географической сети опытов (П.Г. Найдин, С.С. Сигаркин, В.В. Буткевич, А.С. Чернавин, Л.С. Любарская, Ю.П. Сиротин и другие).

Исследования по агрохимии калия и микроэлементов проводились в Институте со времени его организации. Большой вклад в изучение закономерностей действия калийных удобрений и микроудобрений, в разработку приемов их применения в сельском хозяйстве страны внесли О.К. Кедров-Зихман, Е.В. Бобко, А.Л. Маслова, С.П. Молчанов, В.У. Пчелкин, А.П. Кеворков, В.В. Яковлева и другие.

Лаборатория калия была организована в первый год существования ВИУА под руководством С.П. Молчанова, а в дальнейшем (до 1971 г.) исследования по проблеме калия почвы и калийных удобрений проводились под руководством В.У. Пчелкина.

Лаборатория микроудобрений была организована в 1958 году под руководством А.П. Кеворкова.

Лаборатория органических удобрений была создана в 1931 г. Длительное время (в течение 40 лет) ее руководителем был профессор И.П. Мамченков. В первые годы существования лаборатории в ней были проведены исследования по изучению влияния различных способов хранения навоза на потери азота и органического вещества; влияния азота и фосфора минеральных удобрений на гумификацию соломы. Показано, что при оптимальном соотношении СЛЧ и С:Р коэффициент гумификации углерода соломы не меньше, чем углерода навоза (А.Е. Пашковская). В дальнейшем усилия коллектива ученых этой лаборатории были сосредоточены на изучении содержания основных элементов питания растений в различных видах торфа, птичьего помета, осадках сточных вод, органических отходах промышленности и коммунального хозяйства (С.П. Гусев). Результаты этих исследований вошли во многие справочники и учебные пособия. Сотрудниками лаборатории были подготовлены также стандарты на торф для подстилки и компостирования, разработаны рациональные способы применения его для этих целей. Было доказано, что эффективность торфонавозных компостов по мере разбавления навоза торфом резко снижается, а применение торфа отдельно не обеспечивает

существенного повышения урожая (З.Д. Озолина). Значительное место занимали исследования по изучению приемов сочетания навоза и минеральных удобрений. Было доказано, что применение их в сочетании намного эффективнее раздельного внесения (Е.М. Бодрова).

Отдел агропочвоведения был организован в 1931 г. В 1956 г. он был разделен на три лаборатории: лаборатория почв Нечерноземной полосы (Н.П. Карпинский); лаборатория почв Черноземной полосы (В.А. Францесон); лаборатория пустынно-степных почв (Н.К. Балябо).

В первые годы существования Института под руководством отдела агропочвоведения было проведено почвенно-агрохимическое обследование пахотных земель на площади 25 млн. га в целях химизации. На основе этой работы была дана характеристика почв дерново-подзолистой зоны в связи с химизацией, характеристика почв лесостепной зоны Европейской части СССР, составлено агро-почвенное районирование Европейской части СССР. Одновременно проводились исследования по вопросам окультуривания почв и теории почвенной кислотности.

В основу всей работы почвоведов ВИУА был положен принцип Докучаева о том, что все свойства почвы, в том числе наиболее агрономически важные, связаны с генезисом почвы, с факторами почвообразования. Следует отметить, что по отношению к почвам пахотных площадей, с которыми приходилось иметь дело при проведении почвенных обследований в целях химизации, докучаевский принцип генезиса потребовал дальнейшего развития. Общее понятие генезиса почв было расширено включением в него и понятия генезиса пахотной почвы.

Созданная в 1937 г. лаборатория плодородия почв Черноземной полосы изучала водные и водно-физические свойства черноземных почв. Особое внимание в работе лаборатории было уделено вопросам окультуривания почв. Изучалось также влияние высушивания и смачивания почв на подвижность почвенных фосфатов. В лаборатории проводили исследования по генезису черноземных почв для определения их плодородия. Результаты этих исследований представлены в работе В.А. Францесона «Черноземные почвы, их генезис и свойства».

В 1954 - 1957 гг. сотрудники лаборатории черноземных почв в составе экспедиции ВИУА принимали участие в изучении пло-

родия целинных земель Черноземной полосы. В результате проведенных исследований были даны рекомендации и сделаны предложения по глубине и способам обработки почв, применению удобрений на разных почвах и другим агротехническим приемам (В.М. Клычников, А.В. Герасимова и другие).

Лаборатория известкования кислых почв была организована в ВИУА в 1932 году. Длительное время ее возглавлял О.К. Кедров-Зихман. Были решены основные вопросы известкования кислых почв: выявлены оптимальные значения активной кислотности для основных сельскохозяйственных культур в условиях известкования кислых почв (О.К. Кедров-Зихман, С.С. Ярусов); сформулировано основное теоретическое положение известкования кислых почв (Н.И. Алямовский); выполнены исследования по влиянию известкования на содержание подвижных форм алюминия и марганца, мобилизацию доступных для растений соединений питательных веществ, физико-химические свойства почвы, ее микробиологическую активность; разработаны приемы наиболее эффективного сочетания известкования с применением минеральных, органических и микроудобрений (К.И. Сони́на, Ф.И. Семенова, А.П. Кеворков, А.Ф. Агафонова, И.А. Чернавина, П.А. Данилова); изучены местные известковые материалы, известьесодержащие отходы промышленности, что позволило расширить ассортимент известковых удобрений и разработать агрономические требования к их качеству.

В 1931 г. была создана комплексная лаборатория минеральных удобрений, которую до 1948 г. возглавлял Д.Н. Прянишников, а его заместителем был Е.В. Бобко. В 1949 г. из этой лаборатории выделилась лаборатория питания растений. На протяжении многих лет лабораторией руководили ученики Д.Н. Прянишникова - профессор А.В. Владимиров (с 1949 по 1952 гг.) и И.В. Мосолов (с 1952 по 1973 гг.). Основным направлением исследований в лаборатории было выявление взаимосвязи между условиями минерального питания и процессами обмена веществ в растениях, формированием урожая основных сельскохозяйственных культур и его качеством.

Под руководством Д.Н. Прянишникова были выполнены фундаментальные исследования: использование растениями аммиачной и нитратной форм азота в зависимости от существующих факторов и биологических особенностей растений; влияние минеральных удоб-

рений на обмен веществ, формирование урожая и его химический состав в зависимости от анионов и катионов удобрений (А.В. Владимиров, И.Г. Дикусар, И.В. Мосолов и др.), превращение удобрений в почве и влияние их на рост растений (Ф.В. Чириков, А.Л. Маслова, Ф.К. Воробьев и др.).

Лабораторию почвенной микробиологии с момента организации Института до 1940 г. возглавлял Е.Н. Мишустин. В эти годы изучали участие почвенных микроорганизмов в создании плодородия почвы (П.Н. Жуковская, Т.Н. Чеботарева, Е.С. Тэппер). Впервые в нашей стране были проведены исследования по активности местных рас клубеньковых бактерий, была разработана заводская технология приготовления торфяного нитрагина (В.В. Берnard).

В период с 1940 по 1953 гг. лабораторией руководила Ф.Ю. Гельцер. В это время изучалась роль эндомикоризы в питании высших растений, значение продуктов автолиза микроорганизмов для структурообразования почв.

Лаборатория механизации и технологии применения минеральных удобрений начала свою деятельность с первых лет организации Института. Основное внимание уделялось разработке новых образцов машин для внесения удобрений и организации сравнительных испытаний их в производственных условиях. Еще в 1934 г. были разработаны первые образцы отечественных высевающих аппаратов центробежного действия (М.А. Луканов). Изучены цепочно-пальчатые высевающие аппараты (В.И. Нагибин, М.Л. Кругляков), созданы и внедрены в производство туковые сеялки СТК-20. В 1934-1937 гг. были разработаны и рекомендованы производству машины для подготовки удобрений к внесению (смесительная установка, дезинтегратор).

Вопросами экономики применения удобрений в институте начали заниматься с 1931 г. Первые наиболее крупные работы в этом направлении были выполнены в соответствии с постановлением Наркомзема СССР об организации совхозов и развитии химизации. В ней приняли участие 17 человек, в том числе профессор Д.А. Карпузи, А.И. Туткевич, В.П. Кочетков. Проведенные работы по экономической оценке систем удобрений и обоснованию планов химизации в хозяйствах различной специализации - свекловичных, льноводческих, животноводческих, овощных, плодово-ягодного направления оказали

влияние на развитие химизации сельского хозяйства в сороковые годы. Затем экономические исследования были рассредоточены по научным подразделениям Института (Географическая сеть опытов с удобрениями, лаборатории минеральных и органических удобрений). Отдел экономики и организации применения удобрений в Институте был создан в 1964 г.

#### **15.4. Вклад ученых Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (ТСХА) в развитие агрономической химии**

Петровская земледельческая и лесная академия (ныне ТСХА) была открыта в 1865 г. Фундамент агрономической химии в академии был заложен выдающимися учеными П.А. Ильенковым, К.А. Тимирязевым, имя которого носит академия в настоящее время, Н.Е. Лясовским и Г.Г. Густавсоном.

##### **Ильенков Павел Антонович (1821 – 1877)**

Ильенков Павел Антонович - русский химик-технолог. В 1865 - 1875 гг. заведовал кафедрой органической и агрономической химии в Петровской земледельческой и лесной академии.

П.А. Ильенков разработал (1865 г.) метод получения удобрения путем переработки костей щелочами (поташем, золой, известью, едким калием). Ему принадлежит ряд руководств по агрономической химии, он перевел на русский язык книгу Ю. Либиха «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений» (Биографический словарь деятелей естествознания и техники. М. 1990).

В первые 10 лет существования Петровской академии (до 1875 г.) профессор П.А. Ильенков читал курс агрономической химии, он впервые в России ввел в преподавание курс сельскохозяйственного химического анализа - основ методики агрохимических исследований (Ягодин, Торшин, 2000). Его оригинальный способ получения фосфорного удобрения путем обработки костей щелочами, а не кислотой, что уже рекомендовалось ранее, оказался вполне применим для условий крестьянского хозяйства.

В течение 22 лет (1870 - 1892 гг.) профессором Петровской земледельческой и лесной академии был Кл. Тимирязев, имя которого в 1923 году было присвоено академии.

В академии он построил первый в России вегетационный домик для опытов с растениями. На Всероссийской выставке в 1896 г. в Нижнем Новгороде Климент Аркадьевич по поручению Министерства земледелия соорудил еще лучший вегетационный домик, в котором лично демонстрировал публике физиологические и агрохимические опыты. Оба этих домика используются в ТСХА.

К.А. Тимирязев был активным популяризатором агрохимических знаний, проводил многочисленные вегетационные опыты с удобрениями. С 1919 г. на базе вегетационного домика была создана агрохимическая опытная станция (ныне лаборатория агрохимии).

Профессором Петровской земледельческой и лесной академии в 1866 - 1869 гг. был выдающийся химик-органик Н.Е. Лясковский, занимавшийся также вопросами агрохимии. Он ввел в агрохимию элементы биохимии, изучал превращения белков и жиров при прорастании семян, впервые установил связь между содержанием белка в зерне пшеницы и климатическими условиями ее выращивания.

В 1875 г. Г.Г. Густавсон поступил в Петровскую академию на кафедру органической и агрономической химии, где 15 лет проработал сначала экстраординарным, а затем и ординарным профессором. Именно Г.Г. Густавсону принадлежат составление первой учебной программы курса агрономической химии и написание книги «Двадцать лекций по агрономической химии», которая дважды переиздавалась (1889 и 1937 гг.). Она представляет собой полный курс агрохимии. Г.Г. Густавсон считал, что цель агрохимии - рассмотреть взаимосвязь и дать научное объяснение тем явлениям и процессам, совершающимся в природе, с которыми приходится иметь дело сельскому хозяину. При этом он подчеркивал, что для этого одной химии недостаточно. Для выполнения этих задач приходится прибегать к помощи и других естественных наук. Поскольку лекции по агрохимии излагались химиком, то и материал представлялся больше с позиций химического, а не физиологического направления. Например, из трех взаимосвязанных и составных частей агрохимии (в понимании Д.Н. Прянишникова - растение, почва, удобрение), в книге блестяще изложены только химия почвы и химия удобрений. Физиологическая

же направленность в рассмотрении проблем и задач агрохимии в плане Ж.Б. Буссенго, К.А. Тимирязева, Д.Н. Прянишникова в лекциях Г.Г. Густавсона не развивается.

В руководимой им химической лаборатории Петровской академии в центре внимания было изучение химического состава почв, удобрений, растений, а также микробиологических процессов, происходящих при разложении органического вещества почвы. Г.Г. Густавсон попытался объяснить роль минеральных солей в растениях на основе исследования каталитических свойств галогенидов алюминия. В частности, он полагал, что соли типа  $AlX_3$ , соединяясь с органическими веществами, активизируют их. Предположение Г.Г. Густавсона о каталитическом действии цинка впоследствии было подтверждено и хорошо изучено исследователями, работающими с микроэлементами. Он также отмечал перспективность определения азота по методу Кьельдаля, который и сейчас широко используется в различных модификациях в агрохимических исследованиях.

Современники Г.Г. Густавсона отмечали высокий теоретический уровень и большую экспериментальную точность проводимых им исследований.

Он постоянно поддерживал творческие и деловые связи с зарубежными учеными, почти ежегодно выезжая за границу, главным образом в Германию и Францию, где знакомился с последними достижениями науки, новой лабораторной техникой.

За сорокадвухлетний период научной деятельности он выполнил и опубликовал множество научных исследований, разработал прекрасный курс агрономической химии и наполовину был написан чрезвычайно интересный курс органической химии, которому не суждено было быть оконченным и появиться в печати.

Характерной его особенностью было умение разрешать трудные вопросы при чрезвычайно простой лабораторной обстановке и с очень скромными средствами. В работе он проявлял большую настойчивость, не оставляя начатые исследования, пока не достигал полной ясности.

Ряд работ был посвящен вопросу о поглотительной способности, этому важному для агрономов свойству почвы.

Он обстоятельно анализирует разные точки зрения исследователей, занимавшихся этими вопросами. Мы же отметим лишь значе-

ние поглотительной способности почв для питания растений, которое сформулировано Г.Г. Густавсоном в книге «Двадцать лекций...»:

1. Благодаря поглотительной способности почв важные для растений питательные вещества (калий, фосфорная кислота, аммоний и др.) задерживаются в доступном для растений состоянии и предохраняются от вымывания;

2. Поглотительная способность понижает содержание в почвенных растворах отдельных оснований, «а относительно оснований и кислот раствор обедняется в том случае, если соли в нем образованы кислотами, поглощаемыми почвой» (с. 69). В этом случае часть соли раствора поглощается почвой, что предохраняет вредное воздействие на растения концентрированных растворов солей;

3. Поглотительная способность почв вызывает и регулирует постоянное разнообразие растворов в почвах, необходимое для питания растений, что связано с обменом оснований почвы и раствора;

4. С этим связано регулирование постоянного разнообразия в составе цеолитной части почвы. Это разнообразие тесно связано с разнообразием растворов: то и другое зависит от одних и тех же причин.

5. Поглотительной способностью почвы объясняется передвижение питательных веществ, находящихся в растворе, что может быть вызвано действием применяемых удобрений.

Интересно отметить понятие об удобрении, сформулированное Г.Г. Густавсоном, которое в значительной степени приближается к тому определению, которое дал впоследствии Д.Н. Прянишников. «Удобрениями называются не только вещества, служащие для непосредственного питания растений, но также и те, которые переводят в удобоусвояемое состояние присутствующие уже в почве соединения или улучшают физические свойства почвы. Отсюда общее определение удобрений будет таковое: удобрения суть вещества, вносимые в почву с целью повышения урожая» (с. 87).

Дальнейшее развитие агрохимии в Московской сельскохозяйственной академии связано с деятельностью Дмитрия Николаевича Прянишникова. Основоположнику отечественной агрохимии и его многогранной научно-педагогической деятельности посвящена специальная отдельная глава данной книги. В то же время, рассматривая историю развития агрохимии в Московской сельскохозяйственной академии, считаем необходимым, не опасаясь повторений, еще раз

подчеркнуть значение этого выдающегося ученого в формировании агрохимической науки в ведущем сельскохозяйственном вузе России, с которым была связана вся его творческая научно-педагогическая деятельность.

Именно здесь Д.Н. Прянишников выполнил классические фундаментальные агрохимические исследования, постоянно уделял внимание приложению достижений агрохимической науки к практике отечественного земледелия, систематически ставил вопросы о развитии в стране туковой промышленности.

Как лидер агрохимической науки он поддерживал связь с основными научными учреждениями агрохимического профиля, а также непосредственно принимал участие в их научно-организационной деятельности. Это позволяло ему проводить активную работу по совершенствованию методики опытного дела и агрохимических исследований, развить Географическую сеть опытов с удобрениями, а также пропагандировать достижения агрохимической науки. Учение Д.Н. Прянишникова охватывало все важнейшие фундаментальные и прикладные вопросы агрохимии, а также практики химизации земледелия.

Его мнение было наиболее авторитетным при решении научно-организационных государственных проблем, организации научных учреждений, решении вопросов стратегии химизации земледелия, развития химической промышленности по производству минеральных удобрений и других вопросов. Д.Н. Прянишников был главным консультантом руководящих органов страны.

Дмитрий Николаевич много внимания уделял совершенствованию преподавания агрохимии в вузах. Его учебник «Агрохимия» неоднократно переиздавался с учетом достижений агрохимической науки и пользовался большой популярностью. В предисловии к первому изданию «Агрохимии» Д.Н. Прянишников (1934) писал, что настоящее руководство появляется в благоприятных условиях, если учесть широкие возможности для развития химической промышленности по производству минеральных удобрений. «Открыты и изучены самые мощные в мире залежи калийных солей на севере Урала. В Хибинских горах найдены богатейшие залежи апатита - лучшее сырье для наших суперфосфатных заводов».

Он отмечал также большие изменения в структуре агрономической школы. Прежде (с 1894 по 1928 гг.) кафедр агрономической

химии в сельскохозяйственных школах не было, и развивать работу в этой области можно было только под флагом какой-либо другой кафедры, в порядке личной инициативы. Известно, что Д.Н. Прянишников в течение 33 лет (1895 - 1928 гг.) развивал агрохимию в качестве не узаконенного штатом и уставом школы придатка к кафедре частного земледелия. В периоды деятельности в качестве декана (с 1907 по 1913 гг. и в 1923 - 1925 гг.) Дмитрию Николаевичу удавалось проводить в учебных планах секцию агрохимии, но только в порядке личной инициативы и личного влияния.

В этом же предисловии к первому изданию «Агрохимии» он замечает, что «достаточно было на время отойти от заведования учебной частью, и слово «агрохимия» опять исчезало из обихода сельскохозяйственной школы».

Первым учреждением, где агрономическая химия была официально признана и представлена целым отделом, с особым штатом, была не сельскохозяйственная школа, а учреждение исследовательского типа, именно Научный институт по удобрениям (НИУ), созданный в 1919 г. Высшим советом народного хозяйства.

В сельскохозяйственных вузах только с 1928 г. под влиянием Комитета по химизации были созданы самостоятельные кафедры агрохимии, а с 1930 г. специализация была проведена глубже, и только с этого времени началась систематическая подготовка кадров агрохимиков.

В предисловии ко второму изданию учебника «Агрохимия», которое Д.Н. Прянишников писал в 1936 г., он подчеркивал: «Теперь уже миновала необходимость настаивать на громадном значении для нас минеральных удобрений, но важно помочь правильному применению ежегодно возрастающего их потока, и если настоящее (второе) издание «Агрохимии», выпускаемое (со многими дополнениями) как раз в заключительном году второго пятилетия, будет способствовать достижению такой цели, то автор будет этим в высокой степени удовлетворен».

Предисловие к третьему изданию Дмитрий Николаевич писал в 1940 г. При этом он обратил внимание на следующие моменты:

1. «По выявленным запасам главнейших видов сырья СССР занимает первое место в мире, обладая примерно 50% мирового запаса фосфоритов и еще большей долей запасов калия (свыше 80%). По-

этому вопрос о сырье не может стоять на пути нашей туковой промышленности, которой предстоит еще более сильное развитие» (1963, с. 37).

2. Важнейшая задача земледелия — обеспечить наиболее эффективное использование все возрастающего потока минеральных удобрений, доставляемых химической промышленностью, при одновременном максимальном использовании местных удобрений и культуры азотособирателей.

При этом Д.Н. Прянишников обратил внимание на то, что в третьем издании «Агрохимии» включены все главные достижения последнего времени в области теоретического изучения и практического применения удобрения (Прянишников, 1963, т. I, с. 38).

Предисловие к четвертому изданию «Агрохимии» Д.Н. Прянишников писал в послевоенный период в 1946 г. Поэтому он хорошо понимал всю сложность ситуации в тот период в отечественном земледелии. Он обращал внимание прежде всего на использование агрохимических средств в земледелии с максимальным народнохозяйственным эффектом, чтобы удобрения применялись бережно, разумно, со знанием дела. В разрешении проблемы снабжения культурных растений азотом он большое значение придавал «биологическому азоту», т.е. расширению посева бобовых, а также повышению внимания к зеленому удобрению, при этом, подчеркивая, что и эти сельскохозяйственные культуры нуждаются в обеспечении фосфорно-калийными удобрениями. Дмитрий Николаевич призывал не ослаблять внимание к использованию местных удобрений. «...Осуществление необходимых мер по упорядочению накопления, хранения и применения местных удобрений, навоза, в первую очередь представляет насущную задачу сегодняшнего дня» (с. 36). Он обращал внимание также и на известкование как важное средство повышения плодородия почв.

Известный агрохимик, профессор А.В. Петербургский (1963) писал, что Д.Н. Прянишников в своем основном научном труде «Агрохимия» воплотил свой колоссальный личный опыт и опыт страны в области питания растений и применения удобрений. Впервые эта замечательная книга была опубликована в 1900 г. под названием «Учение об удобрении». Под обоими названиями этот труд за 40 лет изда-

вался девять раз. Он переведен на несколько языков союзных республик, а также на польский, болгарский, сербский, чешский и немецкий языки.

Д.Н. Прянишников всегда уделял внимание созданию научно-исследовательских учреждений и экспериментальных научных баз при высших сельскохозяйственных учебных заведениях. Его стараниями при Петровской академии была создана новая опытная станция на базе опытного поля И. А. Стебута.

По инициативе Д.Н. Прянишникова на территории опытной станции в 1912 г. был заложен многолетний опыт с различными сельскохозяйственными культурами, приемами земледелия и удобрения.

В вегетационном домике, переданном Д.Н. Прянишникову К.А. Тимирязевым после Нижегородской выставки, где демонстрировались опыты по питанию растений, многие годы проводились классические исследования. Данные, полученные в вегетационном домике, издавались отдельными томами под названием «Из результатов вегетационных опытов» и представляли своеобразную энциклопедию новых результатов исследований по физиологии растений и агрохимии. Всего таких сборников издано 16, последний был опубликован в 1935 г.

За период своей творческой научно-педагогической деятельности Д.Н. Прянишников создал отечественную научную агрохимическую школу. Среди его учеников Н.И. Вавилов, А.Г. Дояренко, В.М. Клечковский, А.Г. Шестаков, А.В. Петербургский, Б.А. Голубев, И.Г. Дикусар, А.Н. Лебедев, В.С. Буткевич и многие другие.

При чествовании Д.Н. Прянишникова в Московском доме ученых в связи с его 80-летием (1945 г.), он сказал: «В своей работе больше всего внимания я уделял исследованиям в области агрономической химии и физиологии растений... Агрономическая химия привлекла мое внимание своей связью с практическими задачами повышения урожаев. Думаю, что моя многолетняя работа показала правильность избранного пути и что исследования, проведенные мною и моими сотрудниками, имеют существенное значение для земледелия СССР» (цит. Петербургский, 1963).

Моральный облик Д.Н. Прянишникова весьма точно обрисовал академик П.М. Жуковский: «У него хорошие русские черты: сила, мудрость, большие масштабы, привязанность к народу, стремление

трудиться для народа, добродушие, юмор, жизненная кряжистость, любовь к семье, простота домашнего уклада...» (цит. Петербургский, 1963).

Он проработал в Сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, считая и годы учебы, шестьдесят один год. Только смерть оборвала его связь с академией.

### **15.5. Агрехимия в Московском университете**

Земледелие вместе с натуральной историей в Московском университете начал читать в 1770 г. (через 15 лет после его открытия) только что вернувшийся из-за границы профессор М.И. Афонин, которого следует считать первым профессором, преподававшим сельскохозяйственные дисциплины в Московском университете.

Курс земледелия впервые был организован при кафедре зоологии и ботаники. Он именовался «Сельскохозяйственным домоводством».

Матвей Иванович Афонин начал чтение курса по земледелию «Сельское домоводство». Свое знаменитое сочинение исторический доклад «Слово о пользе, знании, собирании и расположении чернозему, особливо в хлебопашестве» он произнес в 1771 г.

В основу сочинения М.И. Афонин положил свою речь, произнесенную на торжественном акте в Московском университете, устроенном в апреле 1771 г. в связи с посещением университета Екатериной II. В том же году сочинение М.И. Афонина было напечатано, а много лет спустя, в 1820 г. переизданов сборнике «Речи, произнесенные в торжественных собраниях Московского университета» (т. 2). Развивая идеи М.В. Ломоносова, который в своей книге «О слоях земных» отмечал, что чернозем «не первозданное нечто», а произошел «от согнития животных и растущих тел со временем», М.И. Афонин утверждает, что чернозем «состоит по большей части из согнивших трав и растений, которые части в самом воздухе, а части в живущих телах переменуию претерпели» (с. 16). Далее Матвей Иванович подчеркивает, что «изобильной добротой» и «плодоностью» чернозем «превосходит все прочие роды земли». Из всех проблем земледелия наиболее пристальное внимание он уделял изучению самых плодородных почв - черноземов.

Из теоретических высказываний М.И. Афолина наиболее интересны его представления о происхождении гумуса из органических тел под влиянием живого населения почвы и атмосферных агентов (воды, воздуха).

После ухода М.И. Афолина из Московского университета чтение курса по проблемам земледелия «Сельскохозяйственное домоводство» прекратилось. По новому уставу Московского университета в 1804 г. было образовано четыре факультета. Наибольшее число кафедр было на физико-математическом факультете, среди которых была создана кафедра минералогии и сельского хозяйства (в составе «Отдела физико-математических наук»).

Первым руководителем этой кафедры в 1804-1818 гг. был Антон Антонович Антоносский-Прокопович (родился в 1764 г.). Он и читал курс минералогии и сельского хозяйства. Будучи продолжателем дела М.И. Афолина по сельскому хозяйству, он был первым официальным представителем этой кафедры и оставался в этой должности до 1818 г. История свидетельствует об активной деятельности Антона Антоновича в Московском университете, особенно на поприще литературно-общественном и педагогическом, существенна и его роль как ученого.

Для оценки значимости заслуг А.А. Антоносского-Прокоповича необходимо отметить, что он был Действительным Статским Советником, заслуженным Профессором, ректором Московского университета, Кавалером Св. Владимира 3-й степени, Св. Анны 2-го класса и Св. Станислава 1-й степени.

С 1807 г. А.А. Антоносский-Прокопович шесть раз избирался Деканом физико-математического факультета, в 1817 г. - Проректором, а в 1818, 1821 и 1824 гг. - Ректором Московского университета. В 1803 г. кафедра Энциклопедии и Натуральной Истории была преобразована: преподавание Энциклопедии было прекращено, а предметы Натуральной Истории были разделены на три кафедры, в том числе и кафедру Минералогии и Сельского Домоводства, которая и была предоставлена Ординарному Профессору А.А. Антоносскому-Прокоповичу, остававшемуся в этой должности до 1818 г.

При чтении Минералогии он руководствовался сочинением Севергина, а Сельского Домоводства - собственными заметками (Биограф, словарь, 1855).

А.А. Антонский-Прокопович известен в большой степени организационной и общественной деятельностью. По его инициативе при университете было организовано «Общество любителей Российской словесности», в работе которого принимали участие Пушкин, Жуковский и др. Позже он был активным деятелем Московского общества сельского хозяйства. Однако в области земледелия ни он, ни его преемник - профессор Федор Алексеевич Денисов (1818- 1820 гг.) - существенных трудов не оставили (Качинский, 1957, с. 12).

Значительное развитие сельского хозяйственной науки в Московском университете началось с 1820 г. с приходом на кафедру Минералогии и Сельского (Домоводства) хозяйства доктора медицины, профессора Михаила Григорьевича Павлова (1793 -1840 гг.).

После окончания университета М.Г. Павлов три года работает в кабинете натурфилософии, а после уезжает на учебу в Германию в г. Меглин в Сельскохозяйственную академию к крупному ученому- агроному с мировым именем, автору известной в агрохимии «гумусовой теории питания растений», большому авторитету в области земледелия Альбрехту Тэеру. Именно от своего немецкого учителя Михаил Григорьевич перенял важный постулат, которым впоследствии руководствовался - относиться к сельскому хозяйству как к важнейшей отрасли науки.

По возвращении из заграничной командировки М.Г. Павлов становится во главе кафедры сельского хозяйства Московского университета, занимая этот пост до конца своей жизни (1840 г.). На первой же лекции после возвращения из Германии он сказал, обращаясь к студентам: «Мысль моя, естественно, останавливается на предмете, занятие коим составляет мое призвание; он касается первого, главного источника народного богатства, а посему и прочнейшего основания государственного имущества Это есть наука сельского хозяйства. На сей раз из обширнейшей области оной избираю я если не любопытнейшее, то, по крайней мере, полезнейшее, а именно: намерен говорить о главных системах сельского хозяйства, с приравливанием к России.

Рассматривая вклад М.Г. Павлова в развитие отечественной земледельческой науки, в агрохимическую науку, как профессора Московского университета, следует подчеркнуть, что он был достойным продолжателем дела М.В. Ломоносова, энциклопедистом, «ум

которого признавали «необыкновенным» и поклонники, и недоброжелатели» (Сеятели и хранители, 1992, с. 163). Он был философом, литератором, физиком, агрономом, лесоводом, минера логом, технологом. Поэтому, оценивая историческую миссию ученого, нельзя скатываться на узко профессиональные позиции одной конкретной отрасли знаний. Важно оценить то общее научное наследие, которое оставил ученый своему отечеству, своим благодарным потомкам. В этом отношении трудно переоценить заслуги М.Г. Павлова в развитии отечественной науки и образования. Ярко светила звезда науки М.Г. Павлова, но слишком рано угасла.

«Все деятели русской культуры 30-40-х годов XIX века сидели у ног профессора, внимая его поучению», - утверждал хирург А.А. Бобров (Сеятели..., с. 162). Действительно, лекции М.Г. Павлова слушали Лермонтов, Герцен, Белинский, Чернышевский, Огарев, Тургенев, Гоголь и еще многие российские знаменитости.

М.Г. Павлов считал, что профессор в университете должен дать студентам философскую основу предмета и возбудить в них глубокий интерес к данной науке, а изучать предмет студенты должны самостоятельно в процессе работы над специальной литературой и на практических занятиях.

Сельским хозяйством М.Г. Павлов увлекался на протяжении всей своей творческой деятельности. К этой отрасли он как патриот России подходил с государственных позиций, видя в ней великие потенциальные возможности для укрепления экономики страны. Так, в 1825 году Михаил Григорьевич произнес «Речь о побудительных причинах, совершенствовать Сельское Хозяйство в России... в торжественном собрании императорского Московского Университета...», в которой отметил: «Между изобретениями, свидетельствующими о владычестве человека над вещественным миром, Сельское Хозяйство, как необходимейшее и полезнейшее, по праву занимает первое место; посему просвещенные государства совершенствование оногo справедливо считают между существенными памятниками народной образованности. Вступить с ними в соперничество по сему предмету достойно величия любезного Отечества». Он считал, что Россия - это девятая часть материка, имеет все климаты Европы и «изобилующая плодоносною почвою, - такова в России природа, сей единственный источник богатства... Сельское хозяйство превосходит все средства,

служащие к составлению богатства, а потому и более других имеет право на совершенствование» (Сеятели..., с. 191). При этом М.Г. Павлов подчеркивал, что успех в сельском хозяйстве возможен в том случае, если оно базируется на «Естествоведении». «Благоразумие требует, чтобы начинанию, в бесконечности простирающему, каково совершенствование Сельского хозяйства, было положено надлежащее основание; в противном случае потомство, вместо благодетельных от предков успехов, наследует расстройство в деле самом нужнейшем» (там же, с. 193).

В своей известной «Речи...» М.Г. Павлов говорил, что единственным и прочным основанием совершенствования сельского хозяйства является «плодородие земли», а меры «существенно к тому относящиеся, суть: землеудобрение и плодoperеменение». Эти меры должны осуществляться с надлежащей точностью. Успех же в совершенствовании сельского хозяйства «возможен только под руководством науки».

Вклад М.Г. Павлова в агрохимическую науку тесно связан с общими проблемами земледелия, которым он уделял большое внимание. Все совершенствования в земледелии он рассматривал с учетом их влияния на плодородие почвы. О масштабности и глубине подхода к сельскому хозяйству, оценке его состояния и роли плодородия земли при этом можно судить из следующего его высказывания (в упомянутой выше «Речь о побудительных причинах совершенствования Сельского Хозяйства в России»): «Скотоводство при недостатках в растениях невозможно, а размножение оных невозможно при истощении плодородия; при бесплодии земли - расстройство во всех частях Сельского Хозяйства неизбежно. Из чего явствует, что единственное основание, на коем зиждется весь механизм производств оного, есть плодородие земли».

После возвращения из Германии М.Г. Павлов активно выступил против «трехполки» за повсеместное освоение плодосмена. При этом он подчеркивал, что плодородие земли не бесконечно и его следует поддерживать, а временные выгоды трехполевой системы ничтожны в сравнении с вредными от нее последствиями. «И естественно ли, что в России, где находится столько различия в почве и климате, господствует один порядок в нивоводстве?». И далее он отмечает, что у нас в России «все изменилось, однако сельское хозяй-

ство остается в прежнем виде; в нем только дорожат стариною». «Такое постоянство делало бы честь, если бы принятая система была всех известных совершеннейшая; но она угрожает подрывом единственному основанию, на коем утверждается сельское хозяйство, ослабляя плодородные земли. Плодопеременная система как надежнейшая к поддержанию оного должна трехпольную заменить безусловно».

Михаил Григорьевич увлекался многими вопросами земледелия, но основное внимание он уделял вопросам питания растений и землеудобрения. Свои взгляды на питание растений он обосновывал, опираясь на достижения физики, химии и биологии. М.Г. Павлов считал, что земледельческая химия, как и сельскохозяйственная наука вообще, базируется именно на этих фундаментальных естественных науках. Неслучайно он свое основное сочинение по агрохимии назвал с учетом этих принципов - «Земледельческая химия с предварительным изложением к сей части и ко всей науке сельского хозяйства - приготовительных сведений из известных наук с показанием разных способов землеудобрения и с начертанием правил пахания» (1825). В этой книге впервые в России были заложены научные основы агрономической химии. «Земледельческая химия» М.Г. Павлова была опубликована значительно раньше (1825 г.) по сравнению с научными трудами Ю. Либиха и Ж.Б. Буссенго.

М.Г. Павлов издавал также два агрономических журнала «Антей» и «Русский земледелец».

В истории развития агрохимической науки в первой половине XIX века М.Г. Павлов сыграл особую роль, как и в целом для развития агрономии: активно боролся за введение плодосмена, изучал в севооборотах многолетние травы, картофель, сахарную свеклу. В то время для условий России это было новым и прогрессивным. Приходится лишь удивляться многоплановой масштабной деятельности Михаила Григорьевича, занимавшегося исследовательской, преподавательской, пропагандистской, издательской, организационно-общественной деятельностью. По каждому направлению он выступал с принципиальных позиций как патриот своего Отечества, был очень заинтересован в освоении в земледелии России всего нового, передового. В своих научных публикациях практические советы он старался давать, обосновывая их достижениями в тот период фунда-

ментальных наук. Поэтому вышедшая в 1825 г. его книга «Земледельческая химия» примерно на три четверти посвящена «приготовительным сведениям из физики, химии, фитологии, зоологии» и только на одну четверть - размышлениям о почве и изменяемости вещества в ней, а также подробному рассмотрению «землеудобрения и хлебопашества», «утучнения» почвы путем применения извести, песка и органических удобрений. Уже в предисловии М.Г. Павлов дает понятие агрохимии: «Земледельческая химия есть наука о веществе тех исключительно предметов, которые имеют отношение к Земледелию и знание вещества коих может руководствовать к выгоднейшему устройству производства сего искусства». Земледельческая химия, будучи приложением общих химических сведений к земледелию, предполагает знание химии общей и других естественных наук. Без этого земледельческая химия может быть непонятна, поэтому Михаил Григорьевич и уделял большое внимание в своем сочинении «Приготовительной части», т.е. сведениям из различных естественных наук.

Непосредственно земледельческую химию он делит на три части:

- 1) качество и количество вещества;
- 2) изменяемость вещества
- 3) улучшение вещества.

В каждой части он рассматривает почву, растения и животных. М.Г. Павлов дает пояснение, что цель «Приготовительной части» состоит в том, чтобы облегчить изучение не одной земледельческой химии, но всей науки сельского хозяйства, поэтому «надеюсь, что обширность оной в сравнении с самою земледельческою химией не покажется странною». Это не кажется странным, но нельзя не удивляться масштабности мышления при изложении этой «Приготовительной части» книги. Поистине нужно было обладать по тому времени энциклопедическими знаниями, чтобы написать такое классическое сочинение. Вполне понятно, что нас интересуют в историческом аспекте взгляды Михаила Григорьевича на собственно земледельческую химию, чтобы логично представить динамичность развития этой важнейшей естественнонаучной дисциплины. Нужно также учитывать уровень развития естественных наук, в том числе и по вопросу питания растений к началу XIX века.

Фундаментальный труд М.Г. Павлова «Земледельческая химия» является первой в России книгой, излагающей курс агрономической химии. Во втором отделении «Земледельческой химии» М.Г. Павлов указывает на четыре главных составляющих части почвы: глина, песок, известь и перегной. При этом он подробно излагает случаи, когда эти составные способствуют и когда снижают плодородие почвы, подчеркивая взаимосвязь плодородия почвы с урожайностью выращиваемых культур. Особое внимание Михаил Григорьевич уделял перегною как главному источнику питательных веществ для растений. Поскольку чернозем определяет плодородие почвы, то «ежели он не вознаграждается в той мере, в какой растениями потребляется, с течением времени и в самой плодородной почве должен весь истощиться. О земле, доведенной до крайней степени истощения, обыкновенно говорят: выпахалась; эта вспашка земли не другое что значит, как истребление чернозема» (с. 383) и далее замечает, что не все растения, и одни и те же не всегда истребляют чернозем или истощают землю в одной мере.

В учении М.Г. Павлова четко просматривается взаимосвязь почвы, растения и удобрения, что получило в дальнейшем развитие и глубокое научное обоснование и стало одним из важнейших научных положений современной агрономической химии.

Значительную часть «Земледельческой химии» он посвятил методам анализа почв и растений, считая, что сложный и тщательный химический анализ почвы позволяет выяснить и оценить ее качественный и количественный состав. М.Г. Павлов подробно описывает химический анализ почвы и растительного материала. При описании схемы подготовки почв и растений к анализу, их разложения, он ссылается на известного английского химика Г. Деви. Их методики анализа хотя и не совпадали, но были довольно близкими.

Особое же внимание он уделял плодородию почв и отмечал, что оно со временем снижается, и необходимо применять комплекс приемов, чтобы привести землю в плодородное состояние. Этот комплекс Михаил Григорьевич называет «землевозделыванием» и делит его на «землеудобрение» и «землепашество».

Главное назначение земледельческой химии М.Г. Павлов видел в практике сельского хозяйства, «в улучшении вещества почвы», определяющем ее плодородие, т.е. в рациональном, научно обосно-

ванном применении удобрений: «...удобрить землю, значит сделать ее более плодоносной, нежели каковою она находится» (с. 394). Он довольно образно писал и о причинах недостаточного плодородия почв, а именно «...ненадлежащее содержание в составных частях ее; смесь веществ, ослабляющих произрастание, или неспособность к поддержанию онаго; недостаток в питательном веществе».

Собственно применение удобрений в современном понимании М.Г. Павлов относит к производству земледобрения с целью «утучнения» почв. «Целью сего производства поставляется умножение в почве питательного вещества или, по крайней мере, вознаграждение того, что похищается из земли возрастающими на ней растениями» (с. 416). Следует заметить, что научное положение земледельческой химии о необходимости возврата в почву питательных веществ, вынесенных с урожаем культурными растениями, сформулированное М.Г. Павловым, уже содержало основную идею теории возврата Ю. Либиха.

В книге «Земледельческая химия» он приводит классификацию навоза, способы его приготовления и применения. Михаил Григорьевич рекомендовал вносить и другие утучняющие вещества: солому, листья, камыш, торф, тину, ил, жмыхи и другие, отмечая, что все органические вещества при естественном разложении, «согнивая, превращаются в чернозем». Он уделял внимание также зеленому удобрению. Этот прием и в настоящее время широко используется в земледельческой практике. «Зеленые удобрения, будучи запахиваемы вместо навоза, служат превосходным туком. Они произрастают сами собой или сеются для сей цели исключительно» (с. 429).

Многоплановый вклад М.Г. Павлова в развитие отечественной сельскохозяйственной науки высоко оценивается учеными и в 20 столетии.

Так, историк почвоведения профессор А.А. Ярилов считает, что «в лице Павлова кафедра сельского хозяйства Московского университета имела наиболее крупного и талантливого, оригинального, широко образованного исследователя и учителя земледелия и почвоведения».

На протяжении всей своей творческой деятельности он руководствовался лишь одним - быть полезным Отечеству.

На окраине Москвы, на Бутырском хуторе Михаил Григорьевич впервые в России организовал опытное поле, где проводились исследования по обработке почв, внедрению севооборотов и изучению влияния удобрений. Он был заведующим этого опытного поля с 1822 по 1838 г. Опытное поле стало экспериментальной базой первой отечественной Земледельческой школы для подготовки агрономов. Эта школа также была организована по инициативе М.Г. Павлова при Московском обществе сельского хозяйства в 1822 г. До 1828 г. он был директором этой школы. Поэтому М.Г. Павлова с полным основанием можно считать основоположником учебного и опытного сельскохозяйственного дела в России.

Создавая опытные поля, сельскохозяйственные школы, работая профессором в Московском университете, М.Г. Павлов сочетал в себе лучшие качества агронома-учителя и агронома-практика. Как патриот и сын России, он посвятил свою жизнь одной идее - заботе о развитии и укреплении своего родного Отечества. Свои знания и опыт он стремился передать в надежные руки своим благодарным потомкам. По-видимому, этим можно объяснить пересмотр Михаилом Григорьевичем своей разносторонней преподавательской, научно исследовательской и практической деятельности с выходом в 1838 г. его журнала «Русский земледелец». Он оставил руководство земледельческой школой, Бутырским опытным хутором и открыл на свои средства Земледельческое училище для крестьянских детей.

М.Г. Павлов поистине является достойным продолжателем дела М.В. Ломоносова, который передал своим последователям не только собрание своих сочинений, но и главную заповедь - «рачение о приращении могущества Российского». Непродолжительная, но яркая жизнь Михаила Григорьевича оставила глубокий след в развитии фундаментальных положений агрохимической науки.

После смерти М.Г. Павлова «кафедра сельского хозяйства осталась без заместителя, и Университет, озабоченный этим, пригласил для занятия ее бывшего своего воспитанника, молодого и талантливого магистра ботаники и зоологии Университета Св. Владимира Ливовского. Он как раз тогда перешел на службу в Московскую Палату Министерства государственного имущества и сделался известным по описанию торфяных болот Московской губернии».

Ярослав Альбертович Линовский обладал талантом преподавателя, даром слова. Самые трудные вопросы он объяснял слушателям понятным языком. Свой предмет он излагал с любовью, благородным увлечением и совершенным знанием дела.

Кафедрой Сельского Хозяйства он заведовал в течение 1844 - 1846 гг. Первая его лекция в Московском университете привлекла большое внимание многочисленной избранной публики увлекательным красноречием, любовью к избранному предмету. Два года Я.А. Линовский преподавал сельское хозяйство в Московском университете. В этот промежуток времени он получил степень Магистра сельского хозяйства и лесовода, утвержден в должности экстраординарного профессора по занимаемой им кафедре и предпринял, по поручению университетского руководства, агрономическую поездку в Ярославскую, Владимирскую, Вятскую, Нижегородскую, Казанскую и Пермскую губернии.

Я.А. Линовский оставил после себя важные труды по агрохимии. Немалый вклад в развитие агрохимической науки в России внесла его книга «Критический разбор мнений ученых об условиях плодородия земли, с применением общего вывода к земледелию» (1846). В этой книге Я.А. Линовский дал глубокий критический анализ существовавших в то время теорий питания растений и плодородия почв, направлений научных школ по данным проблемам. Уже в предисловии автор пишет: «В чем состоит плодородие земли? Как поддержать его, возвысить? Какие для того должно принять меры? - Вот вопросы, которыми занимается род человеческий в продолжение столетий во всех странах света» (с. 1). И далее он отмечает, что первейшие естествоиспытатели Гумбольдт, Дюма, Либих, Буссенго и многие другие активно изучают явления, от которых зависит производительность земли. «А совсем недавно на смену учению Соссюра о питании растений Гэмфри Дэви в Англии, Шапталь во Франции, Шпренгель в Германии дают этому предмету более определенное решение. Химические исследования наводят более яркий свет и служат поводом для разработки новых теорий для объяснения плодородия земли. На смену им появляется блистательная теория Ю. Либиха, опровергающая прежние системы. Несмотря на ее молодость, появляются французские и английские естествоиспытатели, руководству-

ясь в своих исследованиях строгими методами анализа и математическими формулами определения плодородия земли.

С другой стороны, во всех государствах Европы просвещенные хозяева по учению Тэера, Домбаля, Синклера и других стали вводить вместо трехпольной системы - плодопеременные с более рациональными севооборотами, способствуя повышению плодородия земли. Следовательно, в продолжение последнего столетия внимание всего человечества с необыкновенной деятельностью обратилось на изучение вопроса: Как поддержать и умножить производительность земли? - этот вопрос составляет один из существеннейших предметов Сельского Хозяйства - науки... ныне занимающей уже почетное место между другими человеческими знаниями».

Я.А. Линовский отмечает, что почти все теории естествоиспытателей относительно плодородия земли основывались в той или иной степени на разных открытиях, сделанных учеными в области растительной химии и физиологии, а также на мнении хозяев. В связи со сложностью данной проблемы он в своей работе рассматривает отдельные теории самостоятельных школ и разделяет свою работу на пять глав.

Важный научный труд Я.А. Линовского по критическому разбору различных теорий и суждений по питанию растений и плодородию земель, существовавших в XVIII и в начале XIX столетия, является заметным вкладом в историю развития агрохимической науки и сам нуждается в соответствующем к себе внимании, которое считаем необходимым уделить при рассмотрении этого классического фундаментального произведения.

Я.А. Линовский отмечает, что древние греческие и римские философы занимались не только отвлеченными суждениями, философскими рассуждениями, но и оставили ряд любопытных, поучительных работ, относящихся к земледелию: Катон, Варрон, Колумелла, которые сами деятельно занимались сельским хозяйством.

Особенно он отмечает заслуги Колумеллы в исследовании и описании плодородия почв. В споре со своим другом Тремелиусом, который доказывал, что со временем земля истощится, подобно человеку, состарится и сделается бесплодной, Колумелла восклицал, что «земля - это не устаревшая женщина. Нет, это - дева, всегда юная, красивая, всегда свежая, молодая, всегда способная быть плодородной,

если только уметь лелеять ее младость, сохранять, поддерживать ее нежную, игривую жизнь» (с. 11).

«Для того чтобы сохранить плодородие земли, - говорил Колумелла, - нужно ее тщательно удобрять и разрыхлять».

«После римлян, - пишет Я.А. Линовский, - в средние века и до самого почти XIX столетия мало было новых взглядов, опытов и наблюдений, связанных с плодородием почв». «Больше того поразили тогдашних естествоиспытателей опыты Шрадера и Браконнота, которые доказывали, что растения могут без земли не только расти, но даже своею внутренней жизненной силой производить такие неорганические начала: соли или земли, которых не было ни в окружающем их воздухе, ни в воде, служившей им пищею, а также превращать одни вещества в другие». Высоко оценивая заслуги Соссюра, он назвал его отцом растительной физиологии, который доказал, что «угольная кислота, находящаяся в воздухе, поглощается зелеными частями растений, что они заимствуют из атмосферы важнейшие свои питательные начала. ...Соссюр первый доказал тоже необходимость земли в растительном процессе и определил составные части перегноя».

Я.А. Линовский четко формулирует научное положение Соссюра о питании растений, которое долго считалось аксиомой во всех учебных книгах и школах. «Растения при питании своим заимствуют из атмосферы: воду, угольную кислоту, а в некоторых случаях и пыль, летающую в воздухе, а из земли: перегнойную вытяжку, содержащую в себе растворимые остатки разрушенных органических материй; сверх того, еще и некоторые соли, тоже растворимые в воде».

Обстоятельно рассмотрел Я.А. Линовский развитие теории азотного питания растений французской школы, особенно главного ее автора Ж.Б. Буссенго. Так, он отмечает, что характер и направление французской школы «хотя и сознает необходимость солей в составе растений, но это явление подчиняет она другому, по ее мнению важнейшему, существеннейшему обстоятельству, а именно постоянному присутствию в растениях азота... который, по ее мнению, живит, одушевляет всю природу, который находится везде, на каждом шагу, в каждом организме». Я.А. Линовский отмечает кроме этого, что одна из важнейших особенностей французской школы состоит в том, что она не только не указывает на источники плодородия земли, но и

предлагает их вымерить, взвесить. На основании глубокого и обстоятельного анализа всех аспектов этого направления учения Буссенго и других он с определенной осторожностью замечает, что все эти расчеты не обнимают предмета вполне, а потому и не могут с надлежащей пользой быть употреблены в практической земледелии».

Нельзя одним азотом объяснить всех сложнейших явлений жизни растений и плодородия почв. Только от действия комплекса многих условий «может зависеть производительность почв, или, что все равно, плодородие земли».

Много внимания Я.А. Линовский уделяет анализу учения Ю. Либиха и его школы и замечает, что ни одно сочинение естественных наук в приложении к сельскому хозяйству не обратило на себя столько внимания ученых всего мира, как книга Ю. Либиха «Органическая химия, приложенная к земледелию».

В то же время он подчеркивает, что не будет делать критического разбора этого сочинения, а изложит только мнение Ю. Либиха, относящееся к плодородию земли.

Ознакомившись с учением Ю. Либиха, он заключает, что по его теории весь азот и углерод, находящиеся в растениях, заимствуются или из атмосферы, или из воды. Земля и навоз влияют на растения лишь как источники необходимых для их жизни разных минеральных солей. В этом Я.А. Линовский видит «главную и огромную ошибку Либиха». Основываясь на анализе учения других естествоиспытателей, он утверждает, что необходимые для питания растений угольную кислоту и азот они потребляют не только из одной атмосферы, «но еще более из земли и навозов».

Что же касается учения Ю. Либиха о зависимости производительности земли от содержания в ней количества и качества неорганических солей, то оно не ново. Теория Либиха лишь развивает и пополняет «старинные мысли». «Она облечена только в более свежую привлекательную форму».

После критического разбора мнений ученых разных школ, связанных с проблемой плодородия почвы и питания растений, Я.А. Линовский высказывает свой взгляд, который заключается в рассмотрении во взаимосвязи четырех факторов: навоза, воздуха, воды и теплоты.

Например, «первое условие производительности почв, это соответствующий в земле запас органических материй, запас, беспрестанно возобновляемый навозами». И далее: «Кроме перегноя, необходим еще для растений воздух».

Действие его заключается в обеспечении растений кислородом, углекислотой, азотом и в умножении растворимых солей, вследствие выветривания горных пород, как утверждал Либих. Третий источник производительности почв, без которого растения не могут существовать ни одной минуты, по мнению Я.А. Линовского, это - вода, а также «теплота значительно действует на усиление растительности, на возвышение производительности почв» .

А в итоге он заключает, что весь секрет хозяйства состоит в том, чтобы подвергнуть землю соответствующему действию воздуха, воды, теплоты и навоза, то есть уметь разрыхлить ее, удержать в ней нужную для развития растений влажность, нагреть и удобрить ее.

К сохранению и умножению плодородия земли должно стремиться всякое рациональное хозяйство, на это должны быть направлены усилия земледельцев и государственных людей, пишет Я.А. Линовский.

Во второй книге Я.А. Линовского «Беседы о сельском хозяйстве» (1843), автор изложил свои рекомендации земледельцам. Он писал о необходимости разработки отечественной агрономической науки с учетом природных и экономических особенностей России.

Как прав был Я.А. Линовский, который в середине XIX века предупреждал, что только наука укажет верный и точный путь к достижению истины. И это важнейшее положение жизнеобеспечения и нормального функционирования любого государства из поколения в поколение повторяют ученые нашего отечества, но не всегда к их советам прислушиваются те, от кого зависит судьба государства, которые принимают судьбоносные решения.

Жизнь Я.А. Линовского прервалась в 28 лет, угасла яркая звезда российской науки, но его научные идеи актуальны и по сей день. Н.Г. Чернышевский (1856) дал высокую оценку деятельности этого выдающегося русского ученого-агронома: «Линовский, умерший так рано, был замечательным ученым и едва ли кто заменил его до сих пор. Он превосходно изучил на месте все отрасли сельского хозяйства в тех странах Западной Европы, где оно достигло наибольшего развития.

Так же хорошо изучил он и ныне русское хозяйство; будучи одарен умом обширным и практическим, он превосходно понимал, какие улучшения у нас возможны и нужны по условиям нашего быта, наших почв и климата».

Я.А. Линовский придавал большое значение правильному и комплексному использованию агроприемов: глубокой вспашке, обработке чистых паров, междурядной обработке пропашных культур, развитию травосеяния, правильному хранению и применению навоза, и другим прогрессивным приемам того времени, которые и в настоящее время не утратили своего значения (Макаров, 1970).

«Внезапная смерть, постигшая его рукою слуги-убийцы, в 1846 г., Октября 1-го, прекратила неутомимую, благородную и общепользную деятельность 28-летнего даровитого профессора, всеми уважаемого, всеми любимого, так много обещавшего и для науки, и для общества, и для Отечества» (Биограф, словарь..., 1855, с. 462).

С введением устава в 1863 г. в Московском университете была организована кафедра агрохимии на базе кафедры сельского хозяйства.

Первым заведующим кафедры агрохимии был Яков Николаевич Калиновский (1814 - 1903 гг.) - доктор философии, который заведовал с 1853 по 1863 гг. кафедрой сельского хозяйства, а с 1863 по 1872 гг. - кафедрой агрохимии в Московском университете. В 1853 г. Я.Н. Калиновский удостоен звания экстраординарного профессора сельского хозяйства и лесоводства в Императорском Московском университете. По вопросам агрохимии и почвоведения оригинальных работ не имел.

С 1872 г. кафедру агрохимии возглавлял Н.Е. Лясковский.

Николай Евстафьевич Лясковский (1839 - 1893 гг.) был учеником Ю. Либиха и так же, как и его учитель, организовал при кафедре почвенно-химическую лабораторию, в которой стало возможным заниматься экспериментальной работой, где он в дальнейшем выполнил свою докторскую диссертацию.

Магистерскую диссертацию «О химическом составе пшеничного зерна» Н.Е. Лясковский защитил в 1865 г. В этой работе он доказал, что зерно русской пшеницы отличается от зерна западноевропейской и африканской большим содержанием азота и белка. В этой диссертации Н.Е. Лясковский впервые в науке установил, что содержание белка в зерне пшеницы увеличивается с северо-запада на

юго-восток. Последующие исследования многих ученых подтвердили эту закономерность.

Докторскую диссертацию Н.Е. Лясковский защитил в 1874 г. на тему: «Прорастание тыквенных семян в химическом отношении». А с введением устава 1884 г. на базе кафедры агрохимии была открыта кафедра агрономии, и он должен был читать вместо агрономической химии агрономию в более широком смысле и продолжал руководить кафедрой еще 6 лет (до 1890 г.).

По словам Д.Н. Прянишникова, специалисты, готовившиеся на кафедре агрохимии в ту пору не были востребованы в России вследствие ее экономической отсталости - туковой промышленности не было, минеральные удобрения не производились. Парадокс состоит в том, что кафедра агрохимии закрывается в тот период, когда в Западной Европе началось массовое применение минеральных удобрений и стала резко подниматься продуктивность земледелия.

«Пребывание Лясковского в Университете оставило после себя глубокий след в том отношении, что при нем кафедра агрономии вторично получила свое, так сказать, материальное крещение, так как им впервые здесь оборудована была своя собственная лаборатория» (Щусев, 1915).

После Н.Е. Лясковского в заведование кафедрой агрономии вступил его бывший ассистент и ученик А.Н. Сабанин, который руководил кафедрой 30 лет (1890 - 1920 гг.).

Алексей Николаевич Сабанин (1847 - 1920 гг.) по окончании Московского университета в 1872 г. со степенью кандидата естественных наук по представлению Н.Е. Лясковского был приглашен на должность лаборанта в Агрономическую лабораторию. Молодой кандидат горячо принялся за устройство и оборудование нового учебно-вспомогательного учреждения в Московском университете, положившего начало специальному зданию Агрономического института. Уже в первые годы своего существования новое научно-агрономическое учреждение дает несколько интересных совместных работ А.Н. Сабанина и Н.Е. Лясковского из области агрономической химии.

С уходом Н.Е. Лясковского в 1890 г. А.Н. Сабанин читает обязательный курс и фактически руководит агрономической лабораторией. Переход в 1905 г. в новое, специально построенное обширное поме-

щение Агрономического института с хорошим оборудованием существенно улучшило условия преподавания и проведения практических занятий.

И.П. Жолдинский (1915) в юбилейной статье, посвященной 25-летию профессорской деятельности А.Н. Сабанина, пишет, что в лице Алексея Николаевича мы видим облик ученого, общественного деятеля и педагога, сумевшего... с честью выйти из крайне трудного положения, в которое ставит жизнь современного представителя кафедры агрономии; вместо требуемого комплекса обрывков из весьма многих сильно развившихся дисциплин, входящих в состав агрономии, мы видим стройное, выдержанное целое - весьма удачный симбиоз двух естественнонаучных дисциплин — почвоведения и агрономической химии. И далее автор статьи отмечает, что со смертью отца русского почвоведения, Докучаева, и его ученика Сибирцева, «Агрономический институт Московского университета стал одним из первых и немногих научных центров и школ, в которых возрастающий спрос на научные силы и работников в области почвоведения... нашел прочное и обеспеченное удовлетворение как в качественном, так и в количественном отношении.

В первые годы заведования кафедрой агрономии А.Н. Сабанин много внимания уделял развитию агрохимических исследований, начатых им, еще будучи ассистентом у Н.Е. Ляскового. Им были проведены многочисленные анализы состава зерна пшеницы, ржи и особенно проса. Например, он исследовал 46 образцов семян проса, собранных из разных областей России - от крайнего запада до востока. Цель этой работы, опубликованной в 1893 г. в «Журнале физико-химического общества», - установить зависимость состава зерна от климатических и почвенных условий. А.Н. Сабанин установил интересную взаимосвязь между средой и особенностями формирования растительного организма. Он показал, что в зернах проса из западных районов России, где климат более влажный и прохладный (в течение вегетационного периода) накапливается больше кремнезема (и меньше азота) в сравнении с его содержанием в зернах проса из более континентальных районов Заволжья. Учитывая, что климатические условия западных районов благоприятствуют развитию паразитических грибов, оказалось, что повышенное содержание кремнезема в зернах проса защищает их от проникновения паразитических грибов.

В 1901 г. А.Н. Сабанин защитил магистерскую диссертацию на тему «О кремнеземе в зернах проса» и вскоре получил звание экстраординарного профессора.

Последние годы деятельности Н.Е. Ляскового и первые годы заведования кафедрой А.Н. Сабанина ознаменовались важными событиями для агрономии и почвоведения в связи с научной и практической деятельностью В.В. Докучаева и П.А. Костычева и их талантливых учеников и последователей.

Это оказало влияние и на А.Н. Сабанина, который постепенно, по собственному признанию, стал больше интересоваться вопросами почвоведения.

С 1904 г. с введением предметной системы образования А.Н. Сабанин вместо энциклопедии сельского хозяйства стал читать почвоведение и агрономическую химию.

В 1906 г. по ходатайству А.Н. Сабанина почвоведение было включено в учебный план в качестве самостоятельной дисциплины. Одновременно он стремился усилить и позиции агрономии в университете. По его инициативе было построено специальное здание Агрономического института с прекрасно оборудованными лабораториями и подсобными помещениями. Институт имел учебно-исследовательский статус.

В 1909 г. он создал «Краткий курс почвоведения», который, по мнению почвоведов, представляет интерес и в конце XX столетия. Почву он рассматривал как продукт взаимодействия организмов и горных пород. Алексей Николаевич подробно излагал характеристики горных пород, в том числе и осадочного происхождения, явления выветривания, а также растительности как фактора почвообразования. Он уделял внимание также гумусовым веществам и биологическим процессам трансформации азота в почве (аммонификации, нитрификации, денитрификации).

А.Н. Сабанин писал, что поглотительная способность почв проявляется в целом ряде химических процессов, текущих в почве, частью весьма сложных и недостаточно изученных: в реакциях обмена, проходящих между растворами солей и цеолитной частью глины, гумусовыми веществами и другими составными частями почвы, а также в реакциях гумусовых веществ с первичными и вторичными почвен-

ными силикатами. Все перечисленные реакции относятся к явлениям поглощения.

Явления поглощения играют существенную роль, влияя на условия питания растений, так как ряд ценных питательных веществ, таких, как соединения Ы, К и фосфорной кислоты закрепляются почвой и таким образом предохраняются от потерь вымыванием. Алексей Николаевич подробно останавливается на описании физических свойств почвы.

При изложении процессов почвообразования он особое внимание уделял накоплению перегноя, которое связывал, прежде всего, с механическим и химическим составом почвы и характером растительности, а также с климатом, рельефом и возрастом почвы.

На кафедре агрономии с 1892 г. читал приват-доцентский курс об удобрениях и химии растений будущий создатель школы российских агрохимиков, выдающийся русский ученый Дмитрий Николаевич Прянишников. Изданная Д.Н. Прянишниковым книга «Химия растений» (1914), в которой обстоятельно излагается общая характеристика белковых веществ, классификация растительных белков, методы их выделения и определения, а также описание отдельных представителей группы растительных белков не потеряли своей актуальности и к концу XX столетия.

О заботе А.Н. Сабанина об агрохимии в Московском университете приведем лишь следующий факт. В своем вступительном слове на XII Съезде русских естествоиспытателей в Москве в 1910 г. Алексей Николаевич «обстоятельно развил свою точку зрения по вопросу об университетской агрономии, причем указал, что последний слагается из двух частей: введения в цикл наук Естественного Отделения физико-математического факультета почвоведения, а существующую кафедру агрономии преобразовать или заменить кафедрой агрохимии. Во-вторых, образовать при Университетах агрономические отделения» (Щусев, 1915, с. 461).

Без всякого сомнения, А.Н. Сабанин, возглавляя кафедру агрономии в Московском университете и читая общий курс, по существу, энциклопедию сельского хозяйства, развивал масштабность и системность исследования, увязывая проблемы почвоведения с задачами смежных дисциплин.

Высокую оценку научной деятельности А.Н. Сабанина дал крупнейший геолог Московского университета А.П. Павлов в приветствии по поводу 25-летия его профессорской деятельности: «Я приветствую Алексея Николаевича как радушного хозяина, под водительством которого в продолжение многих лет геологи сближались и дружно работали с почвоведом, с биологами, химиками, и выражаю горячее желание, чтобы эта совместная работа и впредь не прерывалась» (цит. по Качинскому, 1957, с. 31).

В 1922 г. кафедру агрономии по конкурсу занял В.В. Геммерлинг. В этом же году по просьбе старейших учеников А.Н. Сабанина - И.П. Жолцинского, М.М. Филатова и В.В. Геммерлинга - кафедра агрономии была упразднена, а вместо нее открыты две самостоятельные кафедры: почвоведения и агрохимии. По существу, кафедра агрохимии была вновь восстановлена, но независимо от того, была ли агрохимия в составе кафедры агрономии или была самостоятельным структурным подразделением (кафедрой), интерес к агрохимическим исследованиям и к преподаванию курса агрохимии в Московском университете всегда был повышенным. С другой стороны, и агрохимики способствовали укреплению позиций почвенного отделения в университете.

Вновь восстановленную кафедру агрохимии в Московском университете возглавлял с 1922 по 1924 гг. профессор А.Н. Лебедев, а с 1924 по 1931 гг. - известный ученый и педагог Александр Никандрович Лебедев (1878-1941 гг.).

А.Н. Лебедев внес существенный вклад в дело совершенствования преподавания агрохимии и развития агрохимических исследований. Он был учеником К.А. Тимирязева и Д.Н. Прянишникова и как крупный, хорошо известный научной общественности ученый-агроном и агрохимик, оказал большое влияние на развитие отечественной агрохимической науки.

Вместе с Д.Н. Прянишниковым он был организатором систематических полевых опытов, проведенных в 1924 - 1930 гг. во многих географических зонах страны, получивших название Географической сети полевых опытов. К их проведению было привлечено свыше 300 научно-исследовательских учреждений Советского Союза. Благодаря сети полевых опытов была установлена географическая закономерность в действии минеральных удобрений, определена их потреб-

ность в региональном аспекте и в стране в целом, что послужило обоснованием развития химической промышленности по производству минеральных удобрений.

Развивая идеи Д.Н. Прянишникова, А.Н. Лебедев впервые убедительно показал возможность успешного применения фосфоритной муки на деградированных, а также и мощных черноземах, что дало возможность резкого повышения урожайности сельскохозяйственных культур на этих почвах.

Благодаря организационному таланту и трудолюбию Александру Никандровичу удалось много сделать для развития агрохимии и отечественного сельского хозяйства.

В декабре 1906 г. он занял должность заведующего Шатиловской опытной станции в Новосильском уезде (в то время это была Тульская губерния). Работа на этой станции была важным продолжительным этапом его жизни и творческой научной деятельности. Здесь он проработал 20 лет в должности директора станции и 23 года в должности заведующего химическим отделом опытной станции. Станция была организована в 1898 г., но в момент вступления А.Н. Лебедева в должность (1906 г.) это было небольшое опытное учреждение, обслуживаемое всего тремя лицами: заведующим и двумя помощниками. Великолепные организаторские способности Александра Никандровича и исключительный талант опытного методиста позволили ему превратить станцию в крупное образцовое научно-исследовательское учреждение, хорошо известное не только в нашей стране, но и за рубежом.

В период работы на Шатиловской опытной станции А.Н. Лебедев в сети ее опытных полей провел серию полевых опытов, изучая возможности использования фосфоритной муки на деградированных черноземах. Опыты показали, что фосфоритная мука, внесенная в двойной и тройной дозах на деградированных черноземах не уступает по своему действию суперфосфату. Это объяснялось растворяющим действием на этих почвах азотной кислоты вследствие интенсивного протекания процессов нитрификации. По-видимому, растворяющее действие на фосфоритную муку оказывала и гидролитическая кислотность этих деградированных и выщелоченных черноземов, что было подтверждено последующими исследованиями.

Работы по установлению южных границ действия фосфоритной муки продолжались А.Н. Лебеядцевым и после перехода его на работу в Научный институт по удобрениям (НИУ). Эти исследования расширяли возможности обеспечения отечественного земледелия фосфорными удобрениями. Д.Н. Прянишников назвал новую зону применения фосфоритной муки «лебеядцевской зоной».

Большой интерес представляют обнаруженные в полевых опытах Географической сети факты положительного действия фосфорита в Поволжье и Средней Азии, где, как показали лабораторные исследования, растворение фосфорита может происходить под воздействием присутствующего в этих почвах поглощенного натрия. Мысль о возможном действии фосфорита на почвах, содержащих поглощенный натрий, была высказана А.Н. Лебеядцевым еще в 1925 г. (Смирнов, 1940).

Основываясь на данных опытов в севообороте, он установил, что на применение фосфоритной муки следует смотреть как на заправку фосфором всего севооборота. В связи с этим, он усиленно рекомендовал фосфоритование клеверных севооборотов в зоне действия фосфорита.

А.Н. Лебеядцев, высоко оценивая прием фосфоритования почв, считал его наиболее дешевым и скорым способом снабжения фосфором земледелия страны этих районов и освобождения растворимых фосфатов для ценных технических культур.

После избрания А.Н. Лебеядцева Государственным ученым советом (ГУС) профессором по кафедре агрохимии Московского государственного университета (в 1924 г.) наступил новый расцвет его деятельности, оказавшей серьезное влияние на развитие агрономической науки и на практику применения удобрений в нашей стране. Наряду с работой в университете Александр Никандрович заведовал агрохимическим отделом Научного института по удобрениям (НИУ), руководил сектором системы удобрения ВИУА, а также сектором химизации Всесоюзного научно-исследовательского института свекловичного полеводства (ВНИИСП) (Журбицкий, 1960).

Оценивая итоги исследований в Географической сети Александр Никандрович отмечает: «Получился очень большой материал не только для сравнения различных почвенных зон между собой на язы-

ке одного растения, но и для характеристики одной почвенной зоны на языке нескольких растений» (Избранные труды, с. 22).

На основании этой научной работы:

- 1) впервые в СССР получили систематический материал по сравнительной оценке потребности в удобрениях всех основных почвенных зон, а также дана оценка наиболее пригодным для ее удовлетворения формам удобрений;
- 2) полученный материал явился основой для планирующих органов как по производству минеральных удобрений, так и снабжению ими различных районов;
- 3) этот материал является исходным для дальнейших исследований по определению потребности в удобрениях крупных отдельных хозяйственных единиц (там же, с. 23).

В докладе на 2-ом Международном конгрессе по почвоведению с изложением в нем данных по плодородию основных почвенных зон СССР и по потребности их в удобрениях А.Н. Лебедевцев делает следующие итоговые выводы:

При движении с севера на юг богатство почв основными питательными элементами и размеры поглощающего комплекса возрастают и достигают максимальных величин в подзоне мощных и обыкновенных черноземов, а при дальнейшем движении к югу начинают вновь снижаться.

Эта химическая характеристика основных почвенных зон подтверждается их плодородием, то есть урожаи без удобрений сначала возрастают при движении от подзолистых зон до мощных и обыкновенных черноземов, а потом вновь падают.

В обратном направлении изменяется эффективность удобрений: в меньшей степени реагируют на удобрения мощные и обыкновенные черноземы, и действие удобрений возрастает при движении от них как к северу, так и к югу.

Что касается питательных элементов, то наибольший недостаток во всех зонах растения испытывают в азоте, затем в фосфоре и на последнем месте отмечается отзывчивость растений на калий. В отношении калия отмечается только меньшая обеспеченность им подзолистых почв. Все это определяет как географию действия отдельных видов удобрений, так и эффективность в целом минеральных удобрений в зональном аспекте.

Много внимания А.Н. Лебедевцев уделял изучению процесса нитрификации как фактора усиления зольного питания растений, то есть этот процесс он рассматривал не только с точки зрения обеспечения растений доступным азотом, но и как условие перевода других питательных веществ, в частности фосфора и калия, в доступную для растений форму.

А.Н. Лебедевцев считал, что агрономическая химия должна продолжать исследование нитрификационного процесса, но не столько как способ доставления растениям усвояемого азота, сколько как источник потери азота и фосфора в одних условиях и мощный фактор усиления зольного питания растений - в других.

Большой объем исследований А.Н. Лебедевцев выполнил по выявлению роли высыхания почвы в повышении ее плодородия. Обстоятельное исследование процесса высушивания почвы позволило придти к заключению, что в естественных условиях он «играет крупную, доселе совершенно не освещенную роль во всех процессах поднятия почвенного плодородия, которого мы достигаем приемами механической обработки почвы» (с. 264).

А.Н. Лебедевцев много внимания уделял методическим вопросам. Он разработал методику исследования нитрификационного процесса в почве, нефелометрический метод определения фосфора в почвах, растениях и удобрениях и другие методы химического анализа. Им также разработана методика учета урожая на опытных делянках по пробному снопу, новый способ почвенного картографирования для составления детальных почвенных планов участков, используемых для проведения полевых опытов.

Деятельность А.Н. Лебедевцева в Московском университете оставила яркий след. С приходом Александра Никандровича в университет кафедра агрохимии в цикле подготовки специалистов особое внимание уделяла углубленному изучению слушателями теории в сочетании с серьезной практической подготовкой их на базе опытных и научно-исследовательских учреждений. Особое внимание уделялось предметам общего естествознания (биологии, физике, химии). В программу цикла были включены физическая и коллоидная химия, широкую применимость которых и значение в агрономических науках видели в то время многие ученые, особенно К.К. Гедройц и Д.Н. Прянишников. Производственную практику, по инициативе А.Н. Лебе-

дьянцева, студенты проходили на таких опытных станциях, как Шатиловская, Новозыбковская, Пермская, Энгельгардтовская и др., а также в НИУИФ, в Никитском ботаническом саду и др. «Такое действенное сочетание теории и практики сельского хозяйства создало в МГУ тягу молодежи на агрохимический цикл, и последний был наиболее многочисленным из всех циклов биологического отделения физико-математического факультета.

Так, в 1925 г. на агрохимическом цикле было около 300 студентов, в то время как смежный цикл почвоведения (биологического отделения) имел в своем составе не больше 70 - 100 человек.

Все это не могло не создать популярность руководителю цикла А.Н. Лебедянцеву среди научно-педагогического персонала и студенческих масс, которые неоднократно избирали его председателем «Совета биологического отделения физмата» (Алешин, Иванов, 1940).

В этот период в стенах Московского университета были подготовлены такие исследователи в области агрохимии, как И.Н. Антипов-Каратаев, Н.Д. Смирнов, И.П. Мамченков, С.Н. Алешин и многие другие.

В Московском университете А.Н. Лебедянец читал лекции по различным агрохимическим курсам, которые отличались стройностью и ясностью изложения. «Хорошая постановка преподавания и непосредственная связь его с будущей практической деятельностью агрохимиков привлекала большое количество молодежи на агрохимический цикл, который был тогда самым крупным на биологическом отделении» (Люди русской науки, 1963, с. 884 - 890).

В 1929 г. А.Н. Лебедянцеву было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Умер он 24 января 1941 года.

В 1931 г. кафедра агрохимии в Московском университете была закрыта, по выражению Д.Н. Прянишникова, под предлогом «борьбы с параллелизмом». В конце 20-х - начале 30-х годов XX столетия были открыты сельскохозяйственные вузы и в них - кафедры агрохимии. В действительности же не было никакого параллелизма в подготовке специалистов-агрохимиков в университете и в сельскохозяйственных институтах.

В 1943 г. по инициативе Д.Н. Прянишникова кафедра агрохимии в МГУ вновь была открыта. Дмитрий Николаевич обратился в правительство с «Докладной запиской о необходимости восстановления

кафедры агрохимии при Московском государственном университете»: «В Московском университете на протяжении многих десятилетий существовала кафедра агрохимии. На этой кафедре специализировались такие выдающиеся ученые, как Лебедев, Коссович, Недокучаев, Третьяков, Стебут и др. Я хорошо знаю работу и результаты работы этой кафедры, так как сам ее оканчивал и проработал на ней 37 лет. В 1931/32 гг. под предлогом «борьбы с параллелизмом» эта кафедра была закрыта: В действительности, никакого параллелизма между типом агрохимика, который оканчивает сейчас Тимирязевскую академию и тем типом агрохимика, которого выпускал МГУ, нет. Студенты университета обладают основательной глубокой подготовкой и по общей химии, и по агрономической, вследствие чего они по окончании университета являлись незаменимыми агрохимиками-исследователями» (Дмитрий Николаевич Прянишников. Жизнь и деятельность», 1972, с. 204 - 205).

Однако через пять лет (в 1949 г.) вследствие торжества лженауки на августовской сессии ВАСХНИЛ, возглавляемой Т.Д. Лысенко, кафедра агрохимии вновь была закрыта. Ни огромный опыт цивилизованных стран мира по подъему продуктивности земледелия, ни колоссальный авторитет В.И. Ленина, идеолога коммунизма, который, ссылаясь на опыт США, писал, что применение минеральных удобрений является самым точным статистическим выражением степени интенсификации земледелия, ни мнение выдающегося ученого Д.Н. Прянишникова не могли повлиять на этот произвол с губительным влиянием на развитие отечественного земледелия.

Агрохимию и агрохимиков изгоняли из вузов и научно-исследовательских учреждений. Травопольной же системе земледелия приписывалось могущественное действие в повышении плодородия почв и продуктивности земледелия. Но жизнь убедительно показала, что в решении этих проблем агрохимии принадлежит важнейшая роль, так как она является материальной основой воспроизводства плодородия почв.

В 1952 г. кафедра агрохимии вновь была открыта в Московском университете и за весь полувековой период XX столетия внесла крупный вклад в развитие теории питания растений, оптимизации плодородия почв и комплекса проблем по эффективному использованию удобрений в современной земледелии. При этом особое внимание уделялось экологическим и биологическим приоритетам при оценке

систем удобрений, реализации потенциальной продуктивности культурных растений с учетом биоклиматического потенциала зоны.

С 1944 по 1948 гг. кафедрой агрохимии заведовал Д.Н. Прянишников, а его заместителем был И.Г. Дикуссар, который в течение 1948 - 1949 гг. был заведующим кафедрой. Под руководством И.Г. Дикуссара проводились исследования действия удобрений на химический состав растений: сахарной свеклы, озимых пшеницы и ржи, гречихи, картофеля и др.

С 1952 г. кафедру возглавил Н.С. Авдонин. С 1949 по 1952 гг. агрохимические исследования под его руководством проводились на кафедре агрономии.

Николай Сергеевич Авдонин (1903 - 1979 гг.) - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик ВАСХНИЛ. Родился в Липецкой области. Высшее агрономическое образование Н.С. Авдонин получил в 1927 - 1930 гг. в Воронежском сельскохозяйственном институте (ныне Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки).

Под руководством Н.С. Авдонина на кафедре агрохимии проводились многоплановые фундаментальные и прикладные исследования.

Можно отметить ряд важных разделов агрохимии, по которым на кафедре под руководством Николая Сергеевича успешно проводились исследования. Прежде всего, в начале 50-х годов выполнены фундаментальные исследования по обоснованию повышенной эффективности гранулированного суперфосфата по сравнению с порошкообразным в системе почва - удобрение - растение

- микроорганизмы. Было установлено, что снижение ретроградации фосфорной кислоты гранулированного суперфосфата при внесении его в почву связано с активизацией микробиологических процессов в сфере вокруг гранул, что снижает химическую иммобилизацию фосфора. Очаги же с повышенной концентрацией питательных веществ улучшали поступление их в растения. Эти исследования расширили теоретические представления об эффективности удобрений, внесенных комбинированными сеялками вместе с семенами. Было установлено, что реакция культурных растений на рядковое удобрение в значительной мере определяется их биологическими особенностями. Проведением серии опытов было установлено, что многие растения в

первый период жизни слабо усваивают труднорастворимые формы фосфатов, что является одной из важных причин высокой эффективности суперфосфата, внесенного в рядки при посеве культуры. Исследования показали также, что фосфорные удобрения положительно влияют на рост корневой системы. Кроме этого, было отмечено, что фосфор ослабляет отрицательное действие на растения подвижных форм алюминия и кислотности, особенно в первый период их жизни. Теоретические положения, разработанные на кафедре агрохимии по действию гранулированных удобрений, особенно при рядковом их внесении, еще в 50-х годах XX столетия стали классическими и вошли в учебники по агрохимии. Это оказало большое влияние на расширение производства и применение гранулированного суперфосфата.

Результаты этих исследований были обобщены и опубликованы Н.С. Авдониным в книгах: «Гранулированные удобрения» и «Применение гранулированного суперфосфата», которые получили широкую известность в нашей стране и за рубежом.

Второй важный раздел фундаментально-прикладных исследований на кафедре агрохимии МГУ под руководством Н.С. Авдонина был посвящен выявлению взаимосвязи между свойствами почвы, применением удобрений и стойкостью зимующих культурных растений к неблагоприятным погодным и другим условиям в зимне-весенний период. Это связано было с тем, что до середины XX века гибель озимой ржи, озимой пшеницы, клевера, люцерны и других зимующих культур объясняли вымерзанием, вымоканием, выпреванием, влиянием ледяной корки, но не учитывали влияния свойств почвы на стойкость растений. Поэтому путем моделирования вегетационных опытов с учетом создания вышеперечисленных неблагоприятных факторов для зимующих растений, проведения биохимических анализов на содержание в них различных фракций углеводов и азотистых веществ, химического состава золы, изучения активности инвертазы, каталазы, пероксидазы и протеолитических ферментов было установлено, что гибель зимующих растений зимой на дерново-подзолистой почве происходит вследствие негативного воздействия на них неблагоприятных свойств почвы и условий зимовки. Причем свойства почвы в этом случае оказывали доминирующее негативное действие: на слабокультуренных кислых почвах озимые культуры и бобовые тра-

вы нередко погибают зимой и в весенне-летний период, а при аналогичных метеоусловиях на окультуренных слабокислых почвах хорошо сохраняются и отличаются высокой урожайностью. Отмечено, что известкованием устраняются негативные свойства почвы (повышенная кислотность, высокое содержание подвижных форм алюминия, избыток марганца и т.д.), а содержание доступных форм фосфора возрастает. Все это повышает стойкость культурных растений зимой и в процессе вегетации. Понимание истории развития науки открывает двери не только в прошлое, но помогает взглянуть и в будущее, проанализировать ошибки, которые были допущены учеными, чтобы больше их не повторять. Для следующих поколений важны не только факты, теории и законы, важно понимание, каким образом тот или иной ученый формировал свое научное мировоззрение, в каких условиях происходило становление его. Первые исследования почв и растений стали появляться одновременно с переходом древних людей от собирательства к земледелию. Люди постепенно начали накапливать сведения о том, какие растения более полезны, дают лучший урожай и какой уход предпочитают. Эти знания передавались из поколения в поколение, накапливались и, со временем, появилась необходимость точечных исследований, более целенаправленных.

Биохимическими исследованиями кафедры было установлено, что стойкость растений в зимний период определяется не только запасом углеводов, а в большей степени интенсивностью их расходования в зимний период, активностью фермента инвертазы. Например, на окультуренных почвах, а также на почвах известкованных и получивших оптимальные дозы и соотношение в них питательных веществ, растения перед уходом в зиму имели меньше растворимых углеводов, но и медленнее расходовали их в процессе зимовки по сравнению с растениями, растущими на кислых почвах с более высоким содержанием подвижных форм алюминия и марганца.

Таким образом, исследованиями кафедры были определены свойства почвы, негативно влияющие на рост и развитие растений, приемы их устранения, что повысило их стойкость при перезимовке, а в итоге и продуктивность.

Под руководством Н.С. Авдониной проводились широкие исследования по повышению эффективности удобрений. Кроме негативного действия на растения подвижных форм алюминия и марганца, токси-

кантов, накапливающихся в почве, как продуктов метаболизма фитопатогенной и грибной микрофлоры, была отмечена повышенная чувствительность культур к перечисленным факторам, особенно в ранний период их роста (20 - 40 дней) с постепенным снижением в процессе вегетации. Были вскрыты физиолого-биохимические причины этого явления и даны рекомендации по локальному внесению небольших доз извести при посеве культурных растений. При этом было изучено более 30 видов сельскохозяйственных культур. На основании многочисленных экспериментальных данных, и прежде всего, полученных в многолетних агрохимических стационарах, было показано, что без известкования, без окультуривания кислых дерново-подзолистых почв нельзя рассчитывать на эффективное использование минеральных удобрений при их длительном систематическом применении.

Это лишь подтверждает, что кафедра агрохимии МГУ всегда рассматривала использование удобрений как важнейшее звено общего земледелия, т.е. в комплексе с другими приемами агротехники.

Результаты обширных исследований по повышению эффективности удобрений Н.С. Авдонин изложил в книгах: «Вопросы земледелия на кислых почвах» и «Повышение плодородия кислых почв».

Важным разделом многоплановых агрохимических исследований на кафедре агрохимии МГУ, которые выполнялись под руководством Н.С. Авдоина, было изучение влияния свойств почвы и удобрений на качество растительной продукции. В середине XX столетия исследования по влиянию условий выращивания сельскохозяйственных культур на качество продукции проводили лишь в отдельных научных учреждениях агрохимического профиля. А что касается свойств почв, то изучение действия этого фактора впервые было начато на кафедре агрохимии. Испытание более 20 наиболее распространенных сельскохозяйственных культур (пшеница, рожь, ячмень, сахарная свекла, картофель, кукуруза, клевер, капуста, лук, морковь и др.) показано, что чем более высокая степень окультуренности почв, тем лучше качество растительной продукции. Для оценки качества растительной продукции использовали широкий спектр показателей: содержание белковых веществ, незаменимых аминокислот, различных видов углеводов (глюкозы, сахарозы, крахмала), витаминов (С, В, В<sub>2</sub>), каротинов, состав зольных веществ и т.д.

Результаты этих многочисленных оригинальных данных по качеству растительной продукции были обобщены и опубликованы Н.С. Авдониным в книге «Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции».

Научной общественностью были высоко оценены труды Николая Сергеевича: за цикл работ по изучению причин гибели растений в Нечерноземной зоне он был награжден Ломоносовской премией, за книги «Вопросы земледелия на кислых почвах» и «Повышение плодородия кислых почв» удостоен премии им. Д.Н. Прянишникова, а за книгу «Научные основы применения удобрений» Президиум ВАСХНИЛ наградила его золотой медалью им. К.К. Гедройца.

Его труды переведены на 15 языков мира, а многие научные положения стали классическими и вошли в учебники.

Н.С. Авдонин до последних лет жизни выполнял многогранную общественную научно-организационную работу, пользовался большим уважением и особым признанием его заслуг в развитии агрохимической науки. Много лет он был председателем секции агрохимии Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина (ВАСХНИЛ), членом Программно-методической комиссии Министерства сельского хозяйства СССР по проведению длительных опытов в Географической сети, систематически выступал с основополагающими научными докладами на ее ежегодных совещаниях.

Н.С. Авдонин внес большой вклад в развитие отечественной агрохимической научной школы.

### **Контрольные вопросы**

1. Кто из известных ученых принимал участие в развитии НИУИФ?
2. Основные исследования, проводимые в Почвенном институте им. В.В. Докучаева
3. Чем характеризуется особенности развития агрохимической науки во Всероссийском научно-исследовательском институте удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова.
4. Какой вклад внесли ученые сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева в развитие агрохимической науки?

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

### Вариант 1

1. Возделывание культур было начато примерно:  
А – 2-3 тыс. лет назад  
Б – 4-3 в. до н.э.  
В – 1-2 в. н.э.  
Г – 10-12 тыс. лет назад
2. В трудах какого древнеримского ученого отмечено падение плодородия почв вследствие рабского труда?  
А – Гай Секунд Плиний Старший  
Б - Марк Порций Катон Старший  
В- Марк Теренций Варрон  
Г - Колумелла
3. Кто из ученых ввел термин «чернозем»?  
А - М.В. Ломоносов  
Б – М.И. Афонин  
В – И.И. Комов  
Г - Лавуазье
4. Кто из русских учёных не признавал важности минерального питания растений и говорил лишь о гумусе, воде и углекислоте, как о важнейшем материале для питания растений?  
А – А.П. Пошман  
Б - М.Г. Павлов  
В - М.В. Ломоносов  
Г - Ю. Либих
5. Второй период развития агрохимии охватывает:  
А – первую половину XIX столетия  
Б – конец XIX – начало XX столетия  
В – XX век  
Г – вторую половину XX столетия

## Вариант 2

1. Индийское земледелие появилось:

А – 10-12 тыс. лет назад

Б – 3-2 в. до н.э.

В – 4 тыс. лет до. н.э.

Г – 2-3 в. н.э.

2. Кто из древнеримских ученых-агрономов придавал большое значение различным видам удобрений и дал классификацию этих удобрений?

А – Луций Юний Мозерат Колумелла

Б - Марк Теренций Варрон

В - Гай Секунд Плиний Старший

Г - Феофраст

3. Кто из ученых первым писал о происхождении гумуса?

А - И.И. Комов

Б - М.И. Афонин

В - М.В. Ломоносов

Г – А.Т. Болотов

4. Кто из русских учёных первым говорил о важности минерального питания растений?

А - А.П. Пошман

Б – Ю.Либих

В - А.Т. Болотов

Г – М.Г. Павлов

5. Второй период развития агрохимии охватывает:

А – первую половину XIX столетия

Б – конец XIX – начало XX столетия

В – XX век

Г – вторую половину XX столетия

### Вариант 3

1. Аристотель отмечал 4 ступени природы, какая к ним не относится :

А – почва

Б – растения

В – неорганический мир

Г – человек

2. В каком веке сформировалась наука агрохимия?

А – 19 век.

Б - 15-16 века

В – 2-3 век

Г – 20 век

3. Кто из ученых первым говорил об известковании почв?

А – И.И. Конов

Б - А.Т. Болотов

В - М.В. Ломоносов

Г - А.П. Пошман

4. Второй период в развитии агрохимии характеризуется:

А – накоплением знаний в области земледелия

Б – экспериментальными исследованиями в условиях лаборатории и в производственных условиях

В – механизацией и химизацией питания растений и применения удобрений

Г – наблюдениями и попытками обобщения уже имеющихся знаний

5. Кто из русских учёных первым говорил о важности минерального питания растений?

А - А.П. Пошман

Б – Ю.Либих

В - А.Т. Болотов

Г – М.Г. Павлов

#### Вариант 4

1. Кто из древнеримских ученых не занимался изучением вопросов сельского хозяйства:

- А – Варрон
- Б – Аристотель
- В - Колумелла
- Г - Плиний

2. Первый период становления агрохимии как науки, характеризующийся накоплением агрохимических знаний относится к:

- А – концу XVII-началу XVIII столетия
- Б – концу XIX-началу XX столетия
- В – концу XVIII-началу XIX столетия
- Г – XIII веку.

3. Кто из русских ученых составил первое русское ботаническое описание сорных, лекарственных и культурных растений?

- А - А.П. Пошман
- Б - А.Т. Болотов
- В - А.Е. Зайкевича
- Г - М.В. Ломоносов

4. Кто из учёных пришёл к выводу об особой роли гумуса в питании растений?

- А - И.И. Комов
- Б - М.Г. Павлов
- В - Ю.Либих
- Г - А.П. Пошман

5. Кто из ученых ввел термин «чернозем»?

- А - М.В. Ломоносов
- Б – М.И. Афонин
- В – И.И. Комов
- Г - Лавуазье

## Вариант 5

1. Кто из древнеримских ученых первым писал о необходимости скашивания трав на сено до начала созревания семян:

А – Марк Порций Катон Старший

Б – Теофраст

В – Марк Теренций Варрон

Г – Аристотель

2. Второй период развития агрохимии охватывает:

А – первую половину XIX столетия

Б – конец XIX – начало XX столетия

В – XX век

Г – вторую половину XX столетия

3. Кто из русских учёных положил начало выращиванию картофеля на огороде?

А - А.П. Пошман

Б - И.И. Комов

В - А.Т. Болотов

Г - М.И. Афонин

4. Кто из ученых первым писал о происхождении гумуса?

А - И.И. Комов

Б - М.И. Афонин

В - М.В. Ломоносов

Г – А.Т. Болотов

5. Кто из русских учёных первым говорил о важности минерального питания растений?

А - А.П. Пошман

Б – Ю.Либих

В - А.Т. Болотов

Г – М.Г. Павлов

### Вариант 6

1. Кто из древнеримских ученых дал классификацию почв Италии:

А – Феофраст

Б - Гай Секунд Плиний Старший

В - Марк Теренций Варрон

Г - Марк Порций Катон Старший

2. Второй период развития агрохимии характеризуется:

А – накоплением знаний в области земледелия

В – механизацией и химизацией питания растений и применения удобрений

Б – экспериментальными исследованиями в условиях лаборатории и в производственных условиях

Г – наблюдениями и попытками обобщения уже имеющихся знаний

3. Кто из русских учёных первым говорил о важности минерального питания растений?

А - А.П. Пошман

Б – Ю.Либих

В - А.Т. Болотов

Г – М.Г. Павлов

4. Кто из ученых ввел термин «чернозем»?

А - М.В. Ломоносов

Б – М.И. Афонин

В – И.И. Комов

Г - Лавуазье

5. В трудах какого древнеримского ученого отмечено падение плодородия почв вследствие рабского труда?

А – Гай Секунд Плиний Старший

Б - Марк Порций Катон Старший

В - Марк Теренций Варрон

Г - Колумелла

### Вариант 7

1. Кто из русских ученых проводил опыты по изучению эффективности удобрений в различных зонах России:

А – А.Н. Энгельгардта

Б – Д.И. Менделеев

В - М.Г. Павлов

Г - А.Т. Болотов

2. Кому из русских учёных принадлежит положение о зависимости урожая от питательного вещества, находящегося в минимуме?

А – Д.А. Сабинин

Б – К.А. Тимирязев

В – И.С. Шулов

Г – П.А. Костычев

3. Исследование ППК и поглотительной способности почв принадлежат:

А - П.С. Коссовичу

Б - К.К. Гедройцу

В - Д.Н. Прянишникову

Г – И.Г. Дикусару

4. Одним из направлений исследований А.Г. Дояренко являлось:

А – эффективность фосфоритной муки

В – состояние фосфатного режима почв в зависимости от свойств почв дерново-подзолистого типа

Б – использование методов микробиологии

Г – эффективное использование в практике полевых опытов калийных удобрений

5. Какой русский ученый положил начало развитию сельскохозяйственной радиологии?

А – В.М. Ключковский

Б – К.А. Тимирязев

В – Н.С. Авдонин

Г - Н.И. Вавилов

### Вариант 8

1. На что Д.И.Менделеев предлагал обратить внимание в вопросах питания растений?

- А – технику внесения удобрений
- Б - известкование почв
- В – фосфорные и калийные удобрения
- Г – травосеяние

2. Основным направлением научных работ Д.А. Сабинина было:

- А – изучение возможности получения
- Б - изучение ППК
- В – изучение физиологии корневой системы азотных удобрений из азота воздуха
- Г – теория аммиачного и нитратного питания

3. Кто из русских учёных выделил четыре группы районов в черноземной зоне по эффективности воздействия фосфоритной муки?

- А - А.Г. Дояренко
- Б – В.А. Францесон
- В - К.К. Гедройц
- Г - П.С. Коссович

4. Под руководством какого учёного были выполнены исследования по обоснованию повышенной эффективности гранулированного суперфосфата по сравнению с порошковидным?

- А – В.М. Клечковский
- Б - Н.С. Авдонин
- В – А.В. Владимиров
- Г – Ф.В. Турчин

5. Кому принадлежат фундаментальные работы по вопросам изучения роли микроэлементов в питании растений и фиксации азота клубеньковыми бактериями?

- А – С.И.Вольфович
- Б – Я.В. Пейве
- В – И.П. Мамченков
- Г - В.М. Клечковский

## Вариант 9

1. В результате деятельности какого учёного была доказана эффективность фосфорных удобрений и в XIX веке началась разработка залежей фосфоритов?

- А – Д.И. Меделеев
- Б - А.Н. Энгельгардта
- В - А.Е. Зайкевич
- Г - Д.Н. Прянишников

2. Кому принадлежат основные исследования по теории азотного обмена и теории аммиачного и нитратного питания растений?

- А – Д.Н. Прянишников
- Б – Д.А. Сабинин
- В – К.К. Гедройц
- Г – И.С. Шулов

3. Исследование ППК и поглотительной способности почв принадлежат:

- А - П.С. Коссовичу
- Б - К.К. Гедройцу
- В - Д.Н. Прянишникову
- Г – И.Г. Дикусару

4. К наиболее важным результатам исследований Ф.В. Турчина относится:

- А - установлена географическая закономерность в действии минеральных удобрений
- Б - при недостатке калия в растении скорость синтеза аминокислот и обновления белков замедляется
- В - фосфорные удобрения повышают содержание сахара в свекле
- Г - борные удобрения усиливают положительное действие извести

5. Кто из ученых «расширил» зону применения фосфоритной муки («энгельгардтовскую зону»)?

- А - А.Н. Лебедев
- Б - Ф.В. Чириков
- В - А.В. Соколов
- Г - В.М. Клечковский

## Вариант 10

1. Зона эффективного применения фосфоритной муки называется:

- А – «фосфоритная зона»
- Б – «менделеевская зона»
- В – «францесоновская зона»
- Г – «энгельгардтовская зона»

2. Исследованиями каких вопросов не занимался И.С. Шулов?

- А - благоприятное влияние азотнокислого аммония на использование высшими растениями труднорастворимых фосфатов
- Б - развития и морфологических признаков корней и надземных органов
- В – увеличение подвижности питательных элементов под воздействием высушивания и смачивания
- Г – органические выделения корневой системы при разном азотистом питании

3. Кому принадлежит разработка метода оценки состояния фосфатного режима почв дерново-подзолистого типа?

- А – А.Т. Кирсанову
- Б – Н.И. Вавилову
- В – А.Г. Дояренко
- Г – В.А. Францесону

4. Исследованиями иммунной системы растений занимался:

- А – Д.Н. Прянишников
- Б - А.Т. Кирсанов
- В - Н.И. Вавилов
- Г - В.А. Францесон

5. Кто из ученых исследовал взаимосвязь фосфорного питания растений с известкованием дерново-подзолистых почв?

- А – А.В. Соколов
- Б - И.П. Мамченков
- В - А.Н. Лебедев
- Г - В.М. Ключковский

## Вариант 11

1. В чём заключается основное достижение А.Е. Зайкевича для агрохимии?

А – изучение фосфатного режима почв

В - широкое использование в земледелии минеральных удобрений

Б - создание научных основ техники применения фосфорных удобрений

Г – изучение комплексного использования различных способов внесения удобрений

2. От каких факторов (по П.С. Коссовичу) не зависит способность растений усваивать фосфор из труднорастворимых фосфатов?

А – от биологических особенностей растений

Б – от типа почвы

В – от сопутствующих удобрений

Г – от условий окружающей среды

3. Кто из ученых, используя хроматографический метод, установил последовательность синтеза аминокислот за счет поступившего в растения аммиака?

А – А.В. Владимирова

Б – А.Н. Лебедев

В - Ф.В. Турчин

Г – Ф.В. Чириков

4. Кто из русских ученых не занимался исследованием вопросов калия и фосфора в земледелии?

А – А.Н. Лебедев

Б - Ф.В. Чириков

В - А.В. Соколов

Г – В.М. Ключковский

5. Кто впервые начал изучение синтеза мочевины и ее применения в качестве удобрения?

А – Я.В. Пейве

Б - И.П. Мамченков

В - О. К. Кедров-Зихман

Г - С.И. Вольфович

## Вариант 12

1. В каких почвах (по П.А. Костычеву) содержится наибольшее количество органических фосфатов?

А – подзолистые

Б – серые лесные

В – дерново-подзолистые

Г – серые лесные остаточного-карбонатные

2. Кто из русских учёных экспериментально разрешил вопрос о биологической иммобилизации азота почвы?

А – П.С. Коссович

Б – Д.А. Сабинин

В - К.К. Гедройц

Г - И.С. Шулов

3. Кто из русских учёных подтвердил выводы А.Н. Лебеяднца об увеличении подвижности питательных элементов под воздействием высушивания и смачивания?

А – В.А. Францесон

Б – В.П. Замятина

В – Н.К. Балябо

Г – А.Ф. Тюлин

4. Кому из ученых принадлежат фундаментальные исследования в области физиологических основ применения азотистых и калийных удобрений?

А – А.В. Владимирову

Б - Н.С. Авдонину

В - Ф.В. Турчину

Г - Н.И. Вавилову

5. Кто из ученых занимался изучением вопросов применения и хранения органических удобрений?

А – О. К. Кедров-Зихман

Б - И.П. Мамченков

В - А.Н. Лебеяднецв

Г - Ф.В. Турчин

### Вариант 13

1. Кому принадлежат основные исследования по теории азотного обмена и теории аммиачного и нитратного питания растений?

А – Д.Н. Прянишников

Б – Д.А. Сабинин

В – К.К. Гедройц

Г – И.С. Шулов

2. Кто из русских учёных подтвердил выводы А.Н. Лебеяднца об увеличении подвижности питательных элементов под воздействием высушивания и смачивания?

А – В.А. Францесон

Б – В.П. Замятина

В – Н.К. Балябо

Г – А.Ф. Тюлин

3. Основным направлением научных работ Д.А. Сабинина было:

А – изучение возможности получения

Б - изучение ППК

В – изучение физиологии корневой системы азотных удобрений из азота воздуха

Г – теория аммиачного и нитратного питания

4. В результате деятельности какого учёного была доказана эффективность фосфорных удобрений и в XIX веке началась разработка залежей фосфоритов?

А – Д.И. Меделеев

Б - А.Н. Энгельгардта

В - А.Е. Зайкевич

Г - Д.Н. Прянишников

5. Кто из ученых ввел термин «чернозем»?

А - М.В. Ломоносов

Б – М.И. Афонин

В – И.И. Комов

Г - Лавуазье

6. Кто из русских учёных первым говорил о важности минерального питания растений?

А - А.П. Пошман

Б – Ю.Либих

В - А.Т. Болотов

Г – М.Г. Павлов

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изучении истории и методологии агрохимии используются фактические данные и обобщения по широкому кругу вопросов. Научные биографии учёных – важная и обширная часть истории и методологии агрохимии. История почвенных организаций и учреждений – научно-исследовательских институтов, лабораторий, отделов, станций, музеев, комиссий, обществ и журналов – также является важным источником по вопросам истории и методологии науки.

Знание истории мировой и отечественной агрохимической науки позволяет оценить её современное состояние и более критично подойти к анализу ее проблем.

В современном мире эта отрасль науки выполняет важную практическую задачу – обеспечение населения качественными, экологически чистыми и безопасными продуктами питания, а также сохранение природных ресурсов для будущих поколений, обеспечение плодородия почв. Интенсификация земледелия может привести к истощению почв, а его химизация – к ухудшению экологического состояния не только самих почв, но и других сред. Важно понимание исторической миссии агрохимии в мире, поэтому в пособии отражены не только основные этапы развития науки, но и подробно описан вклад отечественных и зарубежных ученых в реализацию фундаментальных положений агрохимии, почвоведения и земледелия.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гедройц К.К. Избранные научные труды. М.: Наука, 1975. – 640 с.
2. Герасимов, Г.А. К истории возникновения русской агрономической науки / Г.А.Герасимов // Труды / Пермский СХИ. – Т. 12,13. – Пермь: Пермский СХИ, 1948.
3. Зубарев Ю.Н., Елисеев С.Л. История и методология научной агрономии. – Учеб. пособие. – Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. – 252 с.
4. Кидин, В. В. Агрохимия : учебник / В. В. Кидин, С. П. Торшин. - Москва: Проспект, 2016. - 608 с.
5. Компанеец, М.К. Учёные агрономы России. / М.К. Компанеец. – В 2 т. - М., 1976.
6. Минеев, В.Г. История и состояние агрохимии на рубеже 21 века. В.Г. Минеев. - В 2 т. / М.: Изд-во МГУ, 2002.
7. Минеев В.Г., Лебедева Л.А. История агрохимии и методологии агрохимических исследований. - Учеб. пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2003. - 328 с.
8. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т. 1. Агрохимия. М.: Колос, 1965. – 768 с
9. Романенко Г.А., Иванов А.Л., Ключач В.А. и др. Концепция развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства Российской Федерации на период до 2010 года. М.: ВНИИА, 2005. – 80 с/
10. Филин, В. И. История агрохимии: учебное пособие / В. И. Филин. — Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. — 240 с.
11. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. М.: Колос, 1980. – 366 с

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

**Агроландшафт** – пейзаж сельской местности, включающий природные и антропогенные объекты, агроэкосистемы, биогеофитоценозы, агроценозы, фации и урочища, производственные и населенные пункты, их инфраструктуру.

**Агроценоз (агрофитоценоз)** – искусственно создаваемые человеком на относительно продолжительное время, особые по составу и структуре неустойчивые сообщества.

**Агроэкосистема** – природный и сельскохозяйственно освоенный комплекс, включающий создаваемые человеком агроценозы и природные биогеоценозы.

**Адаптивно-ландшафтное земледелие** – приспособленное (адаптированное) к природным условиям, различным уровням интенсификации ресурсосбережения и производства, формам хозяйствования и др. (АЛЗ).

**Бессменная культура** – сельскохозяйственная культура, возделываемая на одном поле длительное время.

**«Благодатный полумесяц»** - самый древнейший очаг начала земледелия на земле в Леванте (Юго-Восточная Азия) – на территории современных Ливана, Кувейта, Иордании, Палестины, Израиля, Ирака и Ирана, с возрастом 20 тыс. лет.

**Введение севооборота** – перенесение разработанного проекта севооборота на территорию землепользования хозяйства.

**Введенный севооборот** – севооборот, проект которого перенесен на территорию землепользования хозяйства.

**Виды севооборотов** – севообороты, различающиеся по соотношению сельскохозяйственных культур и паров.

**Выводное поле** – поле севооборота, временно выведенное из общего чередования культур.

**Десукция** – испарение влаги из почвы.

**Дефляция** – ветровая эрозия почвы.

**«Двухполка»** - простейший севооборот: пар, озимая рожь.

**Залежь** – не обрабатываемая десятилетиями (более 25 лет) пашня.

**Занятый пар** – пар, занятый культурными растениями некоторую часть вегетационного периода, в остальное время подвергающийся обработке.

**Запольный участок** — участок пашни, находящийся вне севооборота, используемый для возделывания различных сельскохозяйственных культур.

**Звено севооборота** — часть севооборота, состоящая из двух — трех культур или чистого пара и одной трех культур.

**Земля** — определенное пространство или территория с рельефом, почвами, расточительностью, гидрогеологией, гидрологией зон.

**Земледелие** — средство управления режимами агроландшафта при рациональном природопользовании, использовании антропогенных ресурсов с наименьшими затратами для получения сельскохозяйственной продукции.

**Зернопаровой севооборот** — это севооборот, в котором посевы зерновых культур занимают большую часть пашни, и имеется поле чистого пара.

**Зернопаропропашной севооборот** — севооборот, в котором посевы зерновых культур чередуются с чистыми парами и пропашными культурами и занимают половину и более площади пашни.

**Зернопропашной севооборот** — севооборот, в котором посевы зерновых культур чередуются с посевами пропашных культур и занимают половину и более площади пашни.

**Зернотравяной севооборот** — севооборот, в котором большую часть пашни занимают зерновые, а на остальной части возделываются многолетние травы.

**Кормовой севооборот** — севооборот, предназначенный преимущественно для производства сочных и грубых кормов.

**Крестьянский пар** - еще называют «толокой», или «толоковый пар» - не обрабатываемое в течение года поле, которое используют под выпас скота.

**Кулисный пар** — паровое поле, на котором полосами высеваются растения для задержания снега и предотвращения ветровой эрозии почвы.

**Ландшафтное земледелие** — рациональное использование всех природных ресурсов, создание условий для обеспечения расширенного воспроизводства плодородия почв и устойчивого ведения полеводства.

**Межхозяйственный севооборот** — севооборот, размещенный на пахотных землях двух и более хозяйств, входящих в специализированное производственное объединение.

**Монокультура** — единственная сельскохозяйственная культура, возделываемая в хозяйстве.

**«Нанозффект земледелия»** - невысокая эффективность значительных инвестиций в отрасль — это следствие кризиса мировых экономик.

**Непаровой предшественник** — культуры с поздним сроком сева, то есть, убираемые поздно, у которых не бывает периода «парования» (подсолнечник —на семена, кукуруза на зерно, сорго и просо на семена и др.).

**Овощной севооборот** — севооборот, в котором овощные культуры занимают всю или большую часть пашни.

**Окультуривание почвы** — повышение естественного плодородия почвы путем применения специальных приемов воздействия на нее.

**Окультуренный слой** — слой почвы, который подвергся окультуривающему воздействию путем его обработки, внесению удобрений.

**Освоение севооборота** — выполнение плана освоения севооборота и переход к размещению сельскохозяйственных культур по предшественникам согласно схеме.

**Освоенный севооборот** — севооборот, в котором соблюдаются принятые границы полей, размещение культур по полям и предшественникам соответствует принятой схеме.

**Основная культура** — сельскохозяйственная культура, занимающая поле севооборота большую часть вегетационного периода.

**Паровое поле** — поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение определенного периода, обрабатываемое, удобряемое, поддерживаемое в чистом от сорняков состоянии.

**Перелог** — однажды обработанная, или обрабатываемая, но заброшенная на многие годы (8 – 15 лет) залежь.

**«Перегной»** — сладкий гумус» - субстанция в минеральной массе почвы с нейтральной рН.

**Повторная культура** — сельскохозяйственная культура, возделываемая на одном поле не более 8 лет подряд.

**Пожнивная культура** — промежуточная культура, возделываемая после уборки зерновой культуры в том же году.

**Поля севооборота** — равные по площади участки пашни, на которые она разбивается согласно схеме при нарезке севооборота.

**Полевой севооборот** — севооборот, предназначенный в основном для производства зерна, технических культур и картофеля.

**Посевная площадь** — площадь пашни, занятая посевами сельскохозяйственных культур.

**Поукосная культура** — промежуточная культура, возделываемая после уборки на зеленый корм, силос или сено основной культуры в том же году.

**План освоения севооборота** — схема размещения возделываемых сельскохозяйственных культур по полям на период освоения севооборота.

**Плодосменный севооборот** — севооборот, в котором зерновые культуры занимают не более половины площади пашни и чередуются с пропашными и бобовыми культурами.

**Почва** — главная составляющая комплекса земля, обладающая уникальным свойством — плодородием.

**Почвозащитный севооборот** — севооборот, в котором набор, размещение и чередование сельскохозяйственных культур обеспечивает защиту почвы от эрозии.

**Предшественник** — сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году.

**Прецизионное земледелие** — точное земледелие (ТЗ).

**Прифермский севооборот** — кормовой севооборот, поля которого расположены вблизи животноводческих ферм, предназначенный для производства сочных и зеленых кормов.

**Пропашной севооборот** — севооборот, в котором пропашные культуры занимают более половины площади пашни.

**Пропашное поле** — поле севооборота, в котором проводится междурядная обработка.

**Промежуточная культура** — сельскохозяйственная культура, выращиваемая в интервале времени, свободном от возделывания основных культур севооборота.

**Подсевная культура** — сельскохозяйственная культура, высеваемая под покров основной культуры.

**Ранний пар** — чистый пар, обработка которого начинается весной \_ следующего после уборки предшественника года, то есть - в год парования.

**Ресурсосберегающие технологии** — технологии редуцирующие применение минимальных доз оборотных средств производства, сокращение \_ количества технологических \_ приемов и замену малопроизводительной техники на более производительную.

**Ротация севооборота** — интервал времени, в течение которого сельскохозяйственные культуры и пар проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой опыта.

**Ротационная таблица** — план размещения сельскохозяйственных культур и паров по полям и годам на период освоения севооборота.

**Сборное поле** — поле севооборота, в котором отдельно возделываются несколько сельскохозяйственных культур.

**Севооборот** — комплекс организационно-хозяйственных и земледельческих приемов с учетом адаптивно-ландшафтных и агробиологических свойств культур и их сортов, особенностей природных и антропогенных ресурсов при рациональном их использовании.

**Сенокосно-пастбищный севооборот** — кормовой севооборот, в котором в основном возделывают многолетние и однолетние травы на сено и для выпаса скота.

**Сидеральный пар** - занятый пар, засеваемый бобовыми культурами для заделки их в почву на зеленое удобрение, или сидерат.

**Сидерат** - культура, запахиваемая на зеленое удобрение, или «звездная культура», - как ее назвал Римский император, полководец и земледелец Юлий Цезарь, по характеру пальчиковых листьев люпина, похожих на звезды, который и запахивали на песчаных почвах для повышения плодородия.

**Система земледелия** — комплекс приемов и методов управления взаимосвязанными объектами, структурами и режимами агроэкосистем агроландшафта с целью рационального использования природных и антропогенных ресурсов для воспроизводства плодородия почв, получения высоких урожаев и качественной продукции, охраны окружающей среды.

**Сидеральный севооборот** — севооборот, в котором на одном или двух полях выращиваются сельскохозяйственные культуры для заправки зеленой массы на удобрения.

**Система севооборотов** — совокупность принятых в хозяйстве различных типов и видов севооборотов.

**Специальный севооборот** — севооборот, в котором возделываются культуры, требующие специальных условий агротехники их возделывания.

**Структура посевных площадей** — соотношение площади посевов различных сельскохозяйственных культур.

**Типы севооборотов** — севообороты различного производственного назначения, отличающиеся главным видом производимой продукции.

**Точное земледелие** — система экологически и экономически эффективного использования почвенных земельных и антропогенных ресурсов с учетом пестроты почвенного покрова и уровня плодородия почв полей или земельных участков, агробиологии возделываемых культур и их сортов с использованием ГИСТехнологий.

«Трехполка» - пар, озимая рожь, овес.

**Травопольный севооборот** — севооборот, в котором большая часть пашни используется под многолетние травы.

**Травянопропашной севооборот** — севооборот, в котором пропашные культуры занимают несколько полей, и возделывание их чередуется с многолетними травами.

**Черный пар** — чистый пар, основная обработка которого проводится летом текущего и осенью предшествующего парованию года, то есть за год до посева озимых культур.

**Чистый пар** — паровое поле, свободное от возделывания сельскохозяйственных культур и обрабатываемое в течение вегетационного периода.

*Учебное электронное издание*

ИСТОРИЯ АГРОХИМИИ И МЕТОДОЛОГИЯ  
АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учебное пособие

Авторы-составители:

РОЖКОВА Анастасия Николаевна

ЩУКИН Иван Михайлович

*Издается в авторской редакции*

**Системные требования:** Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;  
дисковод CD-ROM.

**Тираж 25 экз.**

Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
Изд-во ВлГУ  
rio.vlgu@yandex.ru

Институт биологии и экологии  
кафедра почвоведения, агрохимии и лесного дела  
a.n.rozhkova@mail.ru