

**ТОРИКОВ В.Е., МЕЛЬНИКОВА О.В., КРОТОВ Д.Г.**

**ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ  
И ОБЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Брянская область,  
2015

УДК 631.7:631.57 (07)  
ББК 40.3:41.4  
Т 59

Ториков, В.Е. **Основы почвоведения и общего земледелия.** / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, Д.Г. Кротов. – Брянск: Издательство Брянский ГАУ, 2015 г. - 226 с.

ISBN 978-5-88517-255-4

Учебное пособие «Основы почвоведения и общего земледелия» предназначено для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» и учащихся СПО – 35.02.05 «Агрономия».

Изложены вопросы понятия о почве, почвообразовательного процесса и факторов почвообразования, строения почвенного профиля, гранулометрического и химического составов почвы, общие физические и физико-механические свойства, водный режим, основ земледелия, основных показателей плодородия.

Отдельное внимание в пособии уделено сорным растениям и борьбы с ними. Дана подробная агробиологическая классификация сорняков, характеристика их основных представителей, особенности роста и развития. Приведены комплексные меры борьбы с сорными растениями, а также методы учета засоренности посевов и почвы.

Рассмотрено агротехническое и организационно-экономическое значение севооборотов, классификация и принципы севооборотов.

Приведены приемы минимальной и нулевой системы обработки почвы.

Описаны современные научно-обоснованные приемы основной, предпосевной и послепосевной системами обработки почвы. Подробно рассмотрены основные технологические операции по возделыванию полевых культур в различных регионах страны.

Уделено внимание значению опытного дела в интенсивном земледелии, основные методы исследования в агрономии.

#### **Рецензенты:**

**Дышко В.Н.** - доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии переработки сельскохозяйственной продукции Смоленской государственной сельскохозяйственной академии.

**Титова В.И.** - доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой агрохимии и агроэкологии Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии

*Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссии Агроэкологического института Брянского ГАУ, протокол № 3 от 19 ноября 2015 г.*

ISBN 978-5-88517-255-4

© Брянский ГАУ, 2015  
© Ториков В.Е., 2015  
© Мельникова О.В., 2015  
© Кротов Д.Г., 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. ОБРАЗОВАНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВЫ.....	7
1.1. Понятие о почве, почвообразовательный процесс и факторы почвообразования. Почвообразующие породы .....	7
1.2. Морфологические признаки и строение почвенного профиля .....	10
1.3. Гранулометрический состав почвы. Классификация механических элементов, их химический состав и физические свойства. Классификация почв по гранулометрическому составу.....	14
1.5. Химический состав почвы. Валовой химический состав почвы. Макро - и микроэлементы, превращение питательных веществ в почве. Вредные для растений вещества в почве, их устранение .....	21
1.6. Почвенные коллоиды, их образование, состав и свойства, значение для плодородия почв.....	25
1.7. Поглощительная особенность почвы: ее виды, сущность и значение для плодородия почв. Понятие о почвенном поглощающем комплексе. Емкость поглощения и факторы, ее определяющие. Кислотность и щелочность почвы .....	29
1.8. Структура почвы. Макро- и микроструктура. Виды макроструктуры. Микроструктура, ее образование и роль в формировании макроструктуры. Влияние структуры на физические свойства почвы .....	36
1.9. Общие физические и физико-механические свойства почвы. Влияние механического свойства, структуры, содержания гумуса на изменение физических и физико-механических свойств почвы. Мероприятия по улучшению физических и физико-механических свойств почвы .....	40
1.10. Водные свойства почвы и приемы их регулирования. Роль почвенной влаги в жизни растений и почвообразовании. Источники и формы воды в почве. Доступность различных форм воды растениям. Общий и полезный запас воды. Водные свойства почвы. Приемы регулирования водных свойств почв.....	45
1.11. Водный режим почв. Баланс воды в почве. Пути регулирования водного режима почв. Почвенный раствор, его образование, состав, свойства. Роль почвенного раствора в почвообразовании и плодородии почвы .....	51
1.12. Почвенный воздух и воздушный режим почвы. Состав почвенного воздуха и газообмен в почве. Воздушные свойства почвы, его роль в почвообразовании. Регулирование воздушного режима почвы .....	56
1.13. Тепловые свойства и тепловой режим почвы, источники тепла. Роль теплового режима в почвообразовании и жизни растений. Регулирование теплового режима почвы. Понятие о плодородии почвы. Категории плодородия почвы.....	58
ГЛАВА 2. ПОЧВЫ, ИХ ГЕНЕЗИС, КЛАССИФИКАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.....	65
2.1. Классификация почв и закономерности их распространения. Основные причины классификации почв. Тип, подтипы, вид, род, разновидность и	

разряд почвы .....	65
2.3. Почвы лесостепной и степной зоны. Границы и площади лесостепной зоны. Условия почвообразования. Общая характеристика почв .....	86
2.4. Почвы сухих и полупустынных степей. Границы и площадь зоны. Условия почвообразования, почвенный покров. Общая характеристика почв зоны: бурые, каштановые, солонцы, солончаки .....	97
2.4. Почвы горных областей, речных пойм. Условия образования горных, коричневых и горно-луговых почв. Понятие о пойме и особенности почвообразования в поймах рек. Почвы прирусловой, центральной, притеррасной областей пойм .....	105
<b>ГЛАВА 3. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ .....</b>	<b>116</b>
3.1. Научные основы систем земледелия и основные звенья. История развития систем земледелия, классификация.....	116
3.2. Принципы разработки и внедрения систем земледелия .....	118
3.3. Факторы жизни растений и законы земледелия. Использование законов земледелия в практике сельскохозяйственных предприятий. Биологические факторы повышения плодородия почв .....	120
3.4. Основные показатели плодородия интенсивно используемых почв. Простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы. Рекультивация земель.....	127
<b>ГЛАВА 4. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И БОРЬБА С НИМИ.....</b>	<b>130</b>
4.1. Понятие о сорняках. Вред, причиняемый сорняками. Источники засорения полей. Биологические особенности сорняков.....	130
4.2. Агробиологическая классификация сорняков. Характеристика основных представителей групп сорняков. Особенности их роста, развития и размножения, отношение к плодородию почвы, районы распространения. Карантинные сорняки .....	132
4.3. Меры борьбы с сорняками: предупредительные и истребительные. Комплексные меры борьбы, их сущность, последовательность и эффективность проведения .....	138
4.4. Методы учета засоренности посевов и почвы. Понятие о картах засоренности полей, их назначение .....	165
<b>ГЛАВА 5. СЕВООБОРОТЫ.....</b>	<b>168</b>
5.1. Агротехническое и организационно-экономическое значение севооборота. Понятие о монокультуре и севообороте. Причины, вызывающие необходимость чередования культур. Предшественники сельскохозяйственных культур в севообороте. Группировка и характеристика, их классификация и роль в севообороте.....	168
5.2. Классификация и принципы севооборотов. Типы и виды севооборотов. Основные звенья полевых, кормовых и специальных севооборотов. Особенности севооборотов для крестьянских (фермерских) хозяйств .....	174
5.3. Введение и освоение севооборотов. Организация территории с учетом агропроизводственной группировки почв. Составление ротационных таблиц .....	184
<b>ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ .....</b>	<b>191</b>

6.1. Научные основы обработки почвы. Механическая обработка почвы как метод воспроизводства плодородия и обеспечение культурных растений оптимальными условиями жизни. Задачи обработки почвы. Технологические операции. Физико-механические свойства почвы, их влияние на качество обработки .....	191
6.2. Приемы основной обработки почвы, агротребования. Специальные приемы основной обработки почвы: фрезерование, вспашка плантажным плугом, двух- и трехъярусная вспашка. Орудия для основной обработки почвы .....	193
6.3. Мелкая и поверхностная обработка почвы, агротребования. Орудия поверхностной обработки почвы. Системы обработки почвы.....	196
6.4. Полупаровая обработка почвы .....	202
6.5. Новые направления в обработке почвы. Минимализация обработки почвы. Система обработки почвы в севообороте .....	203
<b>ГЛАВА 7. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ</b>	<b>210</b>
7.1. Эрозия почвы: виды, условия проявления, причиняемый вред .....	210
7.2. Меры защиты почв от эрозии и дефляции .....	214
<b>ГЛАВА 8. ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА</b> .....	<b>216</b>
8.1. Значение опытного дела в интенсивном земледелии. Методы исследования в агрономии .....	216
<b>СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ</b> .....	<b>219</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ</b> .....	<b>224</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Весь порядок в каждой стране - политический, гражданский, всякий - всегда связан с почвой и с характером землевладения в стране. В каком характере сложилось землевладение, в таком характере сложилось и все остальное...

Ф.М. Достоевский, 1876

Земледелие является основой агрономии и важнейшей составляющей продовольственной безопасности любого государства. Оно обеспечивает население продуктами питания, животноводство – кормами, а промышленность - сырьем.

Земледелие – важнейший раздел агрономии, изучающий приемы возделывания сельскохозяйственных культур, разрабатывающий способы наиболее рационального использования земельных угодий, сохранения и повышения почвенного плодородия с целью получения стабильной урожайности экологически безопасной продукции растениеводства.

Благодаря особому качественному свойству – плодородию, почва является главным средством производства в сельском хозяйстве.

Развитие учения о возникновении и развитии почв, их плодородия связано с именами выдающихся русских ученых – В.В. Докучаева, П.А. Костычева, В.Р. Вильямса.

Почвоведение и земледелие взаимно увязано с такими науками, как ботаника, растениеводство, агрохимия, мелиорация, механизация, экономика. Как и многие другие науки, в России начинаются с научных работ М.В. Ломоносова (1711-1766 гг.). По его инициативе в 1765 году было создано Вольное экономическое общество. В трудах этого общества печатались экспериментальные исследования А.Т. Болотова (1738-1833 гг.), И.М. Комова (1750-1793 гг.). Вопросы научного земледелия на тот период времени глубоко изучались М.Г. Павловым (1793-1840 гг.) в Московском университете; Д.И. Менделеевым (1834-1907 гг.), А.В. Советовым (1826-1901 гг.) в Петербургский университете; А.И. Стебутом (1833-1923 гг.) в Петровской земледельческой и лесной академии; В.Р. Вильямсом (1863-1939 гг.) и Д.Н. Прянишниковым (1865-1948 гг.) в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (ныне Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева).

Изучение теоретических основ почвоведения и земледелия даст возможность – обеспечить введение и освоение научно-обоснованных систем земледелия, направленных на увеличение урожайности полевых культур и улучшения их качества.

# ГЛАВА 1. ОБРАЗОВАНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВЫ

## 1.1. Понятие о почве, почвообразовательный процесс и факторы почвообразования. Почвообразующие породы

Первое научное определение почвы дал великий русский ученый-почвовед В.В. Докучаев: «Почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых».

В настоящее время в официальной литературе применяется формулировка термина почва по ГОСТ 27593-88 (2005) «Почвы. Термины и определения». Почва это самостоятельное естественноисторическое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия.

Почвообразование представляет собой очень сложный процесс превращения материнской породы в почву. Он осуществляется в результате длительного взаимодействия материнской горной породы с живыми организмами, продуктами их жизнедеятельности и элементами гидро- и атмосферы. В основе процесса почвообразования лежит малый биологический круговорот веществ, развивающийся (как и сам процесс почвообразования) на фоне большого геологического круговорота веществ.

Началом этого процесса является выветривание разных горных пород, в результате чего образуется кора выветривания, которая уже может служить материнской или подстилающей породой. Она рыхлая, водо- и воздухопроницаемая, в ней есть вторичные минералы и питательные элементы в доступных для растений соединениях. Порода постепенно обедняется зольными элементами вследствие их вымывания и вследствие того, что они уже начинают усваиваться живыми организмами.

Малый биологический круговорот веществ обусловлен жизнедеятельностью живых организмов, и прежде всего зеленых растений. Основным итогом биологического круговорота является биологическая аккумуляция элементов питания в корнеобитаемом слое почвы и их консервации здесь, что и обуславливает постепенное развитие плодородия.

В результате биологического круговорота веществ, процесса синтеза и разрушения органического вещества почвообразующая порода непрерывно взаимодействует с растениями и животными, с продуктами их жизнедеятельности, а также с продуктами разложения органических остатков. Это и составляет сущность почвообразовательного процесса.

Почва это особое природное тело, средство производства, предмет приложения, аккумуляции человеческого труда и продукт этого труда. Являясь продуктом и элементом ландшафта - особым природным телом, она выступает как важная среда в развитии природы земного шара.

Вместе с тем, обладая свойством плодородия, почва выступает как основное средство производства в сельском хозяйстве. Используя почву как средство производства, человек существенно изменяет почвообразование, влияя как непосредственно на свойства почвы, ее режимы и плодородие, так и на природные факторы, определяющие почвообразование.

***Почвообразовательный процесс и факторы почвообразования.*** В.В. Докучаев впервые установил, что почва как самостоятельное и уникальное природное тело сформировалось под действием пяти природных факторов почвообразования: климата, рельефа, растительного и животного мира, почвообразующих пород и возраста почв. Он показал, что почва непрерывно изменяется во времени и пространстве.

Сущность почвообразования по В. Р. Вильямсу определяется как диалектическое взаимодействие процессов синтеза и разложения органического вещества, протекающее в системе малого биологического круговорота веществ. Он показал ведущую роль растительных формаций как природных сообществ высших зеленых растений и микроорганизмов в формировании генетического профиля почв и их плодородия.

Развитие почвообразовательного процесса и формирование почвы протекают под воздействием комплекса факторов почвообразования: *климата, почвообразующей породы, растительности и животного мира, рельефа и времени.* На изменение почв и условий почвообразования имеет производственная деятельность человека, которая выделяется как особый фактор почвообразования.

На важности первых пяти факторов почвообразования особо останавливался В.В. Докучаев. Климат (осадки, температура, ветер, вечная мерзлота) оказывает громадное влияние на почвообразование. От них зависят водный и тепловой режимы почвы. Они определяют ее влажность, скорость и характер разложения органических остатков, минерализацию гумуса, разрушение минеральной части почвы. Ветер вызывает процесс физического выветривания горных пород и ветровую эрозию почв (дефляцию). Вечная мерзлота задерживает влагу в профиле почвы, понижает ее температуру, резко тормозит разложение органических остатков и вызывает заболачивание. Многолетняя (вечная) мерзлота препятствует также вымыванию продуктов почвообразования.

Большое влияние на перераспределения вещества, энергии, влаги, на характер водного режима оказывает рельеф местности. Рельеф во многом определяет характер хода эрозионных процессов на его поверхности и интенсивность почвообразовательного процесса.

Микроорганизмы, животные организмы и зеленые растения оказывают огромное влияние на образование почв. Почвообразовательный процесс начался с появления жизни на поверхности суши, с воздействия на горную породу простейших организмов.

Отмирающие первичные микроорганизмы обогащали выветривающуюся горную породу органическим веществом и создавали необходимые условия для развития других групп организмов. За бактериями и водорослями появились псилофиты, грибы, хвощовые, плауновые, папоротники, мхи и покрытосемянные растения.

Вместе с растительностью почву заселяли животные организмы, которые также оказывали влияние на почвообразовательный процесс.

С накоплением органического вещества в минеральных почвах улучшался водный режим, он приобретал более устойчивый характер. Так постепенно из бесплодной горной породы развивалась почва.

*Возраст почв.* Под возрастом почв подразумевается время, в течение которого в данной местности идет почвообразовательный процесс. Так, к наиболее молодым почвам относятся почвы тундры. Её территория позднее других освободилась от ледников, там позднее начался почвообразовательный процесс. После «отступления» ледника почвообразовательный процесс раньше начинался на тех территориях, которые быстрее освобождались ото льда и воды. По возрасту черноземные почвы старше дерново - подзолистых.

Производственная деятельность человека как фактор почвообразования В.Р. Вильямсом выделен особо. Осушительные или оросительные работы, создание лесных полос, внесение органических и минеральных удобрений, известкование, гипсование, использование тракторов и сельскохозяйственной техники при обработке почвы вызывает изменение комплекса физических, агрохимических, биологических и других свойств почвы. Неправильное их проведение ведет к их деградации.

*Почвообразующие (материнские) породы*, на которых формируется почва, представлены горными породами.

Элювиальные породы, или элювий, - продукты выветривания коренных пород, оставшиеся на месте образования. Элювий формируется в горных областях и на равнинных плато.

Делювиальными породами, или делювием, называются наносы, отложенные на склонах дождевыми и тальными водами. Делювий откладывается в виде пологого шлейфа.

Аллювиальные породы, или аллювий, представляют собой осадки, отложенные при разливе рек (пойменный аллювий). К аллювиальным породам относятся также донные отложения рек (русловый аллювий). Аллювиальные породы характеризуются различным гранулометрическим составом: от песчаного до суглинистого и глинистого, а также органогенного в притеррасной части пойм.

Ледниковые, или моренные, отложения - продукты выветривания различных пород, перемещенные и отложенные ледником. Для морен характерны: несортированность, неоднородный гранулометрический состав, наличие валунов, гравия, дресвы, обогащенность песчаными фракциями, красно-бурая, реже желто-бурая и другая окраска. Окраска зависит от характера коренных пород подледникового ложа, условий выветривания и почвообразования. При оглеении цвет морены приобретает серо-сизый оттенок.

*Лёссы.* Характерным свойством лесса является однородность гранулометрического состава в разрезе на разных глубинах и в плане на разных участках, содержание «лессовой» фракции (0,01-0,05 мм) в пределах 30-55%, глинистых частиц в пределах 5-30%, песчаных фракций (>0,25 мм) не более 5 %. При благоприятных климатических условиях на лессах формируются высокоплодородные черноземные почвы, а также развивается ряд других почв - сероземы,

каштановые, серые лесные.

*Покровные суглинки* являются одной из самых распространенных почвообразующих пород Нечерноземной зоны. На покровных суглинках развиты подзолистые, дерново-подзолистые почвы, испытывающие нередко переувлажнение, а также серые лесные почвы.

*Лёссовидные суглинки* по свойствам занимают промежуточное положение между типичными лёссами и покровными суглинками.

*Эоловые отложения* образуются в результате аккумулятивной деятельности ветра, которая проявляется особенно интенсивно в пустынях. К эоловым отложениям относятся сортированные песчаные наносы, которые откладываются недалеко от областей дефляции. Эти наносы образуют особые формы рельефа — бугры, дюны, барханы.

*Морские отложения* формируются в результате перемещения береговой линии морей, явлений трансгрессии и регрессии, которые неоднократно наблюдались в четвертичный период. Морские отложения отличаются слоистостью, сортированностью и большой аккумуляцией солей. Выходя местами на поверхность, эти породы приводят к образованию засоленных почв.

*Органогенные отложения или торфа.* Образуются в различных регионах нашей страны в поймах рек и болотах. Выделяют торфа низинного и верхового типа. Условия торфообразования определяют положения в рельефе болота и тип водного питания. На торфах формируются торфянисто-глеевые, торфяно-глеевые почвы и торфяники различной мощности. Особенностью торфов является то, что они одновременно являются и почвообразующей породой и почвой.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется «почвой»?
2. Сущность почвообразовательного процесса.
3. Перечислите факторы почвообразования.
4. Назовите основные почвообразующие породы.

## **1.2. Морфологические признаки и строение почвенного профиля**

Процессы превращения и перемещения веществ, происходящие в почвообразующей породе, вызывают расчленение ее на генетические горизонты, которые приобретает только ей присущие внешние, или морфологические, признаки.

К главным морфологическим признакам почвы относятся: строение почвы; мощность почвы и отдельных ее горизонтов; окраска; гранулометрический состав; структура; сложение; новообразования и включения.

Под строением почвы понимается совокупность генетически сопряженных и закономерно сменяющихся почвенных горизонтов, на которые расчленяется почва в процессе почвообразования.

Почвенный горизонт это специфический слой почвенного профиля, образовавшийся в результате воздействия почвообразовательных процессов (ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения).

Горизонты отличаются один от другого цветом, структурой, сложением и морфологическими признаками.

В профиле почвы различают несколько горизонтов, которые часто подразделяются на подгоризонты. Каждый горизонт имеет свое название и буквенное обозначение (индекс). Для более точной характеристики используют дополнительные буквенные и цифровые индексы.

По классификации почв СССР 1977 года обычно выделяют следующие горизонты:  $A_0$  - горизонт лесной подстилки,  $A_1$  - гумусовый горизонт (аккумуляции органических веществ),  $A_2$  - подзолистый (элювиальный), В - горизонт вымывания (иллювиальный), или переходный, С - материнская порода, G - глеевый горизонт, D - подстилаящая порода.

*Мощностью почвы* называется толщина от ее поверхности вглубь до слабо затронутой почвообразовательными процессами материнской породы. У различных почв мощность различна, с колебаниями от 40—50 до 100—150 см. Мощность горизонта отмечают с точностью до 1 см, при этом указывают его верхнюю и нижнюю границы:

*Окраска почвы* — наиболее доступный, и прежде всего бросающийся в глаза морфологический признак. Это существенный показатель процессов, происходящих в почве, и принадлежности ее к тому или иному типу. Многие почвы получили название в соответствии со своей окраской — подзол, краснозем, чернозем и т.д.

Наиболее важны для окраски почв следующие группы веществ:

1) гумус; 2) соединения железа; 3) кремнекислота, углекислая известь.

Гумусовые вещества обуславливают черную, темно-серую и серую окраски.

*Гранулометрический состав почвы* это содержание в почве механических элементов, объединенных по фракции. Он определяют визуально, органолептически, т.е. по внешним признакам и на ощупь и лабораторными методами.

Обычно его определяют визуально и на ощупь в сухом и влажном состоянии по следующим показателям: ощущение при растирании почвы на ладони, состояние сухой и влажной почвы, отношение влажной почвы или грунта к скатыванию.

*Структурой называют отдельности (агрегаты)*, на которые способна распадаться почва. Они состоят из соединенных между собой механических элементов.

Различают три основных типа структуры: кубовидная — структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям; призмовидная — отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси; плитовидная — отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении. Каждый из перечисленных типов в зависимости от характера ребер, граней и размера подразделяется на более, мелкие единицы (табл. 1).

## Классификация структуры (Почвоведение, 1982г.)

Род	Вид	Размер
I тип — кубовидная		
Глыбистая — неправильная форма и неровная поверхность	Крупноглыбистая	>10 см
	Мелкоглыбистая	10—1 см
Комковатая — неправильная округлая форма, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены	Крупнокомковатая	10—3 мм
	Комковатая	3—1 мм
	Мелкокомковатая	1—0,25 мм
	Пылеватая	<0,25 мм
Ореховатая — более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые	Крупноореховатая	>10 мм;
	Ореховатая	10—7 мм
	Мелкоореховатая	7—5 мм
Зернистая — более или менее правильная форма, иногда округлая, с выраженными гранями, то шероховатыми, матовыми, то гладкими и блестящими	Крупнозернистая (гороховатая)	5—3 мм
	Зернистая (крупитчатая)	3—1 мм
	Мелкозернистая (порошистая)	1—0,5 мм'
II тип — призмовидная		
Столбовидная - отдельные слабо оформлены, с неровными гранями и округленными ребрами	Крупностолбовидная	> 5 см
	Столбовидная	3—5 см
	Мелкостолбовидная	<3 см
Столбчатая — правильной формы с довольно хорошо выраженными гладкими боковыми и вертикальными гранями, с округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним	Крупностолбчатая	5—3 см
	Мелкостолбчатая	<3 см
Призматическая — грани хорошо выражены, с ровной глянцеватой поверхностью с острыми ребрами	Крупнопризматическая	5—3 см
	Призматическая	3—1 см
	Мелкопризматическая	1—0,5 см
	Тонкопризматическая	<0,5 см
	Карандашная (при длине отдельных >5 см)	<1 см
III тип - плитовидная		
Плитчатая (слоеватая) — с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности	Сланцеватая	>5 мм
	Плитчатая	5—3 мм
	Пластинчатая	<3—1 мм
	Листоватая	<1 мм
Чешуйчатая — со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми гранями (отдаленное сходство с чешуей рыбы)	Скорлуповатая	>3 мм
	Грубочешуйчатая	3—1 мм
	Мелкочешуйчатая	<1 мм

В зависимости от размера агрегатов структуру подразделяют на следующие группы: 1) глыбистая — больше 10 мм; 2) макроструктура — 10—0,25 мм; 3) грубая микроструктура—0,25—0,1мм; 4) тонкая микроструктура — меньше 0,01 мм.

*Сложение* — это степень плотности, пористости и трещиноватости почвы. По степени плотности почвы разделяют на очень плотные, плотные, рыхлые и рассыпчатое.

Очень плотные — лопата входит в почву на глубину не более 1 см, приходится применять лом или кирку.

Плотные — лопата или нож с трудом входят в почву на глубину 4–5 см, почва с трудом разламывается руками; плотным сложением отличаются иллювиальные горизонты суглинистых и глинистых почв.

Рыхлые - нож входит в стенку разреза по рукоятку без явного усилия, яму копать легко, а почва, сброшенная с лопаты, легко рассыпается на мелкие отдельности.

Рассыпчатые — это сложение характерно для пахотных горизонтов песчаных и супесчаных почв, поскольку у них механические элементы обычно не сцементированы и в сухом состоянии представляют сыпучую массу.

*Пористость* характеризуется формой и величиной пор внутри структурных отдельностей или между ними.

*Новообразованиями* называют скопления веществ различной формы и химического состава, которые образуются и откладываются в горизонтах почвы.

Группа легкорастворимых солей (хлориды натрия, кальция, магния и сульфаты натрия) характерна для засоленных почв и образует белые тонкие налеты и выцветы на поверхности почвы и на подсохшей стенке разреза, белые уплотненные корочки с поверхности, белые прожилки и крапинки и тонкие игольчатые кристаллы в виде инея или густых щеточек.

Широко распространены новообразования, формирующиеся из окислов железа, алюминия и марганца, в образовании которых большое участие принимают подвижные гумусовые вещества. Это могут быть налеты и выцветы, пленки и корочки охристого, желтого, бурого, темно-бурого цвета на поверхности структурных отдельностей, по трещинам и корневым ходам; примазки, пятна, разводы и языки ржавого, охристого, красноватого и черного цвета на стенке почвенного разреза; плотные округлые образования черно-бурого цвета — бобовины, зерна, дробины, а также темно-бурые, коричневые, ржавые и охристые плотные стяжения — ортштейны, жерства, рудяк и т. д.

Новообразования биологического происхождения (животного и растительного) встречаются в следующих формах: червоточины — извилистые ходы — каналы червей; капролиты — экскременты дождевых червей в виде небольших клубочков; кротовины—пустые или заполненные ходы роющих животных (сусликов, сурков, кротов и др.); корневины — сгнившие крупные корни растений; дендриты — узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Включения в почве — это случайные органические или минеральные тела или предметы, генетически не связанные с почвенными процессами.

### **1.3. Гранулометрический состав почвы. Классификация механических элементов, их химический состав и физические свойства. Классификация почв по гранулометрическому составу**

Гранулометрическим составом почвы называется содержание в почве механических элементов, объединенных по фракции.

Твердая фаза почвы (скелет, основа почвы) состоит из агрегатов и частиц различной формы и размеров, которые различаются по минералогическому и химическому составу и называются механическими элементами.

Механические элементы почвы это обособленные первичные частицы пород и минералов, а также аморфных соединений в почве. Механические элементы находятся в почве или породе в свободном состоянии (например, в песке) и в агрегатном, когда они соединены в структурные отдельности — агрегаты различной формы, величины и прочности. Крупные агрегаты могут разрушаться на механические элементы и более мелкие агрегаты при механическом усилии или при размокании в воде. Свойства механических элементов изменяются в зависимости от размера.

Частицы мельче 1 мм принято называть мелкоземом. В пределах последнего все частицы крупнее 0,01 мм объединяют в группу, называемую физическим песком, а все частицы мельче 0,01 мм — в группу, называемую физической глиной. Сумму частиц менее 0,001 мм называют илистой или тонкодисперсной фракцией. Фракцию крупной пыли иногда называют лёссовидной, так как она составляет основную массу в лёссах.

Камни (>3мм) представлены преимущественно обломками горных пород. Каменистость — отрицательное свойство почв. Наличие камней в почвах затрудняет использование сельскохозяйственных машин и орудий, мешает появлению всходов и росту растений. На слабокаменистых почвах наблюдается ускоренный износ рабочих поверхностей орудий обработки. Средне- и сильнокаменистые почвы нуждаются в мелиоративных работах по удалению камней.

Гравий (3—1 мм) - состоит из обломков первичных минералов. Высокое содержание гравия в почвах не препятствует обработке, но придает им малоблагоприятные свойства — провальную водопроницаемость, отсутствие водо-подъемной способности, низкую влагоемкость.

Песчаная фракция (1—0,05 мм) состоит из обломков первичных минералов, и прежде всего кварца и полевых шпатов. Эта фракция обладает высокой водопроницаемостью, не набухает, не пластична, однако в отличие от гравия обладает некоторой капиллярностью и влагоемкостью. Поэтому природные пески, особенно мелкозернистые, пригодны для выращивания сельскохозяйственных и лесных культур.

Пыль крупная (0,05— 0,01 мм) по минералогическому составу мало отличается от песчаной, поэтому обладает некоторыми физическими свойствами песка: не пластична, слабо набухает, обладает невысокой влагоемкостью.

Пыль средняя (0,01— 0,005 мм) характеризуется повышенным содержанием слюды, придающих фракции повышенную пластичность, связность.

Пыль тонкая (0,005—0,001 мм) характеризуется относительно высокой

дисперсностью, состоит из первичных и вторичных минералов.

Ил ( $<0,001$  мм) состоит преимущественно из высокодисперсных вторичных минералов. Из первичных минералов встречается кварц, ортоклаз, мусковит.

Илистая фракция имеет большое значение в создании почвенного плодородия. Ей принадлежит главная роль в физико-химических процессах, протекающих в почве. Она обладает высокой поглотительной способностью, содержит много гумуса и элементов зольного и азотного питания растений.

Структурная почва даже при высоком содержании ила характеризуется благоприятными физическими свойствами. Дисперсная илистая фракция имеет неблагоприятные физические свойства.

**Классификация почв по гранулометрическому составу.** Фракции механических элементов слагают почвы или породы в различных количественных соотношениях. Этим объясняется большое разнообразие почв и пород в отношении гранулометрического состава.

В основу классификации почв и пород по механическому составу положено соотношение физического песка и физической глины. В настоящее время широко распространена современная классификация механического состава почв и пород Н. А. Качинского (табл. 2).

По этой классификации основное наименование по механическому составу производится по содержанию физического песка и физической глины и дополнительное — с учетом других преобладающих фракций: гравелистой (3—1 мм), песчаной (1—0,05 мм), крупнопылевой (0,05 - 01 мм), пылевой (0,01—0,001 мм) и иловой ( $<0,001$  мм).

Кроме классификации почв по содержанию физической глины и физического песка, Н.А. Качинский предложил более детальную классификацию. В зависимости от преобладания той или иной фракции: почва гравелистая, если преобладает фракция 3...1 мм, песчаная — 1,0...0,05 мм, крупнопылевая — 0,05...0,01 мм, пылевая — 0,01...0,001 мм и иловая — меньше 0,001 мм. Название преобладающей фракции добавляется к основному названию почвы. Например, почва содержит физической глины 28,1%, песка — 37%, крупной пыли — 34,9%, средней и мелкой пыли — 16%, ила — 12,1%. Эта почва должна называться легким крупнопылево-песчаным суглинком, так как первая преобладающая фракция — песок, вторая — крупная пыль, третья — пыль и ил. Краткое название состоит из названия только одной фракции. Так, суглинки и супеси делятся на пылевые и песчаные, пески — на крупно-, средне- и мелкозернистые.

Таблица 2

## Классификация почв по гранулометрическому составу (по Н.А. Качинскому)

Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм), %			Содержание физического песка (частиц > 0,01 мм), %			Краткое название почвы по гранулометрическому составу
Почва			Почва			
подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования, красноземы и желтоземы	солонцы и сильносолонцеватые почвы	подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования, красноземы и желтоземы	солонцы и сильносолонцеватые почвы	
0-5	0—5	0—5	100—95	100—95	100—95	Песок рыхлый (Пр)
5—10	5—10	5—10	95-90	95—90	95—90	Песок связанный (Псв)
10-20	10—20	10—15	90-80	90—80	90-85	Супесь (С)
20-30	20—30	15—20	80—70	80—70	85-80	Суглинок легкий (Сл)
30—40	30—45	20—30	70-60	70-55	80—70	Суглинок средний (Сср)
40—50	46—60	30—40	60—50	55—40	70—60	Суглинок тяжелый (Ст)
50—65	60—75	40—50	50—35	40—25	60—50	Глина легкая (Гл)
65-80	75—85	50—65	35—20	25—15	50-35	Глина средняя (Гср)
>80	>85	>65	<20	<15	<35	Глина тяжелая (Гт)

Так, чем тяжелее порода по гранулометрическому составу, тем она должна быть более плотной, более связной, менее водопроницаемой и т. д. И наоборот, чем более песчаная почва или порода, т. е. чем легче она по гранулометрическому составу, тем она будет менее связной, менее плотной, более водопроницаемой и т. д.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные морфологические признаки почвы.
2. Как описывается строение почвенных горизонтов?
3. От чего зависит мощность почвы и отдельных ее горизонтов?
4. Дайте классификацию гранулометрического состава почвы.
5. От чего зависит структура почвы?
6. Дайте характеристику понятиям «сложение; новообразования и включения».

#### **1.4. Происхождение, состав и свойства органической части почвы.**

##### **Источники и процесс образования гумуса, его состав и свойства.**

##### **Значение гумуса в почвообразовании и мероприятия по его накоплению.**

Органическое вещество почв — это совокупность живой биомассы, органических остатков растений, микроорганизмов и животных различной степени разложения, продуктов их метаболизма и гумуса — специфических новообразованных веществ почв. В органическом веществе аккумулируются запасы элементов питания и энергии, оно является регулятором главнейших физико-химических и биологических свойств почвы и обуславливает специфику физических свойств.

Первоисточником почвенного гумуса являются органические остатки, поступающие при отмирании живых организмов или их отдельных органов на поверхность почвы или в ее верхние слои. Остатки могут быть растительного, животного и микробного происхождения. Преобладающее значение среди органических остатков имеют остатки зеленых растений, особенно высших.

Большое влияние на направление и скорость гумусообразования оказывают химический состав разлагающихся остатков и характер их поступления в почву.

В элементарном составе органических остатков важнейшее место принадлежит углероду, кислороду, водороду и азоту. Из этих элементов построены тела растений и животных. Большую часть массы поступающих в почву веществ составляет вода. На ее долю приходится до 75 — 90% массы.

Важнейшими органическими соединениями, встречающимися в растениях и животных, являются углеводы, лигнин, азотистые вещества, жиры, воска, смолы, дубильные вещества и вещества, образующие покровные ткани. Кроме органических соединений, в состав тел растений и животных входят зольные вещества.

Зольными называются вещества, остающиеся после сжигания растительных остатков. Содержание золы в растительных остатках меняется в зависимости от вида растения, его возраста, свойств почв и т. д. В среднем оно равно 5% от веса сухого вещества растительных остатков. Количество золы возрастает с увеличением содержания в почве усвояемых веществ.

Основную массу золы составляют кальций, магний, калий, натрий, кремний, фосфор, сера, железо, алюминий, марганец, хлор. В весьма малых количествах встречаются в ней «микроэлементы» — йод, цинк, бор, фтор и др. Почти все микроэлементы имеют большое значение в жизни растений и животных.

Процессы, происходящие под непосредственным влиянием микроорганизмов совершаются одновременно, тесно переплетаются друг с другом и взаимно влияют друг на друга, поэтому определить степень участия каждого из них в процессе превращения органических остатков в целом довольно трудно.

Некоторая часть промежуточных продуктов разложения превращается в специфические сложные высокомолекулярные вещества - гумусовые кислоты. Этот процесс называется гумификацией.

Гумусообразование это процесс формирования в толще почвы особой системы органических веществ, — частный случай биохимических преобразова-

ний органических остатков в биосфере. Этот процесс развивается только в толще почвы, причем гумификация — лишь звено этого процесса. В биосфере наряду с процессом гумусообразования, являющимся неотъемлемой частью почвообразования, развиваются и другие процессы трансформации растительных остатков с формированием иных природных тел. Идет процесс торфообразования, сапропелеобразования, формирования органических компостов, в результате которых образуются массы торфа, сапропеля, компостов и т. д. Для каждого из этих процессов также характерна гумификация органических остатков.

Гумификацией следует называть лишь процесс образования особого класса органических веществ — гумусовых кислот, которые накапливаются при трансформации мертвых растительных, микробных и животных остатков в биосфере, в почве, торфе, сапропеле и других органогенных телах природы.

Возникающая система гумусовых кислот вступает во взаимодействие с зольными элементами в процессе минерализации последних, а также с минеральной частью почвы, образуя ряд органо-минеральных производных.

В различных природных условиях характер и скорость гумусообразования (разложение и гумификация органических остатков) неодинаковы и зависят от ряда взаимосвязанных факторов почвообразования.

Для накопления гумуса наиболее благоприятно сочетание в почве оптимального гидротермического и водно-воздушного режимов и некоторое периодически повторяющееся иссушение. В этих условиях происходят постепенное разложение органических остатков, достаточно энергичная гумификация их и закрепление образующихся гумусовых веществ минеральной частью почвы. Такой режим свойствен черноземам.

Не менее значительно влияние на гумусообразование гранулометрического состава и физико-химических свойств почвы. В песчаных и супесчаных почвах создается хорошая аэрация, она быстро прогревается. В глинистых и суглинистых почвах процесс разложения органических остатков при прочих равных условиях замедляется, гумусовых веществ образуется больше, они хорошо закрепляются на поверхности высокодисперсных минеральных частиц и постепенно накапливаются в почве.

Существенным источником органических веществ в пахотных почвах являются органические удобрения разного состава и растительные остатки.

**Состав органического вещества почв.** Органическое вещество почвы представляет собой сложную многокомпонентную систему, которая включает три группы веществ:

1. органические соединения исходных органических остатков, постепенно подвергающихся трансформации (белки, лигнин, липиды и др., их состав рассмотрен выше);

2. промежуточные продукты трансформации, образующиеся при разложении первой группы соединений (аминокислоты, моносахариды, уоновые, жирные и нуклеиновые кислоты, аминсахара и др.);

3. гумусовые кислоты и их производные, образующиеся в процессе гумификации органических остатков.

Эти три группы универсальны, обязательно присутствуют в любых типах

скоплений органических остатков, но соотношения между ними сильно варьируют.

Гумус - часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков.

Гумусовые вещества - это система высокомолекулярных азотсодержащих соединений циклического строения и кислотной природы. В состав гумусовых веществ входят гумусовые кислоты. Они гетерогенны по составу, т.е. содержат различные по стадии гумификации компоненты, поэтому их можно разделить на фракции с однородным типом строения, но различающиеся по химическому составу, размеру частиц, степени подвижности и роли в почвообразовании. Это особый класс органических соединений, основными параметрами которых являются элементный состав, обязательное наличие многообразных форм азота, ароматических и циклических группировок, кислых функциональных групп, специфичность электронного и ИК-спектров.

Номенклатура гумусовых кислот ведет начало от И.В. Тюрина. В настоящее время их делят по степени растворимости и экстрагируемости на три группы: фульвокислоты (ФК), гуминовые кислоты (ГК) и гумины.

В пахотных почвах при длительном и систематическом применении органических и минеральных удобрений, происходит изменение состава гуминовых кислот в зависимости от содержания гумуса.

Фульвокислоты - это желтоокрашенные высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты. Выделенные из почвы препараты фульвокислот окрашены в светло-бурые тона, а растворы их в зависимости от концентрации и степени фракционирования имеют соломенно-желтую, светло-бурую и оранжево-вишневую окраску. Они хорошо растворимы в воде, кислотах и многих разбавленных щелочных растворах, а также в ряде органических растворителей, причем водные растворы их характеризуются резко кислой реакцией (рН 2,8—3,5). Элементный состав их заметно отличается от элементного состава гуминовых кислот.

Гумины - нерастворимый остаток, представляет собой совокупность ГК и ФК, прочно связанных с минеральной частью почвы, а также полугумифицированные остатки лигнина, целлюлозы, смол, восков и других соединений.

Под **гумусовым состоянием почв** понимается совокупность морфологических признаков, общих запасов, свойств органического вещества и процессов его образования, трансформации и миграции в почвенном профиле.

Важнейшими показателями гумусового состояния почвы являются содержание, запасы, тип гумуса, обогащенность азотом, кальцием и степень варьирования этих показателей. Это состояние зависит от ряда взаимосвязанных факторов, влияющих на характер и скорость гумусообразования.

Для накопления гумуса наиболее благоприятна смена оптимального гидротермического и воздушного режима на иссушение. Так в легких почвах разложение и минерализация растительных остатков протекают быстро, конечные продукты в почве не закрепляются. В суглинках и глинах, наоборот, процессы трансформации замедлены, образующиеся гумусовые кислоты хорошо закрепляются в почвах, особенно богатых глинистыми минералами и щелочноземель-

ными металлами.

Гумус, являясь универсальной системой, регулирует почти все факторы, влияющие на формирование почвенного профиля и его плодородия. Взаимодействуя с минеральной частью почвы, гумусовые вещества и их производные участвуют в трансформации минералов. Гумус - основной источник энергии в самых разнообразных почвенных процессах. Он является аккумулятором азота, в нем содержится 80—95% почвенного азота. Этот азот имеет особое значение в решении экологических и экономических задач.

Высокогумусовые почвы характеризуются высокой биологической активностью и оптимальным, экологически сбалансированным составом микробных ассоциаций.

Гумус - источник  $\text{CO}_2$ , который выделяется при его разложении и обогащает приземный слой воздуха, что повышает продуктивность фотосинтеза, и таких элементов питания растений, как P, K, Ca, Mg, S, микроэлементы, которые накапливаются в составе гумуса в результате взаимодействия гумусовых кислот с минеральной частью почвы и освобождаются при его минерализации. Продукты гумификации играют большую роль в регулировании состава природных вод, почвенного раствора, атмосферы, являются регуляторами и стимуляторами роста и развития растений.

Гумус выполняет санитарно-защитные функции. Благодаря высокой биологической активности он разрушает остатки пестицидов; других токсикантов и загрязнителей, снимает негативное влияние избыточных доз минеральных удобрений. К основным мероприятиям по регулированию количества и состава гумуса относятся: систематическое внедрение в почву достаточно высоких норм органических удобрений в виде навоза и торфяных компостов, применение зеленых удобрений (люпин, горчица, рапс и др. культуры), использование соломы на удобрение, травосеяние, известкование кислых почв и гипсование солонцов, наиболее рациональная для данных почв система обработки, мелиорация.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Опишите происхождение и состав гумуса.
2. Какими свойствами характеризуется органическая часть почвы?
3. Назовите источники гумуса и процесс его образования.
4. Опишите состав и свойства гумуса.
5. Каково значение гумуса в почвообразовании?
6. Перечислите мероприятия по накоплению гумуса в почве.

## **1.5. Химический состав почвы. Валовой химический состав почвы. Макро - и микроэлементы, превращение питательных веществ в почве. Вредные для растений вещества в почве, их устранение**

Почва состоит из минеральных, органических и органо-минеральных веществ. Источником минеральных соединений почвы являются горные породы, из которых слагается твердая оболочка земной коры — литосфера. Органические вещества поступают в почву в результате жизнедеятельности растительных и животных организмов, населяющих почву. Взаимодействие минеральных и органических веществ создает сложный комплекс органо-минеральных соединений почв.

Минеральная часть составляет 80—90% и более массы почв и только в органогенных почвах снижается до 10 % и менее.

В составе почв обнаружены почти все известные химические элементы периодической системы Д.И. Менделеева. Их содержание в литосфере и почве колеблется в широких пределах. Литосфера состоит почти наполовину из кислорода (47,2%), более чем на четверть из кремния (27,6%), далее идут алюминий (8,8%), железо (5,1 %), кальций, натрий, калий, магний (до 2—3% каждого). Восемь названных элементов составляют более 99 % общей массы литосферы.

Такие важнейшие для питания растений элементы, как углерод, азот, сера, фосфор, занимают десятые и сотые доли процента. Наиболее распространенное соединение кремния в почвах - кварц ( $\text{SiO}_2$ ). Кремний входит также в состав силикатов.

Алюминий находится в почвах в составе первичных и вторичных минералов в форме органо-минеральных комплексов и в поглощенном состоянии (в кислых почвах)

В почвах железо встречается в составе первичных и вторичных минералов-силикатов, в виде гидроокисей и окисей, простых солей, в поглощенном состоянии, а также в составе органо-минеральных комплексов.

Фосфор содержится в органических и минеральных соединениях. Он входит в состав апатита, фосфорита и вивианита, а также находится в поглощенном состоянии в виде фосфат-аниона.

Валовое содержание  $\text{SO}_2$  в верхних горизонтах почв колеблется в широких пределах - от 0,01 до 2 % и более. Сера находится в почве в форме сульфатов, сульфидов и в составе органического вещества.

Основная часть калия в почве входит в состав кристаллической решетки первичных и вторичных минералов в малодоступной для растений форме. Некоторые из этих минералов, такие как биотит и мусковит, отдают калий довольно легко и могут служить источником мобилизации доступного калия.

Калий содержится в почве также в поглощенном состоянии (обменный и необменный) и в форме простых солей. В этой форме он легкодоступен растениям, но доля его незначительна. Основным источником калия для растений является обменный калий. При наличии значительной доли калия в малодоступной форме растения испытывают в нем недостаток.

Кальций и магний - необходимые элементы питания растений. Им при-

надлежит, так же как и калию, важная физиологическая роль. Магний входит в состав хлорофилла. Кальций имеет большое значение в создании благоприятных для растений физических, физико-химических и биологических свойств почвы.

Микроэлементами условно называют те химические элементы, которые содержатся в почве и в биологических объектах в незначительных количествах. К ним относят бор (В), марганец (Mn), молибден (Mo), медь (Cu), цинк (Zn), кобальт (Co), йод (I), фтор (F) и др.

В результате почвообразовательного процесса содержание микроэлементов и их распределение по генетическим горизонтам могут существенно изменяться. Степень изменения определяется особенностями почв и почвообразовательных процессов и свойствами самих микроэлементов.

**Радиоактивность почвы** обусловлена содержанием в ней радиоактивных химических элементов. Различают естественную и искусственную радиоактивность почв. Естественная радиоактивность вызывается естественными радиоактивными элементами.

Все естественные радиоактивные элементы делят на три группы. Собственно радиоактивные элементы, все изученные изотопы которых радиоактивны. К ним относятся три семейства последовательно превращающихся изотопов урана - радия, актиния и тория. Промежуточными продуктами распада химических элементов этих семейств являются как твердые, так и газообразные изотопы (эманации). Наибольшее значение из этой группы элементов имеют уран ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ), торий ( $^{232}\text{Th}$ ), радий ( $^{226}\text{Ra}$ ) и радон ( $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ ).

Изотопы «обычных» химических элементов, обладающие радиоактивными свойствами. К ним относятся калий ( $^{40}\text{K}$ ), рубидий ( $^{87}\text{Rb}$ ), самарий ( $^{147}\text{Sm}$ ), кальций ( $^{48}\text{Ca}$ ), цирконий ( $^{96}\text{Zr}$ ) и др. Ведущую роль в этой группе элементов играет калий: он обуславливает наибольшую величину естественной радиоактивности.

Радиоактивные изотопы, образующиеся в атмосфере под действием космических лучей, например тритий ( $^3\text{H}$ ), бериллий ( $^7\text{Be}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ) и углерод ( $^{14}\text{C}$ ).

Естественные радиоактивные элементы представлены в основном долгоживущими изотопами с большим периодом полураспада от 108 и более лет. Обычно эти изотопы находятся в крайне рассеянном состоянии. По ЕРН был определен возраст Земли. Естественная радиоактивность почв зависит главным образом от содержания урана, радия, тория и радиоактивного изотопа калия ( $^{40}\text{K}$ ). Их энергия излучения составляет около 98 % суммарной энергии излучения всех природных радиоактивных элементов.

Содержание естественных радионуклидов в объектах окружающей среды по существу прямо или косвенно определяется радиоактивностью горных пород, содержащих основную массу радиоактивных элементов.

В изверженных породах имеется тенденция к увеличению содержания урана с ростом содержания  $\text{SiO}_2$  (от ультраосновных к кислым породам). Наивысшее содержание урана среди известных пород имеют кислые сиениты и граниты. В целом радиоактивность магматических пород выше, чем осадочных. Особо высокой радиоактивностью обладают граниты, содержащие 50÷110

Бк/кг  $^{238}\text{U}$ ,  $85\div 480$  Бк/кг  $^{232}\text{Th}$ ,  $95\div 115$  Бк/кг  $^{226}\text{Ra}$  и  $1070\div 1110$   $^{40}\text{K}$ .

К гранитам пространственно тяготеют подземные радоновые воды (в корях выветривания, зонах трещиноватости и др.) с содержанием  $^{222}\text{Rn}$   $1\div 40$  кБк/дм<sup>3</sup>. Некоторые магматические породы значительно обогащены ураном и торием: так, некоторые сиениты и граниты содержат до 1250 Бк/кг  $^{238}\text{U}$  и до 400 Бк/кг  $^{232}\text{Th}$ .

Среди осадочных пород наибольшей радиоактивностью обладают глинистые сланцы (особенно битумизированные, карбонатного и фосфатного типа) и фосфатные породы. Первые могут содержать до 14760 Бк/кг  $^{238}\text{U}$  и до 80 Бк/кг  $^{232}\text{Th}$ , а вторые – до 3700 Бк/кг  $^{238}\text{U}$  и до 82 Бк/кг  $^{232}\text{Th}$ . Повышенной радиоактивностью отличаются некоторые глины, особенно квасцовые: до 3670 Бк/кг  $^{238}\text{U}$ , до 2200 Бк/кг  $^{226}\text{Ra}$  и до 1070 Бк/кг  $^{40}\text{K}$ .

Почва является наиболее распространенным на поверхности Земли природным ионнообменным материалом на границе литосферы и атмосферы – главным резервуаром радионуклидов (естественные радионуклиды – литосфера). Она является наиболее емким и самым инерционным звеном в цепочках переноса радионуклидов в биологические объекты.

В почвах, сформировавшихся на продуктах выветривания кислых горных пород, радиоактивных элементов больше, чем в почвах, образовавшихся на основных или ультра - основных породах. Почвы тяжелого механического состава содержат радиоактивных элементов больше, чем почвы легкого механического состава. Допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных источников излучения, для населения не устанавливается (п. 5.3.1. НРБ-99/2009) (СанПин 2.6.1.2523-09).

В почвенном воздухе содержатся газообразные продукты распада радиоактивных элементов - эманации. К ним относятся изотопы радона: радон ( $^{222}\text{Rn}$ ), торон ( $^{220}\text{Rn}$ ) и актинон ( $^{219}\text{Rn}$ ). Эти изотопы принадлежат к инертным радиоактивным газам. Эманации растворимы в воде. Период полураспада их у радона 3,8 дня, у торона 54,5 с, у актинона 3,9 с.

Содержание  $^{222}\text{Rn}$  в почвенном воздухе варьирует в пределах от 0,37 кБк/м<sup>3</sup> до 740 кБк/м<sup>3</sup> и зависит от радиоактивности и степени выветривания подстилающих материнских пород, структуры, текстуры и состояния почв. С содержанием  $^{222}\text{Rn}$  в почвах естественно связаны и содержания его ДПР ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$  и  $^{210}\text{Po}$ ), которые накапливаются в почве в результате распада  $^{222}\text{Rn}$  и в результате процессов осаждения.

Искусственная радиоактивность почв вызывается радиоактивными изотопами, которые образуются в результате атомных и термоядерных взрывов или являются отходами атомной промышленности.

При атомных взрывах в результате деления тяжелых ядер урана ( $^{235}\text{U}$ ,  $^{233}\text{U}$ ) и плутония ( $^{239}\text{Pu}$ ) образуется большое количество новых радиоизотопов с периодом полураспада от долей секунды до многих лет. Образующиеся радиоактивные вещества, попадая в воздушное пространство, переносятся на большие расстояния, постепенно выпадая на земную поверхность, в том числе и на почву. В результате происходит глобальное загрязнение искусственными радиоизотопами. Загрязнение отходами атомной промышленности носит локаль-

ный характер.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС (26.04. 1986 .) произошел выброс в окружающую среду радионуклидов на высоту до 7 км, что привело к распространению их на огромной территории. Суммарная активность выброса радионуклидов оценивается величиной порядка 1019 Бк. Активность выброшенного  $^{131}\text{I}$  составила  $(1,2 - 1,7) \times 10^{18}$  Бк,  $^{137}\text{Cs}$  –  $3,7 \times 10^{16}$  Бк (Аверин и др., 2009 г.).

Из разрушенного реактора в течение 10 дней после аварии было выброшено более 40 различных видов радионуклидов. В таблице 3 представлены последние оценки количества основных выброшенных радионуклидов (Kashparov, et al., 2003, Аверин, 2009).

Таблица 3

Активность основных радионуклидов, выброшенных в ходе чернобыльской аварии (с поправкой на распад на 26 апреля 1986 года)

Радионуклиды	Период полураспада	Активность выброса, ПБк
Теллур-132	3,26 дней	-1140
Йод-131	8,04 дней	-1760
Цезий - 134	2,06 лет	-47
Цезий - 137	30,0 лет	-85
Стронций - 90	29,12 лет	-10
Рутений - 103	39,3 дней	>168
Плутоний-238	87,74 лет	0,015
Плутоний - 239	24065 лет	0,013
Плутоний - 240	6537 лет	0,018
Плутоний-241	14,4 лет	-2,6
Плутоний - 242	376000 лет	0,00004

Искусственные радиоизотопы, включаясь в биологический круговорот веществ, попадают через растительную и животную пищу в организм человека, накапливаются в костях и других тканях, вызывая радиоактивное облучение. Искусственная радиоактивность почв обусловлена в основном  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Они представляют наибольшую опасность для человека из-за большого периода полураспада (29,12 лет -  $^{90}\text{Sr}$  и 30,17 лет у  $^{137}\text{Cs}$ ), высокой энергии излучения, способности легко включаться в биологический круговорот и попадать в организм человека.

Содержание и распределение  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах определяются интенсивностью и характером их выпадения из атмосферы, свойствами самих изотопов и почв и совокупностью природных условий (растительность, климат, рельеф).

На территориях характеризующихся холмистым рельефом, возможно вторичное загрязнение за счет поверхностной миграции радионуклидов с дождевыми осадками и талыми водами. В процессе водной эрозии происходит перенос  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  с жидким и твердым стоком. На задернованных участках вынос радионуклидов в 2-20 раз ниже, чем на незадернованных песчаных склонах.

Элювиальные и трансэлювиальные ландшафты являются источником поступления радиоактивных веществ в пониженные элементы рельефа.

Ветровой перенос также приводит к перераспределению радионуклидов – в зонах концентрации переносимых ветром пылевых частиц плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  в 1,5 – 2 раза выше, чем на равнинных повышенных участках.

Вертикальная миграция радионуклидов. Выпавшие на поверхность почвы радионуклиды мигрируют под воздействием природных биогеохимических процессов. Миграция радионуклидов происходит медленно – в настоящее время в слое 0-10 см содержится от 49 до 90%  $^{137}\text{Cs}$  и от 35 до 80%  $^{90}\text{Sr}$ .

С увеличением степени гидроморфизма почв вертикальная миграция радионуклидов возрастает. Наиболее быстрая миграция характерна для торфяных почв – уже через 7-8 лет после аварии  $^{137}\text{Cs}$  был зарегистрирован на глубине до 20 см.

При возделывании сельскохозяйственных культур на почвах, загрязненных искусственными радиоизотопами, они извлекаются корнями растений и накапливаются в урожае. Уменьшить поступление их в растения можно соответствующими приемами. Для этого необходимо знать содержание и поведение радиоактивных изотопов в почвах, а также закономерности их поступления в растения.

Исследованиями показано, что  $^{90}\text{Sr}$  поступает в растения интенсивнее, чем  $^{137}\text{Cs}$ , это объясняется различной степенью их закрепления в почве. Кальциелюбивые растения обычно поглощают больше  $^{90}\text{Sr}$ , чем растения, бедные кальцием. Больше всего накапливают стронция бобовые культуры, меньше – корнеплоды и клубнеплоды и еще меньше – злаковые. Растения, содержащие больше калия, больше поглощают  $^{137}\text{Cs}$ .

На почвах легких и бедных гумусом при прочих равных условиях в растения больше поступает радиоактивных изотопов, чем на почвах тяжелых и богатых гумусом. Поступление  $^{90}\text{Sr}$  в растения снижается на окультуренных почвах, при известковании и внесении удобрений. Резко уменьшают проникновение  $^{137}\text{Cs}$  в растения калийные удобрения.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Приведите основной перечень химических элементов, входящих в состав почвы.
2. Как рассчитывается валовое содержание химических элементов в почве?
3. Перечислите основные макро - и микроэлементы.
4. Как происходит превращение питательных веществ в почве?
5. Перечислите вредные для растений вещества в почве, их устранение.
6. Пути снижения радионуклидов в почве и растениях?

### **1.6. Почвенные коллоиды, их образование, состав и свойства, значение для плодородия почв**

Почва, являясь сложной полидисперсной системой, состоит из частиц различной величины. Наиболее дисперсная часть ее, представленная частицами диаметром от 0,02 до 0,0001 нм, называется почвенными коллоидами. Их коли-

чество в почве различно - от 1 - 2 до 30 - 40% к массе почвы. Образуются они путем диспергации (раздробления) более крупных частиц или конденсации многих молекул в агрегаты молекул.

Коллоиды - двухфазные системы и состоят из дисперсной фазы (массы коллоидных частиц) и дисперсионной среды (почвенный раствор). Характерными особенностями почвенных коллоидов являются очень большая суммарная и удельная поверхность и наличие двойного электрического слоя ионов на границе раздела между дисперсной фазой и дисперсионной средой.

Наличие двойного электрического слоя ионов является следствием особенностей строения коллоидов. Коллоидную частицу называют мицеллой. Ядро мицеллы состоит из агрегата недиссоциированных молекул того или иного вещества. На поверхности ядра формируется двойной электрический слой ионов (ионогенный слой), образующий границу раздела с дисперсионной средой. Этот слой образуется в результате диссоциации внешних молекул самого ядра или вследствие поглощения ионов из дисперсионной среды.

Двойной электрический слой ионов состоит из внутреннего - потенциалопределяющего слоя неподвижных ионов, прочно связанных с ядром (ковалентными связями), и внешнего - компенсирующего слоя ионов противоположного знака заряда. Ядро вместе с потенциалопределяющим слоем ионов называется гранулой.

Часть ионов компенсирующего слоя неподвижна, так как прочно связана с внутренним слоем ионов, часть подвижна и образует внешний, или диффузный, слой. Этот слой образует «облако» ионов, способных к обменным реакциям. В пределах диффузного слоя между неподвижным слоем ионов и дисперсионной средой (раствором, окружающим коллоидную частицу) возникает разность потенциалов вследствие удаления части противоионов к внешней границе диффузного слоя. Эта разность потенциалов называется дзета-потенциалом и обуславливает свободный электрический заряд коллоидной частицы. Величина дзета-потенциала колеблется от 0 до 40—60 мВ. При дзета-потенциале, равном 0, коллоид находится в незаряженном состоянии, оно называется изоэлектрической точкой коллоида. В зависимости от состава ионов потенциалопределяющего слоя различают ацидоиды, базоиды и амфолитоиды.

Ацидоидами называются отрицательно заряженные коллоиды, содержащие в потенциалопределяющем слое анионы, а в диффузном — катионы. Базоиды - положительно заряженные коллоиды, в потенциалопределяющем слое которых находятся катионы, а в диффузном слое - анионы. Амфолитоиды представляют собой коллоиды, способные менять характер диссоциации молекул двойного электрического слоя ионов в зависимости от реакции среды. Поэтому они могут вести себя или как базоиды или как ацидоиды.

По отношению к жидкой фазе коллоиды делятся на гидрофильные и гидрофобные. *Гидрофильными* называются коллоиды, способные поглощать молекулы воды, которые образуют на их поверхности многослойную пленку (гидратация коллоида). *Гидрофобные* коллоиды практически не гидратируются. Мицелла многих коллоидов имеет кристаллическое строение, часть коллоидов почвы аморфны.

Наличие электрического заряда обуславливает электрокинетические свойства, главнейшими из которых являются коагуляция и пептизация коллоидной системы. Коллоиды могут находиться в двух состояниях: золя (коллоидного раствора) и геля (коллоидного осадка).

**Коагуляция** - переход коллоида из состояния золя в состояние геля. При этом коллоиды теряют заряд и происходит слипание их в агрегаты. Коагуляция вызывается действием электролитов, ионы которых несут противоположный знак заряда. Ацидоиды коагулируют под влиянием катионов электролита, базоиды - при действии анионов. Коагулирующая способность электролитов неодинакова и зависит от валентности иона и его атомной массы.

Помимо электролитов, коагуляция коллоидов может осуществляться при взаимодействии двух коллоидных систем, несущих противоположные заряды. В результате происходит полная или частичная коагуляция коллоидов. Остающаяся в состоянии золя часть коллоидов приобретает заряд преобладающей коллоидной системы. Коагуляция коллоидов вызывается также высушиванием или замораживанием почвы, так как при этом происходит дегидратация (обезвоживание) гидрофильных коллоидов и повышение концентрации электролита в растворе, окружающем коллоиды. Наиболее легко коагулируют гидрофобные коллоиды, гидрофильные системы коагулируют труднее вследствие наличия на поверхности водной оболочки. Гели могут быть обратимыми и необратимыми. Первые возвращаются в состояние золя при удалении электролита.

**Пептизация** - переход из состояния геля в золь. Она вызывается восстановлением и повышением дзета-потенциала коллоидной системы. Пептизация почвенных коллоидов происходит при удалении избытка электролита (в случае обратимых гелей) и действием ионов  $\text{OH}^-$ , которые увеличивают заряд ацидоидов. Пептизация почвенных коллоидов происходит также при насыщении почвы высоко гидратированными катионами.

Электрокинетические свойства коллоидов имеют большое значение в почвообразовании, так как обуславливают их способность к аккумуляции и передвижению в пределах почвенного профиля, а, следовательно, к их участию в формировании аккумулятивных, элювиальных и иллювиальных горизонтов почвы.

Огромное значение имеют адсорбционные свойства коллоидов - способность поглощать катионы, анионы и целые молекулы находящихся в почвенном растворе веществ. Различают ионную и молекулярную сорбцию. Ионная сорбция носит обменный характер и заключается в обменной реакции между катионами диффузного слоя мицеллы и окружающего ее раствора.

Молекулярная сорбция - поглощение (фиксация) на поверхности мицеллы молекул каких-либо соединений.

Валовой химический состав почвенных коллоидов отличается повышенным содержанием гумуса и полуторных окислов и пониженным по сравнению с почвой количеством кремнезема. Эти отличия являются следствием особенностей химического состава главнейших компонентов почвенных коллоидов. Различают три группы коллоидов в почве: минеральные, органические и органоминеральные.

Минеральные коллоиды представлены глинистыми минералами, коллоидными формами кремнезема и полуторных окислов. Все глинистые минералы имеют кристаллическое строение, пластинчатую форму и являются типичными ацидоидами (содержат в диффузном слое катионы). Все глинистые минералы способны к коагуляции при воздействии двух- и трехвалентных катионов и легко пептизируются с образованием зелей при подщелачивании и насыщении диффузного слоя натрием.

Эти коллоиды очень устойчивы против пептизации, вследствие чего накапливаются в почвах в виде различных новообразований. Органические коллоиды представлены в почве прежде всего гумусовыми кислотами и их солями (гуматами, фульватами, алюмо- и железогумусовыми соединениями). Все они типичные ацидоиды.

Являясь гидрофильными коллоидами, они легко меняют состояние - пептизируются при действии щелочных растворов и коагулируют под влиянием двух- и трехвалентных катионов. В почве находятся в основном в состоянии гелей. Характерная особенность гумусовых веществ - очень высокая емкость обменного поглощения катионов, что обуславливает огромную роль их в общей поглотительной способности почв.

К группе органических коллоидов относятся также белковые вещества, представленные в почве в основном плазмой микроорганизмов.

Органо-минеральные коллоиды - комплекс переменного состава из высокодисперсных минералов, покрытых пленками гумусовых кислот, гуматов, фульватов, алюмо- и железогумусовых производных. Основными минералами, входящими в состав коллоидов, являются монтмориллонитовая и гидрослюдистая группы минералов, вермикулит, а также всегда сопутствующие им кристаллические и аморфные полуторные окислы и кремнезем; несколько меньше распространены каолинитовые минералы.

Химический и минералогический состав органо-минеральных коллоидов в разных почвах достаточно разнообразен и определяется характером материнской породы и растительности, участвующих в почвообразовании, природными условиями и типом почвообразовательного процесса.

В любой почве коллоиды неоднородны по своему состоянию (степени подвижности). Часть коллоидов находится в почве в свободном состоянии, не связана прочно с поверхностью более крупных гранулометрических фракций, и степень их подвижности, а, следовательно, и миграционной способности определяется составом обменных катионов.

Некоторая часть коллоидов образует пленки на поверхности более крупных гранулометрических фракций почвы, дегидратирована и неподвижна. Для их выделения необходимы дополнительные приемы обработки почвы. Особенно значительно количество прочно связанных в почве коллоидов при малом содержании их.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте понятие почвенным коллоидам.
2. Как происходит образование почвенных коллоидов.

3. Перечислите состав и свойства почвенных коллоидов.
4. Дайте понятия состояния коллоидов в виде золя и геля.
5. Каково значение коллоидов для повышения плодородия почв.

### **1.7. Поглощительная особенность почвы: ее виды, сущность и значение для плодородия почв. Понятие о почвенном поглощающем комплексе.**

#### **Емкость поглощения и факторы, ее определяющие.**

#### **Кислотность и щелочность почвы**

По К.К. Гедройцу «поглощительная способность почвы» - это способность почвы задерживать соединения или части их, находящиеся в растворенном состоянии, а также коллоидально распыленные частички минерального и органического вещества, живые микроорганизмы и грубые суспензии.

Им выделено пять видов поглощительной способности:

- а) механическая - свойство почвы, как всякого пористого тела, задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор;
- б) физическая - изменение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы;
- в) физико-химическая, или обменная,- способность обменивать некоторую часть катионов, содержащихся в твердой фазе на эквивалентное количество катионов, находящихся в соприкасающемся с нею растворе;
- г) химическая - способность анионов растворенных солей давать с катионами нерастворимые соли, выпадающие в осадок;
- д) биологическая - способность микроорганизмов и растений поглощать из почвенного раствора различные вещества.

Совокупность высокодисперсных частиц почвы, способных к реакциям обменного поглощения, К. К. Гедройц назвал почвенным поглощающим комплексом (ППК).

Основным сорбентом в почве является ее илистая фракция, в составе которой ведущее значение имеют коллоиды. Крупные фракции почвы практически не обладают обменной поглощительной способностью.

Поглощение и закрепление веществ в твердой фазе почвы происходят различными путями. Наиболее существенным механизмом поглощительной способности почвы является сорбция - поглощение ионов или молекул веществ, находящихся в растворе, почвенными коллоидами. Различают ионную (обменную) и молекулярную сорбцию.

Ряд исследователей выделяют хемосорбцию - химическую сорбцию ионов или молекул растворенного вещества на поверхности коллоидной частицы путем образования нерастворимых соединений.

Переход веществ из раствора в твердую фазу почвы осуществляется также путем образования нерастворимых в воде солей (химическая поглощительная способность).

В почве имеют место процессы склеивания твердых частиц почвы с сорбированными на их поверхности или выпавшими в осадок минеральными, органическими и органо-минеральными веществами. Особым видом поглощения

является аккумуляция катионов и анионов живыми организмами, которая названа К. К. Гедройцем биологической поглотительной способностью.

*Поглощение почвой катионов* осуществляется путем обменной ионной сорбции, необменной фиксации, химического и биологического поглощения.

Обменная сорбция - способность катионов диффузного слоя почвенных коллоидов обмениваться на эквивалентное количество катионов соприкасающегося с ними раствора.

Необменное поглощение катионов (фиксация) происходит в почве постепенно и часть обменных катионов переходит в необменную форму (не вытесняется из почвы в раствор при действии, нейтральных солей). Наиболее интенсивно фиксируются ионы калия и аммония, возможна фиксации ионов кальция, магния и водорода.

В составе обменных катионов всех почв присутствуют  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и в небольших количествах  $\text{K}^+$  и  $\text{NH}_4^+$ . Кроме того, в некоторых почвах содержатся катион  $\text{H}^+$  и  $\text{Al}^{3+}$  или  $\text{Na}^+$ . В зависимости от состава обменных катионов К. К. Гедройц разделил все почвы на две группы: почвы, насыщенные основаниями, в составе обменных катионов которых присутствуют  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ , и почвы, ненасыщенные основаниями, содержащие наряду с  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  катионы  $\text{H}^+$  и  $\text{Al}^{3+}$ .

Суммарное количество обменных катионов называется емкостью обменного поглощения катионов (емкостью поглощения почвы). Ее величина, выражаемая в м-экв на 100 г почвы, является важным показателем, характеризующим количество коллоидов, их состав и поглотительную способность почвы. Следует иметь в виду, что величина емкости обменного поглощения колеблется в почве в зависимости от реакции среды, которая определяет общую величину дзета-потенциала коллоидов. Во всех ацидоидах он возрастает при щелочной и снижается при кислой реакции.

Поэтому для сравнительной характеристики принимается величина емкости поглощения почвы при рН около 7. В разных почвах количество и состав обменных катионов, а следовательно, и емкость обменного поглощения катионов различны.

Агрономической практикой разработана система мероприятий по регулированию состава катионов и реакции почвы.

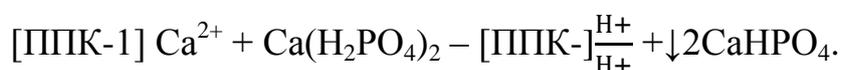
*Химическое поглощение катионов.* Катионы переходят в твердую фазу почвы в результате реакций солеобразования, при которых образуются нерастворимые в воде соединения. К таким катионам относятся  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и отчасти  $\text{Mg}^{2+}$ . При взаимодействии с растворимыми в воде сульфатами, карбонатами и фосфатами эти катионы образуют нерастворимые соединения и выпадают в осадок в твердой фазе почвы.

*Биологическое поглощение катионов.* Некоторая часть катионов почвенного раствора поглощается в почве биологически вследствие усвоения их живыми организмами - растениями, микроорганизмами. Биологическое поглощение носит избирательный характер, так как живые организмы поглощают в первую очередь катионы, необходимые для построения своих тканей. К их числу относятся калий, аммоний, кальций, железо.

*Поглощение анионов.* Анионы поглощаются почвой в разной степени в за-

висимости от природы аниона, состава коллоидов и реакции среды. Чем больше в почве амфолитоидов (коллоидных форм полуторных окислов), тем энергичнее поглощаются почвой анионы. Кислые почвы энергичнее поглощают анионы по сравнению с почвами, имеющими нейтральную или щелочную реакцию, в связи с повышенным содержанием подвижных форм полуторных окислов.

Основными видами поглощения анионов являются химическое и биологическое. Широко распространенной реакцией при поглощении анионов следует признать солеобразование - реакцию взаимодействия растворимых солей, при которой образуется новая нерастворимая в воде соль, выпадающая в твердую фазу почвы. Таким путем поглощаются сульфаты, карбонаты и фосфаты. Особенно велико значение реакций солеобразования для поглощения анионов фосфорной кислоты, которая образует с Ca, Al и Fe нерастворимые фосфаты. Образование труднорастворимых основных фосфатов кальция возможно в почвах с реакцией, близкой к нейтральной, в результате обмена с катионами кальция, находящимися в диффузном слое почвенных коллоидов:



В кислых почвах фосфаты поглощаются при взаимодействии с ионами железа, алюминия и марганца.

Таким путем в почве образуется сложная смесь водных и безводных ди- и трифосфатов кальция, в различной степени гидратированные фосфаты алюминия и железа.

Поглощение аниона фосфорной кислоты в почве усиливается при кислой реакции и при высоком содержании полуторных окислов. Гумусовые вещества снижают интенсивность поглощения фосфатов вследствие образования с полуторными окислами комплексных алюмо- и железогумусовых соединений.

Поглощение фосфатов почвой имеет положительное и отрицательное значение, так как приводит к накоплению фосфора в почве, но снижает степень его доступности растениям. Поэтому рекомендуется внесение в почву не порошковидных форм фосфорных удобрений, а гранулированных. Особенно необходим этот прием на кислых почвах, богатых полуторными окислами (подзолистые почвы, красноземы).

Большое значение имеет биологическое поглощение ряда анионов, и прежде всего  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Растения и микроорганизмы поглощают эти анионы из почвенного раствора и используют при синтезе своих тканей.

Для анионов, как и для катионов, можно вычислить емкость поглощения — суммарное количество анионов, способных к обмену. Эта величина выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы.

*Молекулярная сорбция.* Почва поглощает не только катионы и анионы, но и целые молекулы веществ. Этот вид поглотительной способности называется молекулярной сорбцией и обусловлен наличием на поверхности коллоидных частиц сил притяжения. За счет этих сил коллоиды сорбируют молекулы воды, газов и органических веществ. Дипольные молекулы воды образуют на поверх-

ности высокодисперсных твердых частиц пленку, состоящую из нескольких слоев сорбированных молекул.

Сухая почва сорбирует газы, которые образуют тонкую пленку на поверхности коллоидной частицы. При увлажнении почвы сорбированные газы вытесняются молекулами воды.

Известна молекулярная сорбция ряда органических веществ на поверхности почвенных коллоидов.

Поглотительная способность относится к одному из наиболее существенных свойств почвы, так как она участвует в процессах почвообразования и развития плодородия. Поглоительная способность регулирует питательный режим почвы, обуславливая накопление многих элементов питания растений и микроорганизмов, она же регулирует реакцию почвы, степень ее буферности, водно-физические свойства. Не менее существенно значение поглоительной способности почв в развитии частных почвообразовательных процессов. Так, интенсивность накопления продуктов почвообразования и формирование гумусово-аккумулятивных горизонтов в значительной степени обусловлена поглоительной способностью почвы.

**Кислотность и щелочность почвы.** Характерным свойством почвы является ее реакция. Она проявляется при взаимодействии почвы с водой или растворами солей и определяется соотношением свободных ионов  $H^+$  и  $OH^-$  в почвенном растворе. Концентрация свободных ионов  $H^+$  выражается величиной рН, представляющей отрицательный логарифм концентрации ионов водорода; рН 7 характеризует нейтральную реакцию, рН < 7 - кислую и рН > 7 - щелочную.

Реакция почвенного раствора в различных почвах колеблется от рН 3,5 до 8 - 9 и выше. Наиболее кислую реакцию имеют болотные почвы верховых торфяников. Кислой реакцией почвенного раствора характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы (рН 4 - 6). Черноземы имеют реакцию, близкую к нейтральной. Наиболее щелочная реакция у солончаков, особенно содовых (рН 8 - 9 и выше).

Сельскохозяйственные растения предъявляют разные требования к реакции почвы. Наиболее благоприятна слабокислая или слабощелочная реакция; отрицательно сказываются на развитии растений сильнокислая и особенно сильнощелочная реакция почвенного раствора.

С реакцией почвенного раствора тесно связана жизнедеятельность почвенной микрофлоры. В кислой среде преобладает грибная микрофлора, в нейтральной и слабощелочной - бактериальная.

Нейтральная реакция характерна для почв, не содержащих карбонатов, ППК которых полностью насыщен кальцием и магнием. Эта реакция наиболее благоприятна для развития большинства культурных растений и бактерий. Кислая реакция является следствием развития в почве кислотности, щелочная реакция - следствие щелочности почвы.

*Под кислотностью почвы* понимается свойство почвы подкислять воду и растворы нейтральных солей. Различают актуальную и потенциальную кислотность.

*Актуальной кислотностью* называется кислотности почвенного раствора. Актуальная кислотность почвенного раствора зависит от наличия в нем свободных кислот, кислых солей и степени их диссоциации. В почвенном растворе свободные минеральные кислоты в заметных количествах встречаются очень редко. В большинстве почв актуальная кислотность обусловлена угольной кислотой - и её кислыми солями и в основном определяется отношением:

Поскольку бикарбонат кальция - гидролитически щелочная соль, его присутствие в почвенном растворе ослабляет кислотность. Наличие в составе поглощенных ионов  $H^+$  и  $Al^{3+}$  повышает кислотность почвенного раствора. Величину кислотности почвенного раствора выражают в миллиграмм-эквивалентах  $H^+$ , определяемого методом титрования водной вытяжки или почвенного раствора, или в величине рН, которая определяется в растворе или водной вытяжке из почвы.

*Потенциальная кислотность* (кислотность твердой фазы) имеет сложную природу. Ее носителем являются обменные катионы  $H^+$  и  $Al^{3+}$  почвенных коллоидов.

Обменные ионы  $H^+$ , так и ионы  $H^+$  и  $Al^{3+}$  являются причиной потенциальной кислотности почвы, так как при взаимодействии почвы с растворами солей эти катионы вытесняются в раствор и подкисляют его.

Образующаяся в растворе соль хлористого алюминия относится к категории гидролитически кислых солей и в водном растворе расщепляется на кислоту и основание. В гумусовых горизонтах наибольшее значение в формировании кислотности принадлежит иону водорода, а в минеральных горизонтах - алюминию.

В зависимости от характера вытеснения различают две формы потенциальной кислотности - обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность проявляется при обработке почвы раствором нейтральной соли. Обменная кислотность наиболее ярко выражена в подзолистых и красноземных почвах (рН 3 - 4). В почвах со слабокислой, нейтральной и особенно щелочной реакцией она не проявляется.

При обработке почвы раствором нейтральной соли вытесняются не все поглощенные ионы водорода. Более полно выявляется потенциальная кислотность при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли, например  $CH_3COONa$ .

При обработке почвы раствором такой соли вследствие щелочной реакции среды происходит более полное вытеснение поглощенного водорода. Количество образующейся уксусной кислоты, определяемое титрованием, характеризует величину гидролитической кислотности. Она обычно больше обменной, так как при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли вытесняется, помимо подвижных ионов, и менее подвижная часть поглощенных ионов водорода.

*Гидролитическая кислотность* рассматривается как суммарная кислотность почвы, состоящая из актуальной и потенциальной кислотности. Величина обменной кислотности выражается в миллиграмм - эквивалентах  $H^+$  и  $Al^{3+}$ , количество которых определяется методом титрования, или величиной рН соле-

вой вытяжки, полученной при обработке почвы раствором нейтральной соли. По величине рН КС1 различают следующие градации кислой реакции: сильно-кислая рН < 4,5, кислая рН 4,6 - 5,0; слабокислая рН 5,1 - 5,5; близкая к нейтральной рН 5,6 - 6,0. Величину гидролитической кислотности (гк) выражают также в миллиграмм-эквивалентах Н<sup>+</sup> на 100 г почвы и обозначают символом Нг.

Доля участия в ППК поглощенных водорода и алюминия определяет степень насыщенности почв основаниями.

Степень насыщенности основаниями показывает, какая часть от емкости поглощения приходится на обменные основания, и в различных типах почв колеблется от 5 до 100%.

Сильно- и среднекислые почвы угнетают развитие большинства культурных растений, усиливает разрушение минералов почвы, вызывая оподзоливание последней.

Кроме того, катионы алюминия в почвенном растворе токсичны для растений. Для устранения кислотности проводят известкование почвы, при котором происходит замещение поглощенного водорода на кальций:

Бикарбонат кальция, образующийся при взаимодействии извести с углекислотой почвенного раствора, нейтрализует также свободные органические и минеральные кислоты почвы. Уменьшению кислотности и созданию благоприятных соотношений поглощенных катионов способствует систематическое применение навоза, торфокомпостов в сочетании с агротехническими приемами окультуривания почв.

Количество извести, которое необходимо внести в почву, зависит от степени кислотности и механического состава почвы и исчисляется тоннами на гектар. По нуждаемости в известковании почвы разделяются в зависимости от величины рН КС1 на сильно - (рН < 4,5), средне- (рН 4,6 - 5,0), слабонуждающиеся (рН 5,1 - 5,5) и ненуждающиеся (рН > 5,5). Для почв с рН 4,6 - 5,5 необходимо также учитывать и степень насыщенности основаниями по следующей градации: < 50% - сильно нуждаются, 50 - 70 - средне; 70 - 80 - слабо и > 80 - не нуждаются в известковании.

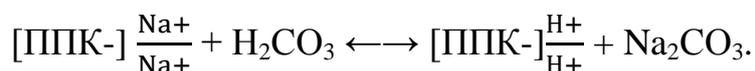
*Щелочность почв.* Различают актуальную и потенциальную щелочность. Актуальная щелочность обуславливается наличием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и др.), которые при диссоциации определяют преобладающую концентрацию гидроксил-ионов, например:



При определении актуальной щелочности различают общую щелочность, щелочность от нормальных карбонатов и от бикарбонатов.

Суммарное содержание щелочей в почвенном растворе характеризуется величиной титровальной щелочи.

Потенциальная щелочность обнаруживается у почв, содержащих поглощенный натрий. При взаимодействии такой почвы с угольной кислотой, находящейся в почвенном растворе, происходит реакция замещения, результатом которой является накопление соды и подщелачивание раствора:

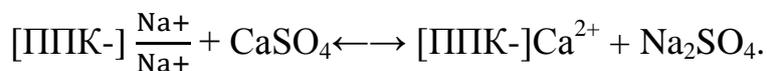


Щелочность почвенного раствора характеризуется в миллиграмм-эквивалентах кислоты, необходимой для нейтрализации ионов  $\text{OH}^-$ - раствора, обусловленных ионами  $\text{HCO}_3^-$  (щелочность бикарбонатов),  $\text{CO}_3^-$  (щелочность нормальных карбонатов) или их суммой (общая щелочность) .

Величину щелочности также выражают показателем рН почвенного раствора или водной вытяжки, выделяя слабощелочную (рН 7,2 - 7,5), щелочную (рН 7,6 - 8,5) и сильнощелочную (рН > 8,5) реакции.

Щелочность также является крайне неблагоприятным свойством почвы, так как угнетает развитие растений и микроорганизмов, усиливает пептизацию почвенных коллоидов и резко ухудшает физические свойства почвы.

Избыточную щелочность устраняют гипсованием почвы:

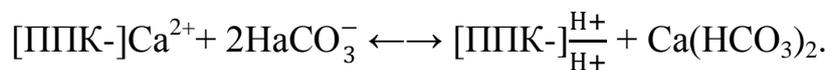


Вследствие изменения реакции почвенного раствора после известкования и гипсования почв урожай сельскохозяйственных культур значительно повышается. Норму гипса определяют в зависимости от содержания в почве обменного натрия.

Буферной способностью, или буферностью, называют способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора.

Различают буферную способность почв против изменения реакции в сторону подкисления и буферную способность против изменения реакции в сторону подщелачивания. Буферность зависит от химического состава и емкости поглощения почвы, состава поглощенных катионов и свойств почвенного раствора.

Буферные свойства почвенного раствора связаны главным образом с буферностью твердой фазы почвы, с которой раствор находится в постоянном взаимодействии. Важнейшую роль при этом играют содержание свободных карбонатов, а также количество и состав обменных катионов. При значительном содержании в ППК поглощенных  $\text{Ca}^{2+}$  или  $\text{Mg}^{2+}$  последние при появлении в растворе  $\text{H}^+$  будут обмениваться:



Буферность почвенного раствора обусловлена также присутствием в нем буферных систем, представленных смесью слабых кислот и их солей. Наибольшее значение в буферных свойствах почвенного раствора имеет система  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

Чем выше емкость поглощения почвы, тем больше ее буферная способность. Наиболее высокой буферной способностью характеризуются тяжелые хорошо гумусированные почвы.

Буферность почвы характеризуется числом миллилитров кислоты или

щелочи, которое необходимо прибавить, чтобы изменить концентрацию Н-ионов в почвенном растворе.

Так, в песчаных, супесчаных и дерново-подзолистых почвах с низкой буферностью возможны резкие сдвиги реакции почвенного раствора при внесении высоких норм физиологически кислых и физиологически щелочных удобрений, что неблагоприятно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. Для увеличения емкости поглощения таких почв и повышения их буферности необходимо систематическое внесение высоких норм органических удобрений

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте понятие поглотительной особенности почвы: ее видов, сущности и значения для характеристики плодородия почв.
2. Дайте понятие о почвенном поглощающем комплексе.
3. Что такое ёмкость поглощения.
4. Перечислите факторы, определяющие ёмкость поглощения почвы.
4. Чем отличаются актуальная и потенциальная кислотность и щелочность почвенного раствора?
5. Как можно снизить высокую кислотность и щелочность почвы?

### **1.8. Структура почвы. Макро- и микроструктура.**

#### **Виды макроструктуры. Микроструктура, ее образование и роль в формировании макроструктуры. Влияние структуры на физические свойства почвы**

Механические элементы почвы могут находиться в раздельно частичном состоянии или быть объединены под влиянием различных причин в структурные отдельные (агрегаты, комки, комочки) разной формы и размера.

Способность почвы распадаться на агрегаты называется структурностью, а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется почвенной структурой.

Различают два вида понятия структурности почвы: морфологические и агрономические. В морфологическом понимании хорошей будет всякая чётко выраженная структура: ореховатая, столбчатая, призмовидная, пластинчатая и т. п. Каждой генетически различной почве, а внутри её отдельным горизонтам присуща своя, характерная структура. Её формирование тесно связано с условиями образования данного почвенного типа.

Агрономически ценной является только такая структура, которая обеспечивает плодородие почвы. Оптимальные условия водного и воздушного режимов с мелкокомковатой и зернистой структурой.

В настоящее время почвенную структуру по размерам агрегатов подразделяют следующим образом: глыбистая (агрегаты > 10 мм); комковато-зернистая, или макроструктура (агрегаты 10-0,25 мм); микроструктура (агрегаты < 0,25 мм).

П.А. Костычевым было предложено классифицировать структуру почвы

на водопрочную (агрономически ценную) и не водопрочную.

Качественная оценка структуры определяется ее размером, пористостью, механической прочностью и водопрочностью. Наиболее агрономически ценными являются макроагрегаты размером 0,25 - 10 мм, обладающие высокой пористостью (>45%), механической прочностью и водопрочностью.

Благоприятное влияние на агрономические свойства почв оказывает и микроструктура при условии ее пористости и водопрочности. Наилучшими являются микроагрегаты размером 0,25 - 0,05 и 0,05 и 0,01 мм. Микроагрегаты размером средней пыли (0,01 - 0,005 мм) затрудняют водо- и воздухопроницаемость, способствуют повышению испаряющей способности почв.

В формировании макроструктуры почвы следует различать два основных процесса: механическое разделение почвы на агрегаты (комки) и образование прочных, не размываемых в воде отдельных частей (агрономически ценные почвенные структуры).

Указанные процессы протекают под воздействием физико-механических, физико-химических, химических и биологических факторов структурообразования.

Важная роль в структурообразовании принадлежит физико-химическим факторам - коагуляции и цементирующему воздействию почвенных коллоидов.

С агрономической точки зрения важны не столько форма структурных отдельных частей, сколько их размер, степень водопрочности и пористости.

Водопрочность приобретает в результате скрепления механических элементов и микроагрегатов коллоидными веществами (органическими и минеральными). Но чтобы отдельные части, скрепленные коллоидами, не расплывались от действия воды, коллоиды должны быть необратимо скоагулированы. Такими коагуляторами в почвах чаще всего являются двух- и трехвалентные катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .

Почвенные коллоиды, насыщенные двух- и трехвалентными катионами, могут образовать прочные структурные отдельные части, не размываемые водой.

При наличии одновалентных катионов, таких, как  $\text{Na}^+$ , необратимой коагуляции не происходит и прочной структуры не образуется.

Наиболее прочно скрепляющими веществами являются гуматы кальция (органические коллоиды).

Большое значение в образовании водопрочной структуры принадлежит и минеральным коллоидам. Однако почвенные агрегаты, образующиеся при участии только минеральных коллоидов, без гумусовых веществ, не обладают водопрочностью.

Из высокодисперсных минералов наибольшее значение в создании водопрочной структуры имеют глинистые минералы и минералы гидроокисей железа и алюминия.

Минералы гидроокисей железа и алюминия играют важную роль в оструктуривании многих красноцветных глин и красноземов.

Основная роль в структурообразовании принадлежит биологическим факторам, т. е. растительности и организмам, населяющим почву. Растительность механически уплотняет почву и разделяет ее на комки и главным образом участвует в образовании гумуса.

Наиболее сильное оструктурирующее влияние на почву оказывает многолетняя травянистая растительность. Она обладает сильноразветвленной корневой системой, которая образует при разложении большое количество связанного с кальцием гумуса, и там, где создаются благоприятные условия для развития травянистой растительности, формируются хорошо оструктурированные почвы (луговые, лугово - черноземные, черноземы и др.).

Деятельность червей в оструктурировании почв давно известна. Частицы почвы, проходя через кишечный тракт дождевых червей, уплотняются и выбрасываются в виде небольших комочков - капролитов. Эти комочки обладают высокой водопрочностью. Структура, созданная дождевыми червями, по форме легко отличима - поверхность агрегатов носит «оплавленный» характер.

Коллоидные продукты жизнедеятельности и автолиза микроорганизмов являются цементирующими веществами в почве и способствуют структурообразованию.

Наибольшей водопрочностью обладают почвы черноземной зоны, где оптимально выражены природные факторы структурообразования (мощное развитие травянистой растительности, большое содержание гумуса с преобладанием в нем гуматов кальция, высокая микробиологическая активность почв и др.). К северу и югу от указанной зоны наблюдается меньшая водопрочность структуры почвы.

Благоприятно сказывается на структурообразовании обработка почвы в состоянии ее физической спелости, и, наоборот, при обработке почвы в пересохшем состоянии она сильно распыляется, а при обработке в переувлажненном состоянии образуется глыбистая поверхность.

Следует подчеркнуть, что одной механической обработкой нельзя создать водопрочную структуру почвы.

Устойчивость структуры к механическому воздействию (связность) и способность не разрушаться при увлажнении (водопрочность) определяют сохранение почвой благоприятного сложения при многократных обработках и увлажнении. При отсутствии этих качеств структурные отдельности быстро разрушаются при обработке и выпадении дождей или орошении и почва становится бесструктурной. Во влажном состоянии такая почва заплывает, при подсыхании образует корку.

Необходимо иметь в виду, что не всякая водопрочная структура агрономически ценная. Важно, чтобы водопрочные агрегаты имели рыхлую упаковку, были пористые и обладали способностью легко воспринимать воду, чтобы в их поры легко проникали корневые волоски и микроорганизмы. При плотной упаковке агрегатов пористость их низкая (30—40%), поры тонкие, в них с трудом проникают микроорганизмы и корневые волоски. Водопрочность таких агрегатов обусловлена слабым проникновением в поры воды. Такая структура в агрономическом отношении не является ценной.

Агрономическое значение структуры заключается в том, что она оказывает положительное влияние на следующие свойства, а также режимы почв.

Физические свойства влияют на такие показатели, как пористость, плотность сложения; водный, воздушный, тепловой, окислительно - восстанови-

тельный, микробиологический и питательный режимы; физико - механические свойства - связность, удельное сопротивление при обработке, коркообразование, противозерозионную устойчивость почв.

Агрономически ценная структура, придавая почве рыхлое сложение, облегчает прорастание семян и распространение корней растений, а также уменьшает энергетические затраты на механическую обработку почвы.

В бесструктурной почве механические элементы лежат плотно, поэтому в ней образуются в основном капиллярные поры. Эти особенности строения и пористости структурных и бесструктурных почв оказывают огромное влияние на водно-воздушный и питательный режимы.

Бесструктурной почвой вода поглощается медленно, значительная часть ее может теряться вследствие поверхностного стока. При избыточном увлажнении все промежутки заполнены водой, воздух отсутствует. В этих условиях развиваются анаэробные процессы, ведущие к потерям азота в результате денитрификации, образованию вредных для растений записных форм железа и марганца, накоплению подвижных несиликатных форм полуторных окислов и к закреплению фосфора в труднорастворимые формы, т. е. создается неблагоприятный питательный режим.

При недостаточном увлажнении в почве много воздуха и кислорода, но растения испытывают недостаток в воде.

Более плотное сложение и повышенная связность бесструктурных почв повышают удельное сопротивление при их обработке и ухудшают развитие корней растений. Как отмечалось выше, структурная почва хорошо поглощает воду и резко снижает поверхностный сток, а следовательно, смыв и размыв почвы, а структурные комочки размером более 1- 2 мм устойчиво противостоят выветриванию.

Структура почвы динамична. Она разрушается и восстанавливается под влиянием различных факторов. Управление ими позволяет поддерживать почву в необходимом структурном состоянии. Причинами утраты структуры являются: механическое разрушение, физико-химические явления и биологические процессы. Важнейшими путями уменьшения механического разрушения почвенной структуры является обработка почвы в состоянии ее физиологической спелости, а также минимализация обработки.

Приемы химической мелиорации почв (известкование, гипсование и др.), приводящие к обогащению ППК обменным кальцием, способствуют и улучшению структуры.

Биологические причины разрушения структуры связаны с процессами минерализации почвенного гумуса - главного клеящего вещества при образовании структуры.

К агротехническим методам оструктуривания почв относятся посев многолетних трав, обработка почвы в спелом состоянии, известкование кислых почв, гипсование солонцов и солонцовых почв, внесение органических и минеральных удобрений.

Большое влияние на оструктуривание почвы оказывают органические удобрения - навоз, торфокомпосты, сидераты. Минеральные удобрения улуч-

шают структуру почвы, так как при этом растения развивают более мощную корневую систему и оставляют в пахотном слое много корневых и пожнивных остатков.

Улучшение структурного состояния почв возможно также с помощью искусственных структурообразователей. Внесение сополимера из метакриловой кислоты (60%) и метакриламида (40%) только в количестве 0,001% массы почвы существенно увеличивает водопрочность структуры.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение «Структура почвы».
2. Приведите размеры макро- и микроструктуры.
3. Перечислите виды макроструктуры.
4. Расскажите о микроструктуре, об ее образовании и роли в формировании макроструктуры.
5. Как влияет структура на физические свойства почвы?
6. Дайте характеристику «агрономически ценной почвенной структуры».
7. Какими приемами можно улучшить оструктуривание почвы?

### **1.9. Общие физические и физико-механические свойства почвы.**

#### **Влияние механического свойства, структуры, содержания гумуса на изменение физических и физико-механических свойств почвы.**

#### **Мероприятия по улучшению физических и физико-механических свойств почвы**

К общим физическим свойствам относятся плотность почвы, плотность твердой фазы и пористость. Плотность твердой фазы почвы — отношение массы ее твердой фазы к массе воды в том же объеме при +40С.

Зависит она от химического, минералогического состава и определяется средней плотностью веществ, составляющих данную почву, и их относительным содержанием.

Различные типы почв имеют неодинаковую плотность твердой фазы. Ее величина для минеральных почв колеблется от 2,4 до 2,8 г/см<sup>3</sup> и зависит от минералогического состава почвы и содержания органических компонентов.

Дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на алюмосиликатных породах и бедные органическим веществом, имеют плотность твердой фазы 2,65 - 2,70 г/см<sup>3</sup>.

Плотность твердой фазы малогумусированных горизонтов субтропических почв 2,7 - 2,8, богатых органическими компонентами торфяников 1,4 - 1,8 г/см<sup>3</sup>.

**Плотность почвы** - это масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Выражается в граммах на 1 см<sup>3</sup>. При определении плотности узнают массу почвы в единице объема со всеми порами, поэтому плотность почвы будет всегда меньше плотности твердой фазы ее.

На величину плотности влияют минералогический и механический состав почв, содержание в них органического вещества, структурность, сложение. Существенное влияние на плотность оказывает обработка.

Наиболее рыхлой почва бывает короткий период после обработки, а затем начинается ее уплотнение. После какого-то срока почва достигает определенной плотности, которая затем мало изменяется. Такая плотность называется равновесной (табл.4).

Таблица 4

Оценка плотности скелета почвы (по Н. А. Качинскому)

Плотность скелета почвы, г/см <sup>3</sup>	Оценка почвы суглинистого и глинистого гранулометрического состава
<1	Почва вспушена или богата органическим веществом, например, дернина в полевых и лесных почвах, мерзлая сырая почва в пахотном слое
1,0—1,1	Типичные величины для культурной свежевспаханной пашни
1,2	Пашня уплотнена
1,3—1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4—1,6	Типичная величина для подпахотных горизонтов различных почв
1,6—1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты, преимущественно подзолистых почв и солодей; горизонт краснозема. Для песчаных полевых почв характерны величины 1,3—1,5; в дерновом горизонте садовых и лесных песчаных почв может быть 1,2—1,3

Определение плотности сухой почвы ненарушенного сложения нужно обязательно проводить по генетическим горизонтам.

**Пористость** - это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы, почвы. Пористость выражается в процентах от общего объема почвы. В разных горизонтах минеральных почв пористость изменяется в широких пределах (25—80%), в гумусовых горизонтах обычно составляет 50—60%, для болотных торфяных почв 80—90%.

В зависимости от величины пор различают капиллярную и некапиллярную пористость.

Капиллярная пористость равна объему капиллярных промежутков почвы, некапиллярная - объему крупных пор. Сумма видов пористости составляет общую пористость почвы. Ее обычно вычисляют по показателям плотности почвы и плотности твердой фазы: где отношение составляет объем твердой фазы почвы, а за единицу принимается общий объем почвы со всеми ее порами. Экспериментально общую пористость определяют заполнением всех пор жидкостью, объем которой замеряют.

С общей пористостью связана водопроницаемость, воздухопроницаемость и воздухоемкость, газообмен между почвой и атмосферой.

Самые благоприятные условия увлажнения и воздухообеспеченности складываются в почвах при соотношении капиллярной и некапиллярной пористости 1:1.

По Н. А. Качинскому, пористость подразделяется на общую, пористость агрегатов, межагрегатную, капиллярную, норы, заполненные прочносвязанной водой, поры, заполненные рыхлосвязанной водой, поры, занятые воздухом (пористость аэрации). Для оценки порозности почвы Н. А. Качинский дает следующую примерную шкалу.

Порозность, %	Оценка
55-65	Культурный пахотный слой
Свыше 70	Почва вспушена
50—55	Удовлетворительная для пахотного слоя
<50	Неудовлетворительная для пахотного слоя
25—40	Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов

В агрономическом отношении важно, чтобы почвы имели наибольшую пористость капилляров, заполненную водой, и одновременно пористость аэрации не менее 15 % объема в минеральных и 30—40 % в торфяных почвах.

### **Физико-механические свойства почвы**

К физико-механическим свойствам почвы относятся пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке.

**Пластичность** - способность почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы без нарушения сплошности и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется только при влажном состоянии почвы. В зависимости от степени увлажнения характер пластичности изменяется.

Пластичность теснейшим образом связана с механическим составом почв. Глинистые почвы имеют число пластичности более 17; суглинистые - в пределах 7 - 17; супеси - меньше 7; пески непластичны (число пластичности->0).

При высоком содержании гумуса пластичность почвы уменьшается.

**Липкость** - свойство влажной почвы прилипать к другим телам. В результате прилипания почвы к рабочим частям машин и орудий увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почвы.

Величина липкости определяется силой, требующейся для отрыва металлической пластинки от влажной почвы. Липкость выражается в граммах на 1 см<sup>2</sup>. Она проявляется при увлажнении почвы, приближающемся к верхнему пределу пластичности. Высокогумусированные почвы (черноземы, дерновые) даже при высоком увлажнении (30 - 35 % от массы) не проявляют липкости.

Состав поглощенных оснований почвы в значительной мере определяет ее липкость. Увеличение степени насыщенности почвы кальцием способствует снижению величины прилипания, тогда как с возрастанием насыщенности натрием липкость почвы резко увеличивается.

На прилипание существенно влияет механический состав почвы. У глинистых почв липкость наиболее значительна, у песка она наименьшая.

Н.А. Качинский делит почвы по липкости на предельно вязкие (>15 г/см<sup>2</sup>), сильновязкие (5 - 15), средние по вязкости (2 - 5), слабовязкие (<2 г/см<sup>2</sup>).

С липкостью связано такое важное агрономическое свойство почвы, как физическая спелость. Когда у почвы при обработке исчезает свойство прилипать к сельскохозяйственным орудиям и появляется способность крошиться на комки, такое состояние влажности отвечает физической спелости. Более гумусированные почвы пригодны для обработки весной раньше, чем их малогумусные аналоги.

Кроме физической, выделяется, в зависимости от температурного режима, биологическая спелость почвы, т. е. такое ее состояние, при котором активно проявляются биологические процессы (жизнедеятельность микроорганизмов, прорастание семян и др.).

**Набухание** - это увеличение объема почвы при увлажнении. Набухание присуще мелкоземным почвам, содержащим большое количество коллоидов, и объясняется связыванием тонкими частицами почвы молекул воды (увеличением гидратных оболочек).

Величина набухания зависит от количества и качества коллоидов. Наиболее набухаемы глинистые почвы. Органические коллоиды при увлажнении также сильно увеличиваются в объеме.

Набухание почвы может вызвать неблагоприятные в агрономическом отношении изменения в поверхностном слое почвы. Вследствие набухания частички почвы могут быть настолько разделены пленками воды, что это приведет к разрушению агрегатов.

**Усадка** - сокращение объема почвы при высыхании. Величина усадки обусловлена теми же факторами, что и набухание. Чем больше набухание, тем сильнее усадка почвы. Усадку можно измерять в объемных процентах по отношению к исходному объему.

При сильной усадке в почве образуются многочисленные трещины, происходит разрыв корней растений, усиливается физическое испарение влаги.

Важнейшие технологические показатели — величина энергетических затрат, расход горючего, смазочных материалов, износ сельскохозяйственных машин и др. — определяются связностью и твердостью почвенных частиц.

**Связность** - способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить почвенные частицы. Вызывается связность силами сцепления между частицами почвы. Степень сцепления обусловлена механическим и минералогическим составом, структурным состоянием почвы, влажностью и характером ее сельскохозяйственного использования.

Наибольшей связностью характеризуются глинистые почвы, наименьшей - песчаные. Малоструктурные почвы в сухом состоянии имеют максимальную связность. Выражается она в  $\text{кг}/\text{см}^2$ .

**Твердость** - сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела (шара, конуса, цилиндра и т. д.). Измеряется твердость при помощи твердомеров и выражается в  $\text{кг}/\text{см}^2$ . Твердость почв изменяется в очень широких пределах: от 5 до 60  $\text{кг}/\text{см}^2$  и выше.

Высокая твердость - признак плохих физико-химических и агрофизических свойств почв. В этих условиях требуются большие затраты энергии на обработку, затрудняется прорастание семян, корни плохо проникают в почву. Она хуже пропускает влагу и воздух. На почвах со значительной твердостью растения развиваются плохо. Твердость почвы зависит от ее увлажнения. По мере уменьшения влажности она резко возрастает.

Заметное влияние на твердость оказывает структурность почвы. Распыленная почва при высыхании оказывает значительно большее механическое сопротивление, чем комковато-зернистая.

С твердостью связана такая важная технологическая характеристика почвы, как сопротивление ее обработке. В обычном интервале влажности сопротивление почвы при обработке находится в прямой зависимости от твердости почвы.

**Удельное сопротивление** - усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность. Удельным сопротивлением обуславливается величина силы тяги при вспашке почвы.

Выражается удельное сопротивление в килограммах на  $1 \text{ см}^2$ . В зависимости от механического состава, физико-химических свойств, влажности и агрохозяйственного состояния удельное сопротивление почвы изменяется в пределах от 0,2 до  $1,2 \text{ кг/см}^2$ .

Наименьшим удельным сопротивлением характеризуются не насыщенные основаниями почвы легкого механического состава (супесчаные и песчаные), самым большим - тяжелосуглинистые и глинистые почвы солонцового типа, содержащие свыше 20—30% натрия от емкости поглощения. Существенное влияние на удельное сопротивление оказывает увлажнение почвы. Максимальное удельное сопротивление наблюдается при влажности, близкой к влажности устойчивого завядания, минимальное - при средней увлажненности почвы.

Почвы с хорошей структурой при прочих равных условиях оказывают меньшее сопротивление при обработке, чем бесструктурные.

Общие физические и физико-механические свойства почв могут изменяться при сельскохозяйственном использовании их в результате агротехнического, химического и биологического воздействия.

Агротехнические приемы (вспашка, культивация, прикатывание и др.) значительно изменяют плотность и общую пористость пахотного и подпахотного горизонтов почв, их удельное сопротивление. В результате применения различных агротехнических приемов верхние горизонты почв приобретают благоприятное строение. Оптимальная плотность пахотного слоя почвы определяется биологическими особенностями сельскохозяйственной культуры, а также погодными условиями.

Использование различных агротехнических приемов вызывает изменение физических свойств всего корнеобитаемого слоя почвы. При постоянной глубине обработки сильно уплотняется подпахотный слой - образуется плужная подошва, которая нарушает водопроницаемость и газообмен почвы, затрудняет развитие корневой системы. Подпахотное рыхление способствует устранению неблагоприятных физических свойств почвы.

Химические приемы мелиорации изменяют состав поглощенных оснований и весь комплекс физических и физико-химических свойств почв. К наиболее распространенным химическим приемам улучшения физических свойств почв относятся известкование кислых почв, гипсование солонцов, внесение искусственных клеящих веществ (полимеров). В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность.

Биологические приемы улучшения физических свойств почв — это воздействие культурной растительности, посев сидератов, внесение органических удобрений. Химическую мелиорацию почв (известкование, гипсование) необходимо

проводить совместно с применением органических удобрений. В результате такого комплексного воздействия почва значительно изменяет плодородие.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте характеристику общих физических и физико-механических свойств почвы - пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке.
2. Как влияют механические свойства, структура и содержание гумуса на изменение физических и физико-механических свойств почвы?
3. Перечислите мероприятия по улучшению физических и физико-механических свойств почвы.

### **1.10. Водные свойства почвы и приемы их регулирования.**

#### **Роль почвенной влаги в жизни растений и почвообразовании.**

**Источники и формы воды в почве. Доступность различных форм воды растениям. Общий и полезный запас воды. Водные свойства почвы.**

#### **Приемы регулирования водных свойств почв.**

Вода — один из незаменимых факторов, определяющих жизнедеятельность организмов. Ей принадлежит важнейшая роль в выветривании горных пород и почвообразовании.

В результате перемещения водой органических, органо-минеральных и минеральных соединений формируется почвенный профиль.

Нормальное развитие растений и почвенных микроорганизмов невозможно без достаточного количества влаги. Для создания 1 г сухого вещества растения расходуют от 200 до 1000 г воды.

Вода, как терморегулирующий фактор, определяет расход тепла из почвы и растений вследствие испарения и транспирации. С влажностью почвы тесно связаны ее физико-механические свойства (твердость, крошение, липкость и др.). Передвижение влаги в почве и по ее поверхности обуславливает некоторые процессы, которые отрицательно влияют на плодородие (эрозия, вынос из верхних слоев питательных элементов).

**Свойства и формы почвенной влаги.** Поступающая в почву влага подвержена воздействию сил различной природы, под действием которых она может либо передвигаться в разных направлениях, либо задерживаться. Такими силами являются сорбционные, осмотические, менисковые и гравитационные.

В почвенной толще вода передвигается от участков с низкой концентрацией раствора к участку с более высокой концентрацией. Свойство раствора большей концентрации вызывать передвижение к себе воды из раствора меньшей концентрации, называется осмотическим всасывающим давлением раствора.

Менисковые, или капиллярные, силы обуславливаются поверхностным натяжением воды. Молекулы ее поверхностного слоя находятся под влиянием односторонне направленного притяжения, которое оказывает давление на всю массу жидкости.

Гравитационные силы главным образом влияют на влагу, сосредоточен-

ную в крупных порах почвы.

В природных условиях влияние отдельных сил на почвенную влагу очень трудно разграничивается. Для характеристики совокупности сил различной природы введено понятие термодинамического потенциала почвенной влаги. Полный термодинамический потенциал почвенной влаги является суммой четырех частных потенциалов: осмотического, гравитационного, капиллярно-сорбционного и пневматического, или потенциала внешнего газового давления.

Почва, полностью насыщенная влагой и не содержащая солей, имеет потенциал почвенной влаги, близкий к нулю. По мере иссушения потенциал возрастает и почва приобретает способность при соприкосновении с чистой водой поглощать ее, всасывать в себя. Такая способность получила название сосущей силы почвы.

Почвенная влага удерживается с различной силой, характеризуется неодинаковой подвижностью, обладает разными свойствами. По А. А. Роде почвенную воду принято делить на категории, формы и виды.

Выделяются следующие основные категории почвенной влаги, различающиеся между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности.

Кристаллизационная (конституционная) влага - отличается исключительно высокой прочностью связи и неподвижностью.

Твердая влага - лед. Неподвижная влага.

Парообразная влага - передвигается в форме водяного пара от участков с высокой абсолютной упругостью к участкам с более низкой упругостью; может пассивно передвигаться с током воздуха.

Прочносвязанная влага - весьма прочно удерживается адсорбционными силами, присущими почвенным частицам, образует на поверхности их тонкую пленку толщиной в 2—3 молекулы. Может передвигаться лишь в парообразном состоянии.

Рыхлосвязанная влага — удерживается на поверхности тонких пленок прочносвязанной воды силой ориентированных молекул (диполей воды), а также за счет гидратирующей способности обменных катионов. Образует вокруг почвенных частиц пленку, толщина которой может различной.

Свободная влага не связана силами притяжения с почвенными частицами, передвигается под действием капиллярных и гравитационных сил.

Свободная влага делится на три формы - подвешенная, подпертая гравитационная и свободная гравитационная. Для подвешенной влаги характерно отсутствие гидрологической связи с постоянным или временным водоносным горизонтом. Подпертая гравитационная влага удерживается из-за близкого залегания грунтовых вод, подпирающих снизу воду в капиллярах и более крупных порах почвы. Свободная гравитационная влага находится преимущественно в крупных порах почвы и передвигается исключительно под влиянием силы тяжести. Подвешенная форма влаги встречается в четырех видах - стыковая капиллярноподвешенная, внутриагрегатная капиллярноподвешенная, насыщающая капиллярноподвешенная, сорбционнозамкнутая.

Стыковая капиллярно-подвешенная влага находится в виде разобщенных

скоплений вокруг точек соприкосновения твердых частиц. Характеризуется отсутствием гидростатической сплошности, удерживается капиллярными силами.

Внутриагрегатная капиллярно-подвешенная влага находится в капиллярах, пронизывающих агрегаты; удерживается капиллярными силами.

Насыщающая капиллярно-подвешенная влага целиком заполняет тонкие поры почвы, удерживается капиллярными силами и силами смачиваемости первоначально сухой почвы.

Сорбционно-замкнутая влага находится в виде микроскоплений в некапиллярных порах, изолированных перемычками и пробками из связанной воды; удерживается сорбционными силами.

Подпертая гравитационная влага делится на подперто-подвешенную капиллярную и подперто - капиллярную.

Подперто - подвешенная капиллярная влага находится в мелкопористых слоях почвы, подстилаемых более легкими и более крупнопористыми слоями; удерживается капиллярными силами.

Подперто - капиллярная влага находится в капиллярах, подпираемых грунтовыми водами или верховодкой; удерживается капиллярными силами. Высота потенциального поднятия капиллярной каймы над уровнем грунтовых вод непосредственно зависит от гранулометрического состава и структуры почв, она снижается в песках и супесях до 40- 60 см и возрастает в суглинках и глинах до 2 - 7 м.

Свободная гравитационная влага встречается в двух видах - просачивающаяся и влага водоносных горизонтов.

Просачивающаяся - свободная гравитационная влага, которая передвигается при нисходящем токе под влиянием силы тяжести.

Влага водоносных горизонтов удерживается вследствие непроницаемости водоупорного слоя. При наличии в почвенном профиле горизонтов или прослоек с пониженной водопроницаемостью они могут способствовать временному образованию в период повышенного увлажнения свободной гравитационной влаги, которая называется почвенная верховодка.

Верховодка и почвенные воды обнаруживаются при бурении и копке шурфов, а также в виде «зеркала» свободной воды, т. е. водной поверхности в колодцах, скважинах и т.п. Выше «зеркала» формируется зона капиллярного насыщения, которая называется капиллярной каймой.

Границы значений влажности, характеризующие пределы появления различных категорий и форм почвенной влаги, называются почвенно-гидрологическими константами. В агрономической практике величинами почвенно-гидрологических констант характеризуются пределы доступности влаги для растений. Выделяют шесть основных почвенно-гидрологических констант, которые выражают в процентах от массы или объема почвы.

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) - наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое силами адсорбции; влага недоступна для растений.

Максимальная гигроскопичность (МГ) - наибольшее количество влаги, которое почва может сорбировать из воздуха, почти насыщенного водяным па-

ром (при относительной влажности воздуха более 94%); влага недоступна растениям.

Почвенная влажность устойчивого завядания растений (ВЗ) - влажность, при которой растения начинают обнаруживать признаки завядания, не исчезающие при перемещении растений в атмосферу, насыщенную водяными парами; нижний предел доступности растениям влаги.

Влажность разрыва капиллярной связи (ВРК) - влажность почвы, лежащая в интервале между наименьшей влагоемкостью (НВ) и почвенной влажностью устойчивого завядания растений (ВЗ), при которой подвижность подвешенной влаги в процессе иссушения резко уменьшается.

Наименьшая, или предельная полевая, влагоемкость (НВ или ППВ) - максимальное количество капиллярно - подвешенной влаги.

Капиллярная влагоемкость (КВ) - максимальное количество капиллярно - подпертой влаги.

Полная влагоемкость, или полная водовместимость (ПВ) - наибольшее количество воды, которое может содержаться в почве при заполнении всех ее пор.

Для развития растений наиболее благоприятна влажность почвы в интервале ВРК - НВ. В интервале НВ - ПВ ухудшается газообмен, и такое увлажнение является избыточным. При влажности почвы, соответствующей величинам в интервале ВРК - ВЗ, влага труднодоступна для растений, и их продуктивность при этом заметно снижается.

Содержание воды в почве определяют различными методами. Широко применяется весовой метод: навеску почвы высушивают при температуре 100—105°C и по потере в массе рассчитывают влажность в весовых или объемных процентах по отношению к сухой почве.

**Важнейшими водными свойствами почв** являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

Водоудерживающая способность - свойство почвы удерживать то или иное количество воды, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил.

Сорбция воды (способность поглощать влагу) тем сильнее проявляется в почве, чем больше ее дисперсность. Сорбция зависит от механического, минералогического и химического состава почвы, а также от ее гумусированности. Различают хемосорбцию, сорбцию парообразной воды и адсорбцию жидкой влаги.

Хемосорбция протекает при образовании новых соединений почвы, в состав которых входят молекулы воды. Энергия поглощения при хемосорбции исключительно велика, и сорбированная влага закрепляется весьма прочно.

Свойство почвы сорбировать парообразную влагу называется гигроскопичностью, а поглощенная влага — гигроскопической. Величина гигроскопичности зависит от дисперсности, минералогического состава, гумусированности и состава обменных оснований почвы. Чем тяжелее почва, чем больше в ней коллоидных частиц и гумуса, тем выше ее гигроскопичность.

Чем больше воздух насыщен парами воды, тем больше ее поглощается почвой. Когда относительная влажность воздуха приближается к 100%, почва насыщается водой до величины, называемой максимальной гигроскопичностью (МГ). Гигроскопическая влага относится к категории прочносвязанной, недо-

ступной растениям.

Почва, насыщенная влагой до состояния максимальной гигроскопичности, при соприкосновении с водой сохраняет способность притягивать новые порции ее. Такая сорбированная влага удерживается почвенными частицами с меньшей силой, чем гигроскопическая, и поэтому она получила название рыхлосвязанной воды.

Важной гидрологической характеристикой является влажность устойчивого завядания растений (ВЗ). Она может быть определена прямым методом в опытах с растениями; чаще ее определяют расчетным путем, умножая показатель МГ на коэффициент 1,5. Влажность устойчивого завядания зависит главным образом от гранулометрического состава, плотности почвы, состава поглощенных катионов, засоленности.

С увеличением плотности почвы величина влажности устойчивого завядания значительно повышается, особенно в почвах, тяжелых по механическому составу. Черноземы при одинаковом механическом составе и плотности содержат больше недоступной влаги, чем дерново-подзолистые почвы.

**Влажность устойчивого завядания** зависит не только от свойств почвы, но и от биологических особенностей растений и их возраста.

**Влагоемкость** - количество воды, характеризующее водоудерживающую способность почвы.

В зависимости от сил, удерживающих влагу в почвах, различают максимальную адсорбционную, капиллярную, наименьшую (предельную полевую) и полную влагоемкости.

**Максимальная адсорбционная влагоемкость** - наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое сорбционными силами.

**Капиллярная влагоемкость** - максимальное количество влаги, удерживаемой над уровнем грунтовых вод капиллярными (менисковыми) силами. Она выражается в процентах от массы или объема почвы. Величина капиллярной влагоемкости, помимо мощности слоя, зависит от того, на какой высоте от зеркала грунтовых вод находится слой почвы: чем меньше эта высота, тем больше капиллярная влагоемкость. Величина ее обусловлена общей и капиллярной пористостью, а также плотностью почвы.

**Наименьшая влагоемкость** соответствует такой влажности, которая сохраняется в почвогрунте, не испытывающем капиллярного подтока влаги после стекания избыточной воды, поступающей к поверхности почвы. Это максимальное количество воды, фактически удерживаемое почвой в природных условиях в состоянии равновесия, когда устранено испарение и дополнительный приток воды. Величина наименьшей влагоемкости зависит от гранулометрического, минералогического и химического состава почвы, ее плотности и пористости.

Когда в почве все поры заполнены водой, наступает состояние увлажнения, называемое полной влагоемкостью. При полной влагоемкости влага в почве, находящаяся в крупных промежутках между твердыми частицами, непосредственно удерживается зеркалом грунтовых вод или водоупорным слоем. Практически в почвах, насыщенных водой до состояния полной влагоемкости,

5 - 8% порового пространства заполнено «защемленным воздухом».

Учитывая это, водовместимость можно рассчитать по общей пористости почвы за вычетом объема «защемленного воздуха».

Если отсутствует водоупорный слой и влага в почве не подпирается грунтовыми водами, излишек ее сверх уровня полевой влагоемкости стекает («проваливается») в глубокие горизонты. Разница между полной и наименьшей влагоемкостью называется максимальной водоотдачей.

Водопроницаемость - способность почвы воспринимать и пропускать через себя воду. В первый момент поступления воды в ненасыщенную почву вода впитывается и передвигается в вертикальном и горизонтальном направлениях под влиянием градиентов сорбционных и менисковых сил, а также гидростатического напора. Чем тяжелее почва по гранулометрическому составу, чем больше в ней тонко - капиллярных пор, чем она суше, тем больше воды впитывается.

Различают две стадии водопроницаемости - впитывание и фильтрацию. Если поры почвы лишь частично заполнены водой, то при поступлении воды наблюдается ее впитывание в толщу почвогрунта; когда почвенные поры полностью насыщены водой, происходит фильтрация воды, т. е. движение в условиях сплошного потока жидкости. Этот процесс характеризуется коэффициентом впитывания.

В природе чаще наблюдается движение влаги при неполном насыщении пор водой. Фильтрация может проявляться лишь при выпадении большого количества осадков, бурном снеготаянии или при орошении большими нормами. Прохождение воды через водонасыщенные (до полной влагоемкости) слои почв или грунта под влиянием сил гравитации и градиента напора называется фильтрацией и характеризуется коэффициентом фильтрации.

Окончанием впитывания и началом фильтрации в полевых условиях можно считать установление равновесного расхода воды.

После прекращения поступления воды сверху происходит перераспределение ее в почвенно-грунтовой толще - стекание в нижние горизонты и слои. Процесс характеризуется коэффициентом водоотдачи. Эти коэффициенты применительно как ко всей изучаемой толще, так и к отдельным горизонтам и слоям необходимо знать при решении мелиоративных задач (определение метода и нормы полива, междурядного расстояния, глубины промачивания и т. п.).

Водопроницаемость заметно изменяется на почвах разного гранулометрического состава: в тяжелых почвенных грунтах она при прочих равных условиях меньше, чем в легких. Водопроницаемость окультуренных почв, отличающихся высокой - пористостью, обычно выше, чем у целинных и неокультуренных распыленных почв.

Водопроницаемость выражают в миллиметрах водного столба за единицу времени (это удобно потому, что осадки и испарение выражают в миллиметрах), а также в сантиметрах, литрах или кубометрах в единицу времени: секунды, минуты, часы, сутки.

**Водоподъемная способность** - это свойство почвы вызывать капиллярный подъем влаги. Стенки почвенных капилляров хорошо смачиваются водой, поэтому в них создаются вогнутые мениски, на поверхности которых развива-

ется поверхностное натяжение. Величина его зависит от радиуса капилляров. Водоподъемная способность определяется агрегатностью, механическим составом и сложением почвы, обуславливающими ее пористость. Чем тоньше поры почв, тем выше поднимается в них вода. Это правило нарушается в плотных тяжелых почвах, в которых высота капиллярного подъема уменьшается из-за заполнения поровых пространств связанной водой. Максимальная высота капиллярного подъема для песчаных почв 0,5—0,7 м, для суглинистых 3—6 м.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основанные водные свойства почвы.
2. Опишите роль почвенной влаги в жизни растений и почвообразовании.
3. Источники и формы воды в почве.
4. Опишите доступность различных форм воды растениям.
5. Назовите приемы регулирования содержания влаги в почве.

### **1.11. Водный режим почв. Баланс воды в почве. Пути регулирования водного режима почв. Почвенный раствор, его образование, состав, свойства. Роль почвенного раствора в почвообразовании и плодородии почвы.**

Водным режимом называется совокупность всех явлений поступления влаги в почву, ее передвижения, удержания в почвенных горизонтах и расхода из почвы. Основные источники увлажнения почвы - осадки и грунтовые воды. Влага в почве постоянно движется - поглощается растениями, испаряется в воздух, перемещается в глубокие горизонты. Временами наблюдается ее аккумуляция в почве в результате конденсации паров воды, восходящих токов из глубоких горизонтов и других статей водного баланса.

Водный баланс — количественное выражение водного режима почв. Водный баланс рассматривается как итог, учитывающий начальные и конечные запасы влаги в почве и все статьи прихода и расхода ее за определенный период. Принимая во внимание основные статьи прихода и расхода влаги в почве, общее уравнение водного баланса выражают формулой:

$$W_0 + O_c + W_{\Gamma} + W_k + W_{\text{пр}} + W_{\text{б}} = E_{\text{исп}} + E_{\text{т}} + W_{\text{и}} + W_{\text{п}} + W_{\text{с}} + W_1,$$

где  $W_0$  — запас влаги в почве в начале наблюдения;  $O_c$  — сумма осадков за весь период наблюдения;  $W_{\Gamma}$  — количество влаги, поступающей из грунтовых вод;  $W_k$  — количество влаги, конденсирующейся из паров воды;  $W_{\text{пр}}$  — количество влаги, поступающей в результате поверхностного притока воды;  $W_{\text{б}}$  — количество влаги, поступающей от бокового притока почвенных и грунтовых вод;  $E_{\text{исп}}$  — количество влаги, испарившейся с поверхности почвы за весь период наблюдения; физическое испарение;  $E_{\text{т}}$  — количество влаги, расходуемой на транспирацию (десукция);  $W_{\text{и}}$  — влага, инфильтрующаяся в почвенно-грунтовую толщу;  $W_{\text{п}}$  — количество воды, теряющейся в результате поверхностного стока;  $W_{\text{с}}$  — влага, теряющаяся при боковом внутрипочвенном стоке;  $W_1$  — запас влаги в почве в конце периода наблюдения.

Величина левой части уравнения — приходные статьи баланса, правой части — расходные.

В большинстве случаев не наблюдается прогрессирующего увлажнения или иссушения территории, и уравнение водного баланса равно нулю: приход и расход воды в почве равны между собой.

Водный баланс характеризуется годовыми циклами, когда через годичный период процессы поступления и расхода влаги повторяются.

Если в климате не отмечается существенных изменений, запасы воды в начальный и конечный периоды цикла можно принять за равные величины:  $V_0 = V_1$ . Для склоновых элементов рельефа количество влаги, поступающей от бокового притока почвенных и грунтовых вод, равно количеству влаги, теряющейся при боковом стоке:  $V_b = V_c$ . Содержание конденсирующейся в почве влаги по сравнению с другими статьями баланса очень мало и в практических расчетах не принимается во внимание ( $V_k \rightarrow 0$ ).

С учетом сделанных допущений уравнение водного баланса приобретает следующий вид:

$$O_c + V_g + V_{пр} = E_{исп} + E_t + V_i + V_p$$

Водный баланс может быть составлен применительно к разным почвенным слоям, всей толще почвы или до определенной глубины. Вычисление водного баланса может быть выполнено в различных единицах. Чаще всего запасы влаги, статьи прихода и расхода ее в почве вычисляют в миллиметрах водного слоя в кубических метрах на 1 га.

Содержание влаги вычисляют отдельно для каждого генетического горизонта почвы, так как плотность и влажность сильно изменяются по различным слоям почвенного профиля. Запасы воды в отдельном генетическом горизонте определяют по формуле:

$$V = a \times dv \times H,$$

где  $V$  — запас воды ( $m^3$  на гектар) для слоя  $H$ ;  $a$  — весовая влажность, %;  $dv$  — плотность,  $г/см^3$ ;  $H$  — мощность горизонта, см.

Для пересчета запасов воды, вычисленных в  $m^3/га$ , в миллиметры водного слоя, необходимо ввести коэффициент 0,1, так как запас воды в 1 мм водного слоя равен запасу в  $10 m^3$  воды на гектар.

Запасы воды в почве, учитываемые в течение вегетационного периода, позволяют судить об обеспеченности влагой сельскохозяйственных растений.

При вычислении запасов воды и составлении годового водного баланса необходимо правильно определить суммарную мощность почвенно-грунтовой толщи, к которой относятся расчеты.

Расчетная мощность почвогрунтов прежде всего определяется глубиной проникновения корневой системы. Корни лесных и плодовых многолетних растений распространяются на глубину 6 - 10 м, корни некоторых травянистых многолетников (люцерна, верблюжья колючка и др.) 4 - 6 м; корни злаковых растений распространяются до 1,5 - 2 м.

При составлении годового водного баланса необходимо также учитывать глубину залегания грунтовых вод. Принимая во внимание капиллярный подъем влаги в тонкопористых почвогрунтах на высоту 4 - 6 м, расчеты по водному балансу при залегании уровня грунтовых вод на 5 - 10 м следует вести на всю эту толщу, т.е. до уровня грунтовых вод.

Когда грунтовые воды залегают глубоко и нет капиллярного влияния их на почвенную толщу, мощность ее определяется слоем ежегодного промачивания осадками. В этом случае мощность толщи превышает у черноземов суглинистых 2 - 2,5 м.

В агрономической практике важно учитывать общий и полезный запасы воды в почве.

**Общий запас воды (ОЗВ)** - суммарное ее количество на заданную мощность почвы, выраженное в кубических метрах на 1 га (или миллиметрах водяного столба).

**Полезный запас воды в почве (ПЗВ)** - суммарное количество продуктивной, или доступной растениям, влаги в толще почвогрунта.

Чтобы рассчитать полезный запас влаги в почве, нужно вычислить ОЗВ и запас труднодоступной влаги (ЗТВ). Последний в почве вычисляют аналогично общему запасу, но вместо полевой влажности по тем же горизонтам берут влажность устойчивого завядания растений (ВЗ).

Разность между ОЗВ и ЗТВ дает количество полезной воды в почве:

$$\text{ПЗВ} = \text{ОЗВ} - \text{ЗТВ}.$$

По А. М. Шульгину оптимальный запас продуктивной влаги в метровом слое почвы в период вегетации находится в пределах от 100 до 200 мм, а в пахотном слое - от 20 до 50 мм.

*Типы водного режима почв.* Водный баланс складывается неодинаково для различных почвенно-климатических зон и отдельных участков местности. В зависимости от соотношения основных статей годового водного баланса может наблюдаться несколько типов водного режима почв. Численное значение годового водного баланса прежде всего определяется соотношением величины инфильтрации (Ви) и количества испаряющейся из почвы влаги (Еисп).

Применительно к различным природным условиям установлены четыре типа водного режима - промывной, периодически промывной, непромывной и выпотной.

**Промывной** (пермацидный) тип водного режима почв характерен для местностей, где сумма годовых осадков (Ос) больше величины испаряемости. В таких условиях избыток осадков будет проникать в глубокие слои почвы вплоть до грунтовых вод. Тогда поступление воды из грунтовых вод к поверхности почвы будет меньше количества воды, инфильтрующейся в почвенно-грунтовую толщу.

Отношение количества осадков к испаряемости называется годовым коэффициентом увлажнения (КУ). Для промывного типа водного режима  $\text{КУ} > 1$ .

Почвенная толща ежегодно подвергается сквозному промачиванию до

грунтовых вод, так как нисходящие токи преобладают над восходящими.

Промывной тип водного режима характерен для большинства почв таежно-лесной зоны, влажных субтропических и некоторых других почв.

Непромывной, или замкнутый (импермацидный), тип водного режима почв свойствен местностям, где влага осадков распределяется только в верхних горизонтах и не достигает грунтовых вод. Почвенная влага находится как бы в подвешенном положении. Грунтовые воды залегают в таких местностях глубоко, и их капиллярная кайма не достигает почвенного слоя, увлажняемого осадками.

**Периодически промывной тип водного режима** характеризуется чередованием ограниченного промачивания толщи почвогрунта (непромывные условия) и сквозного промывания ее (промывной тип водного режима). Такой тип водного режима присущ серым лесным почвам, оподзоленным почвам депрессий степной зоны и некоторым другим.

**Выпотной (экссудатный)** тип водного режима отличается преобладанием восходящего потока влаги в толще почвогрунта. Этот режим проявляется при неглубоком залегании грунтовых вод (до 5 - 7 м).

В таких условиях грунтовые воды по капиллярам сообщаются с корнеобитаемым слоем и даже с поверхностью почвы. Влага в почвенном профиле находится в капиллярноподпертом состоянии.

Выпотной тип водного режима характерен для гидроморфных солончаков, пойменных, плавневых и некоторых других почв. Для таких почв испарение превышает сумму осадков, а дефицит влаги погашается подтоком грунтовых вод.

Одним из показателей влагообеспеченности территории в вегетационный период является **гидротермический коэффициент**. Гидротермическим коэффициентом (ГТК) называется отношение количества осадков (мм) за период с температурами воздуха выше 10°C к сумме активных температур (выше 10 °C) за тот же период, уменьшенной в 10 раз. Чем ниже ГТК, тем засушливее местность.

При гидротермическом коэффициенте более 10 развиваются лесные ландшафты, менее 7 - травянисто-кустарниковые, от 7 до 10 - переходные ландшафты. Эта закономерность проявляется во всех географических поясах, кроме тех, где ощущается острый недостаток тепла и различия в увлажнении отступают на второй план.

Регулирование водного режима основывается на учете климатических и почвенных условий, а также потребностей выращиваемых культур в воде.

Для создания оптимальных условий роста и развития культурных растений необходимо стремиться к уравниванию количества влаги, поступающей в почву, с ее расходом на транспирацию и физическое испарение, т. е. созданию коэффициента увлажнения, близкого к единице. Это достигается осушением избыточно влажных почв и орошением почв засушливых областей.

Регулируя плотность пахотного слоя, можно либо сохранить влагу в почве, либо увеличить расход ее путем физического испарения.

Восстановление структуры увеличивает содержание в почве подвешенной и подпертой воды, а также доступной растениям влаги.

При регулировании водного режима почв учитываются прежде всего

транспирационные свойства выращиваемых культур.

Транспирация в условиях избытка влаги в почве (выше предела, определяемого по наименьшей влагоемкости) замедляется из-за недостатка кислорода. В интервале влажности почвы от полевой влагоемкости до влажности разрыва капилляров растение развивается нормально, оптимальная транспирация обеспечивает максимальный рост сельскохозяйственных культур.

При влажности ниже влажности устойчивого завядания транспирация падает из-за отсутствия доступной влаги.

В конкретных почвенно-климатических условиях разрабатываются способы регулирования водного режима почв. Почвы болотного типа, а также участки почв с близким залеганием грунтовых вод нуждаются в осушительных мелиорациях - устройстве закрытого дренажа или использовании открытых дренажей для отвода избыточной влаги.

Улучшению водного режима слабодренированных территорий зоны избыточного увлажнения способствуют планировка поверхности почвы и нивелировка микро- и мезопонижений, в которых весной и после летних дождей наблюдается длительный застой воды.

На почвах с временным избыточным увлажнением для удаления - избытка влаги целесообразно с осени делать гребни. Высокие гребни способствуют увеличению физического испарения, а по бороздам происходит поверхностный сток воды за пределы поля.

Все приемы окультуривания почвы (создание глубокого пахотного слоя, улучшение агрегатности, увеличение общей пористости, рыхление подпахотного горизонта и др.) повышают ее влагоемкость и способствуют накоплению больших продуктивных запасов влаги в корнеобитаемом слое.

В зоне неустойчивого увлажнения регулирование водного режима направлено на максимальное накопление влаги в почве и на рациональное ее использование. Одним из наиболее распространенных способов влагонакопления является задержание снега и талых вод. Для этого используются стерня, кулисные растения, валы из снега и др. Для уменьшения поверхностного стока воды применяются зяблевая вспашка поперек склонов, обвалование, ячеистая обработка почвы и другие приемы.

Под влиянием лесных полос сокращается непродуктивное испарение влаги с поверхности почвы, что также улучшает водообеспеченность полей. Наиболее эффективны ажурные и продувные лесные полосы.

Эффективному использованию влаги, накопленной в почве, способствуют многие агротехнические приемы. Поверхностное рыхление почвы весной, или «закрытие» влаги боронованием, позволяет избежать ненужных потерь ее в результате физического испарения. Послепосевное прикатывание почвы изменяет плотность поверхностного слоя пахотного горизонта по сравнению с остальной его массой. Создаваемая разность плотностей почвы вызывает капиллярный подток влаги из нижележащего слоя и способствует конденсации водяных паров воздуха. В сочетании с увеличением контакта семян с почвенными частицами все явления, связанные с прикатыванием, усиливают прорастание семян и обеспечивают потребность растений в воде ранней весной.

В пустынно-степной и пустынной зонах основной способ улучшения водного режима - орошение. Большое значение в улучшении водного режима почв зоны недостаточного увлажнения имеет введение чистых паров и особенно черных паров. Наибольший эффект чистого пара, как агротехнического приема накопления влаги, проявляется в степной зоне и южной лесостепи. Весьма эффективным средством повышения запасов продуктивной влаги в почвах засушливых районов имеют кулисные пары.

Главными условиями, определяющими интенсивность и направленность окислительно-восстановительных процессов, являются состояние увлажнения и аэрации почв, а также содержание в них органического вещества и температура, при которой протекают биохимические реакции.

Для количественной характеристики окислительно-восстановительного состояния почвы (так же как и других сред) пользуются определением величины окислительно-восстановительного потенциала, который отражает суммарный эффект разнообразных окислительно-восстановительных систем почвы в данный момент.

Окислительно-восстановительным потенциалом почвы (ОВП) называют разность потенциалов, возникающую между почвенным раствором и электродом из инертного металла (платины), помещенным в почву.

Знание величины ОВП позволяет судить об общей направленности окислительно-восстановительных процессов и определять необходимость применения мероприятий по регулированию окислительно-восстановительного режима почвы.

Основные приемы регулирования ОВ-режимов — воздействие на оптимизацию водного, воздушного режима и структурное состояние почвы.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Как складывается водный режим различных типов почв.
2. Опишите пути регулирования водного режима почв.
3. Расскажите об образовании, составе и свойстве почвенного раствора.
4. Роль почвенного раствора в почвообразовании и плодородии почвы.

### **1.12. Почвенный воздух и воздушный режим почвы. Состав почвенного воздуха и газообмен в почве. Воздушные свойства почвы, его роль в почвообразовании. Регулирование воздушного режима почвы**

*Воздушные свойства и воздушный режим почв.* Почвенный воздух - важнейшая составная часть почвы. К воздушным свойствам почв относятся воздухоемкость и воздухопроницаемость.

Почвенный воздух занимает все поры почвы, в которых нет воды. Следовательно, количество его зависит от пористости и влажности почвы. Чем выше пористость и меньше влажность почвы, тем больше воздуха содержится в ней.

Воздухоемкость - та часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности. Так как влажность и пористость почвы не остаются без изменения, то и воздухоемкость также представляет собой величину динамичную.

Особое значение имеет воздухоемкость почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости. Это очень важный показатель для каждой почвы, который зависит, прежде всего, от ее структурного состояния. Воздухоемкость обеспечивает нормальную аэрацию почв, если ее величина превышает 15% от объема почвы.

Воздухопроницаемость - способность почвы пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость - неперемное условие газообмена между почвой и атмосферным воздухом. Чем она полнее выражена, тем лучше газообмен, тем больше в почвенном воздухе содержится кислорода и меньше углекислого газа.

Сильное влияние на поглощение  $O_2$  и выделение  $CO_2$  почвой оказывает тепловой режим. Летом почва поглощает кислорода и выделяет углекислого газа в несколько раз больше, чем ранней весной и поздней осенью.

Газообмен, или аэрация, - процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным. Газообмен осуществляется через воздухоносные поры почвы, сообщающиеся между собой и с атмосферой. К факторам, вызывающим аэрацию, относятся: диффузия, изменение температуры почвы и барометрического давления, поступление влаги в почву с осадками или при орошении, влияние ветра, изменение уровня грунтовых вод или верховодки.

Диффузия - перемещение газов в соответствии с их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе кислорода меньше, а углекислого газа больше, чем в атмосфере, то под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления кислорода в почву и выделения  $CO_2$  в атмосферу.

Диффузия газов через почву сильно зависит от градиента их концентрации и пористости аэрации.

В почве диффузия газов идет через поры аэрации, т. е. поры, занятые воздухом. Однако пористость аэрации, вычисленная обычным способом (разность между общей пористостью и влажностью почвы в объемных процентах), включает не только поры аэрации, но и поры, занятые заземленным воздухом, через которые газообмен не происходит. Такие поры имеются во всех почвах, но суммарный их объем больше в тяжелых бесструктурных почвах. Состояние газообмена связано не только с суммарным количеством пор, но и с их размером, что зависит, прежде всего, от структуры почвы. В структурной почве даже при насыщении ее водой до капиллярной влагоемкости сохраняется достаточное количество крупных межагрегатных пор аэрации, которые обеспечивают нормальный газообмен. При увлажнении бесструктурной почвы до полной капиллярной влагоемкости все ее поры оказываются заполненными водой, и аэрация прекращается.

Оптимальный воздушный режим имеет важное значение в жизни почвы и произрастающих на ней растений. Поэтому можно ожидать высокого агротехнического эффекта от тех приемов обработки почвы и ухода за растениями, которые создают хорошую аэрацию почвы, конечно, при одновременном благоприятном сочетании других факторов жизни растений.

Осушение избыточно влажных почв и создание оптимальных условий аэрации повышают продуктивность не только сельскохозяйственных культур, но и лесных насаждений. Большое значение в создании оптимального воздуш-

ного режима почвы имеет улучшение ее физических свойств и структуры.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте характеристику воздушного режима почвы.
2. Что входит в состав почвенного воздуха?
3. Как происходит газообмен в почве?
4. Расскажите о роли воздуха в почвообразовании.
4. Как можно регулировать воздушный режим почвы.

### **1.13. Тепловые свойства и тепловой режим почвы, источники тепла.**

#### **Роль теплового режима в почвообразовании и жизни растений.**

#### **Регулирование теплового режима почвы. Понятие о плодородии почвы.**

#### **Категории плодородия почвы**

Тепловой режим играет большую роль в почвообразовании, так как с ним связана энергия происходящих в почве биологических, химических, физических и биохимических процессов. Он непосредственно влияет на рост и развитие растений. Температура почвенных горизонтов - основной показатель ее теплового режима.

С температурой почвы связаны растворимость в воде минеральных соединений, кислорода и углекислого газа, скорость поступления в растения питательных элементов и влаги.

Температура почвы имеет первостепенное значение в жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Оптимальные условия для развития большинства почвенных микроорганизмов создаются при 25 - 30° С.

Лучистая энергия Солнца, поглощаясь поверхностью почвы и превращаясь в тепловую энергию, может аккумулироваться, передвигаться от слоя к слою или излучаться с поверхности благодаря проявлению тепловых свойств почвы.

Основными тепловыми свойствами почвы являются теплопоглощительная способность, теплоемкость и теплопроводность.

Теплопоглощительная способность проявляется в поглощении почвой лучистой энергии Солнца. Поэтому теплопоглощительную способность называют также лучепоглотительной и она обычно характеризуют величиной альбедо (Л), которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва.

Альбедо представляет собой количество коротковолновой солнечной радиации, отраженное поверхностью почвы и выраженное в процентах от общей величины солнечной радиации, достигающей поверхности почвы.

Для идеально отражающей поверхности альбедо будет 100%, а для абсолютно черного тела, целиком поглощающего поступающую лучистую энергию Солнца, эта величина будет стремиться к нулю.

Альбедо является важнейшей тепловой характеристикой, зависящей от цвета почвы, ее структурного состояния, влажности и выровненности поверхности. Зависит от особенностей растений, цвета листьев и стеблей.

Теплоемкость - свойство почвы поглощать тепло. Различают удельную и объемную теплоемкость почвы. Она зависит от минералогического, грануло-

метрического состава и влажности почвы, а также от содержания в ней органического вещества.

Удельная теплоемкость для большинства минеральных почв в абсолютно сухом состоянии колеблется в сравнительно узких пределах - 0,7123 - 0,838. По мере повышения влажности - теплоемкость песчаных почв возрастает до 2,933, глинистых - 3,352, а торфянистых - до 3,771. Глинистые почвы более влагоемки и весной медленно прогреваются. Поэтому они называются «холодными» почвами. Легкие почвы (песчаные, супесчаные) весной прогреваются быстрее, вследствие чего их называют «теплыми».

Теплопроводность почвы - способность ее проводить тепло. Теплопроводность измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит в секунду через  $1 \text{ см}^2$  почвы слоем 1 см.

В почве тепло передается различными путями: через разделяющие твердые частицы воду или воздух; при контакте частиц между собой; излучением от частицы к частице; конвекционной передачей тепла через газ или жидкость.

На величину теплопроводности влияют химический и механический состав, влажность, содержание воздуха, плотность и температура почвы.

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

Гранулометрический состав почв оказывает непосредственное влияние на величину теплопроводности. Она тем больше, чем крупнее механические элементы почвы. Прямое влияние на теплопроводность оказывает степень увлажнения почвы.

Для оценки скорости выравнивания температуры горизонтов почвы используют понятие температуропроводности. Она определяется изменением температуры в  $1 \text{ см}^3$  почвы вследствие поступления в него некоторого количества тепла, протекающего за секунду через  $1 \text{ см}^2$  поперечного сечения при разности температуры, равной  $1^\circ\text{C}$ , на расстояние 1 см.

Под тепловым режимом почвы понимают совокупность всех явлений поступления, передвижения и отдачи тепла почвой. Основным показателем этого режима - температура почвы. Поэтому тепловой режим часто называют температурным. Определяется он температурой почвы на различных глубинах и в разные сроки.

Лучистая энергия поступает к поверхности почвы в течение года и суток с неодинаковой интенсивностью, поэтому различают годовой и суточный ход температуры почвы.

Каждый тип почвы имеет определенный годовой ход температурных кривых на различной глубине почвы.

На тепловой режим влияют климат, растительность, рельеф, снеговой покров, а также механический состав, влажность и цвет почвы. Температурный режим почв обуславливается их географическим положением, с которым связано поступление лучистой энергии к поверхности почвы, и проявлением основных тепловых свойств почвенных горизонтов - теплопоглощительной способности, теплоемкости и теплопроводности.

Температура почвы оказывает непосредственное влияние на развитие

растений, особенно корневой системы.

Отдельные сельскохозяйственные культуры по разному реагируют на температурный режим почвы. Так, наибольшая масса клубней картофеля образуется при температуре почвы около 15 - 18° С, а наиболее высокий урожай томатов получают при температуре почвы 30 - 35° С.

Температура поверхности почвы, лишенной растительности, днем значительно выше, чем покрытой растительностью, и градиент суточной температуры шире.

Экспозиция склонов и их крутизна определяют разницу в количестве тепла, получаемого от солнечной радиации. Почвы на южных, юго-западных и юго-восточных склонах прогреваются лучше, чем на северных, северо-западных и северо-восточных склонах и выровненных пространствах.

Сильно влияет на температурный режим снеговой покров: препятствует глубокому промерзанию почвы, уменьшает потерю тепла из нее вследствие излучения. Почвы, покрытые растительностью (озимыми, травами), промерзают меньше, чем вспаханные под зиму. Древесная растительность также влияет на сроки и глубину промерзания и оттаивания почв. Зимой под лесными посадками температура всегда выше, чем на открытой местности.

Почва на ровных местах промерзает меньше, чем на возвышенных.

Глинистые почвы весной нагреваются медленнее, чем песчаные, что объясняется большей их влажностью и большим расходом тепла на испарение. Почвы, содержащие много гумуса, темноцветные, нагреваются лучше, чем светлоокрашенные.

В зависимости от степени увлажнения почва замерзает при разных температурах, так как отдельные формы влаги переходят в твердое состояние при разных температурах. Прочносвязанная влага почвы замерзает при более низкой температуре, чем рыхлосвязанная. Более диспергированная почва замерзает медленнее, чем крупнозернистая (влажный песок замерзает быстрее глины).

Различные слои почвы в любой момент имеют некоторую разницу в температуре. Поэтому в почве идет распространение тепла по всему профилю - теплообмен. Тепловой поток может распространяться или от поверхности в глубь почвы (летом, днем), или из глубины к поверхности (зимой, ночью).

В зависимости от среднегодовой температуры и характера промерзания почвы выделяют четыре типа температурного режима почв: мерзлотный, длительно сезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий, непромерзающий.

Мерзлотный тип температурного режима характерен для местностей, где среднегодовая температура профиля почвы отрицательная. В таких почвах преобладает процесс охлаждения, сопровождающийся промерзанием их влаги до верхней границы многолетнемерзлых пород. Этот тип теплового режима выражен в почвах ряда провинций. Евразийской полярной и Восточно-Сибирской мерзлотно-таежных областей.

Непромерзающий тип температурного режима наблюдается в местностях, где промерзание профиля почв и морозность не проявляются. К ним относятся теплая южноевропейская фация и области субтропического пояса.

Приемы активного влияния на тепловой режим почв делятся на агротех-

нические, агромелиоративные и агрометеорологические. К первой группе относятся различные способы обработки почвы: прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование; ко второй—орошение, осушение, лесные полосы, меры борьбы с засухой; к третьей — приемы, снижающие излучение тепла из почвы, меры борьбы с заморозками и др.

Воздействие агромелиоративных приемов на тепловой режим наиболее устойчивое и радикальное. Лесные полосы препятствуют стоку воды с территории, способствуют накоплению снега и тем самым оказывают непосредственное влияние на температуру почвы в зимний период, изменяют микроклимат местности, в частности уменьшают скорость ветра в межполосном пространстве по сравнению с открытой на 20 — 40 %. Тем самым уменьшается вертикальный обмен приземного слоя воздуха с атмосферой, что сопровождается понижением температуры воздуха в межполосном пространстве днем и повышением ночью.

На тепловой режим почв существенно влияет орошение. Отраженная радиация уменьшается на орошаемых участках до 20% по сравнению с неорошаемыми. После полива также уменьшается излученная радиация, в результате увеличивается приход тепловой энергии к почве. С орошением связано изменение в тепловой аккумуляции почвы. Коэффициент теплопроводности неорошаемой почвы значительно меньше, чем орошаемой. Это вызывает неравномерный прогрев и приводит к значительным суточным колебаниям температуры в верхних слоях. При орошении возрастает теплопроводность, что способствует более равномерному прогреву почвы и снижению колебаний температуры. Тепловой приток из воздуха значительно выше на орошаемых участках, где наблюдается большее испарение. В целом на орошаемом поле создается более благоприятный микроклимат. На тепловой режим почв оказывает значительное влияние осушение.

Способствует повышению температуры почвы применение больших норм органических удобрений.

Агротехнические приемы регулирования теплового режима почв наиболее доступны для активного воздействия на их тепловой баланс. Создание гребнистой поверхности способствует лучшему прогреванию почвы, обеспечивает большую аккумуляцию рассеянной радиации. Температура почвы на гребнистой поверхности более высокая: в течение летнего дня на 3 — 50С выше, чем в почве на ровных участках.

На тепловой режим почвы существенно влияет глубина основной обработки. Благодаря пахоте создается резкая неоднородность почвы по глубине - изменяются плотность и влажность, общая пористость и пористость аэрации. Изменение основных физических показателей оказывает влияние на теплопроводность и теплоемкость.

Прикатыванием верхнего слоя можно повысить среднесуточную температуру на 3 - 5°С в 10-сантиметровом слое, залегающем ниже уплотненной прослойки. Это объясняется более высокой теплопроводностью уплотненного слоя.

Температуру почвы можно значительно изменить мульчированием (покрытие поверхности почвы различным материалом). Физический смысл такого

приема заключается в изменении двух элементов радиационного баланса - отражательной и излучательной способности почв, т. е. альбедо и константы излучения поверхности почвы. При этом изменяются и другие компоненты теплового баланса (расход тепла на физическое испарение, теплообмен между слоями почвы и др.). В настоящее время в качестве мульчи широко применяют различные прозрачные пленки из полимеров и пластмасс. Такие пленки хорошо пропускают видимую часть солнечного спектра и инфракрасные лучи. Под пленкой тепло расходуется очень медленно, что приводит к более интенсивному нагреванию почвы.

Воздействует на температурный режим почвы снегозадержание (с помощью оставленной стерни, нарезки снежных валов и другими способами). Накопление ровного и достаточно мощного слоя снега уменьшает глубину промерзания почвы, повышает ее температуру зимой и ускоряет оттаивание весной.

Распространенным агрометеорологическим приемом является создание дымовых завес, снижающих излучение тепла из почвы и предохраняющих растения от заморозков.

В южных районах эффективны приемы, направленные на уменьшение притока тепла к почве. Притенение ее поверхности расстановкой щитов, покрытием соломой и другими материалами уменьшает приток тепла и защищает всходы от палящих солнечных лучей.

В северных районах на заболоченных минеральных почвах снятие торфяного слоя улучшает температурный режим почвы.

Посевом высокостебельных растений (кукурузы, подсолнечника и др.) также можно регулировать температурный режим почвы. Такие кулисные посевы создают «парниковый эффект», приводящий к повышению температуры почвы и воздуха в дневные часы, что способствует лучшему развитию овощных культур в районах с недостатком тепла.

**Плодородие почвы.** Под плодородием следует понимать способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

Плодородие является существенным качественным свойством почвы, отличающим ее от горной породы. Понятие «почва и ее плодородие» неразрывны. Плодородие почвы - результат развития природного почвообразовательного процесса, а при их сельскохозяйственном использовании также и процесса окультуривания. Каждой почве присуще природное, или естественное, плодородие. Важнейшими параметрами, по которым можно определить качественные особенности почвенного плодородия и его биологический уровень (продуктивность растения), являются конкретные показатели почвенных режимов: температурного, водно-воздушного, питательного, физико-химического, биохимического, солевого и окислительно-восстановительного.

Приводим пример модели высокого уровня плодородия разработанной учеными Почвенного института им. В.В. Докучаева для дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава Центрального Федерального округа (табл.5).

Таблица 5

Параметры модели высокого плодородия дерново-подзолистой супесчаной и песчаной почвы пахотного и подпахотного горизонтов (числитель - супесчаные почвы, знаменатель – песчаные)

Параметра модели	Некоторые показатели горизонтов	
	пахотного	подпахотного
<b>Морфологические</b>		
Мощность, см	25-32	до 10
Цвет	серый	с буроватым и белесоватым оттенком
Структура	непрочно-комковатая	порошисто-комковатая
<b>Агрофизические</b>		
Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Менее 1,3	1,3-1,4
Содержание водопочных агрегатов > 0,25 мм, %	40-50 40	не опр.
<b>Био- и физико-химические</b>		
Содержание гумуса, %	1,7-1,8 1,4-1,5	до 1,0
Запасы гумуса, т/га	60-70 55-60	20-30
pH солевой	5,5—6,0	до 4,5-5,0
Кислотность гидролитическая, мг-экв/100 г почвы	менее 3,0	менее 3,5
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы	10,0-11,0	7,0-10,0
Степень насыщенности основаниями, %	70-80	60-70
<b>Агрохимические</b>		
Азот валовой, %	0,07	Не опр.
Азот легкогидролизуемый, мг/кг	70-80	Не опр.
Подвижные формы фосфора, мг/кг	около 150	около 50
Подвижные формы калия, мг/кг	около 120	около 30

Показатель плодородия рассчитывается на основании результатов государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Показатель плодородия рассчитывается как среднее от суммы соотношений фактических значений четырех агрохимических показателей к их оптимальным значениям по всем типам почв посевных площадей сельскохозяйственных культур в субъекте Российской Федерации.

При расчете учитываются следующие агрохимические показатели:

1. кислотность почв (pH, ед.);
2. содержание гумуса (%);
3. содержание подвижных форм фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, мг/кг почвы);
4. содержание обменного калия (K<sub>2</sub>O, мг/кг почвы).

Показатель кислотности для щелочных почв рН<sub>Н2О</sub> рассчитывается как соотношение оптимального значения показателя к фактическому. Для кислых почв рН<sub>КСl</sub> – фактического к оптимальному.

Земледельческое освоение почвы вносит существенные изменения в естественное развитие почвенных процессов и режимов.

Эта изменения обусловлены обработкой, внесением удобрений, различными мелиорациями и т.п. Такое целенаправленное воздействие на почву формирует в ней искусственное плодородие, т.е. изменения в режимах и свойствах, возникшие в результате приемов сельскохозяйственного использования почв.

При выращивании сельскохозяйственных культур искусственное плодородие в совокупности с естественным проявляется как эффективное (экономическое) плодородие, которое измеряется величиной урожая. Оно зависит не только от уровня природного плодородия, но и в большей степени от условий использования почв в производстве, уровня развития науки и техники.

В составе экономического плодородия различают его эффективную и потенциальную части. Эффективная часть - это те возможности естественного и искусственного плодородия, которые реализуются в урожае сельскохозяйственных культур данного года. Потенциальная часть — это то, что остается для последующих урожаев.

Приемы окультуривания почв направлены, с одной стороны, на повышение урожаев, а с другой - на улучшение агрономических свойств самих почв (их гумусового состояния, структуры, режимов и т.д.).

Поэтому в условиях интенсивного земледелия важнейшая задача рационального использования почвы - обеспечить расширенное воспроизводство почвенного плодородия, т. е. одновременный рост как эффективного, так и потенциального плодородия.

Все факторы жизни равнозначны для растения. Ни один из них не может быть заменен другим. Поэтому эффективное плодородие почвы зависит от способности почвы обеспечивать растение всеми необходимыми условиями в максимально потребных количествах.

В целях повышения плодородия почвы и получения высоких и устойчивых урожаев необходимо одновременно воздействовать на все факторы жизни и роста растений. При этом важно выявить основной фактор (или группу факторов), воздействие на который стимулирует и максимальную эффективность остальных. Например, в засушливых зонах ведущий фактор - обеспечение растений водой. Поэтому важнейшее значение в этих зонах приобретают мероприятия по накоплению и продуктивному расходованию влаги.

В таежно-лесной зоне особое значение приобретает правильное и систематическое применение удобрений и известкование почв. Для почв избыточного увлажнения в первую очередь необходимо регулировать их водно-воздушный режим. В этом случае максимальный эффект дают удобрения и другие приемы повышения плодородия почв.

В зоне орошаемого земледелия важнейшее значение имеет правильное орошение, исключающее возможность заболачивания и вторичного засоления почв.

Таким образом, одновременное воздействие на все факторы, определяющие урожай растений, требует дифференцированных приемов повышения плодородия почв в различных зонах.

Основные приемы повышения эффективного плодородия почв и макси-

мального использования ее естественного плодородия связаны с рациональным применением органических и минеральных удобрений, известкованием и гипсованием почв, системой их обработки, орошением и осушением, травосеянием, созданием полезных лесных полос, введением правильных севооборотов, с мероприятиями по борьбе с эрозией и возделыванием наиболее урожайных сортов растений.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Охарактеризуйте тепловые свойства и тепловой режим почвы, источники тепла.
2. Расскажите о роли теплового режима в почвообразовании и жизни растений.
3. Как можно регулировать тепловой режим почвы.
4. Дать определение понятию «плодородие почвы».
5. Перечислите основные параметры модели высокого плодородия дерново-подзолистой супесчаной и песчаной почвы пахотного и подпахотного горизонтов.

## **ГЛАВА 2. ПОЧВЫ, ИХ ГЕНЕЗИС, КЛАССИФИКАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

### **2.1. Классификация почв и закономерности их распространения.**

#### **Основные причины классификации почв.**

#### **Тип, подтипы, вид, род, разновидность и разряд почвы**

Классификацией почв называется объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия. Разработка современной классификации почв исходит из следующих основных принципов.

Классификация почв должна опираться на основные свойства и режимы почв и обязательно учитывать процессы, их создающие, и условия почвообразования, т.е. должна быть генетической в широком смысле слова, объединяя экологический, морфологический и эволюционный подходы.

В классификации необходимо учитывать признаки и свойства, приобретенные почвами в результате хозяйственной деятельности.

Классификация должна раскрывать производственные особенности почв и способствовать их рациональному использованию в сельском и лесном хозяйстве.

Современные классификации почв более полно учитывают морфологическое и микроморфологическое строение почвенного профиля, состав и свойства почв, главные процессы и режимы почвообразования, а также экологические условия.

Принимаются во внимание также качественный состав органического вещества, особенности биологического круговорота веществ, внутрипочвенного выветривания и вопросы энергетики почвообразования.

Все это позволяет глубже понять основные генетические особенности почв, дать их агрономическую характеристику и провести сравнительную оценку их плодородия (бонитировку).

В Российской Федерации в качестве официального документа Министерства сельского хозяйства были последовательно приняты две редакции почвенной классификации - «Указания по классификации и диагностике почв» (1967) и «Классификация и диагностика почв СССР» (1977), подготовленные Почвенным институтом им. В.В. Докучаева.

Основные типы почв (кроме арктических, тундровых и аллювиальных), сгруппированные по зонально-экологическим группам и рядам увлажнения.

Каждая зонально-экологическая группа характеризуется типом растительности (таежно-лесные, лесостепные, степные и т. д.), суммой температур почвы на глубине 20 см от поверхности, длительностью заморозков почвы на той же глубине в месяцах и коэффициентом увлажнения.

Внутри зонально-экологических групп почвы разделяются по биофизико-химическим свойствам (состав гумуса, реакция почв, карбонатность, солонцеватость, засоление, осолодение и т.д.), а также по условиям увлажнения (автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные).

Основной таксономической единицей современной классификации почв является генетический почвенный тип, установленный В. В. Докучаевым.

Каждый почвенный тип, как говорится в определении Междугосударственной комиссии, развивается «в однотипно-сопряженных биологических, климатических и гидрологических условиях и характеризуется ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами».

«Характерные черты почвенного типа определяются: 1) однотипностью поступления органических веществ и процессов их превращения и разложения; 2) однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных новообразований; 3) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ; 4) однотипным строением почвенного профиля; 5) однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв». В настоящее время к этому необходимо еще добавить однотипность почвенных режимов.

Ниже почвенного типа предусматриваются следующие таксономические единицы: подтипы, роды, виды, разновидности и разряды почв, а также на генетические ряды — автоморфный, полугидроморфный, гидроморфный и пойменно-аллювиальный.

Эту нисходящую ветвь почвенной классификации (ниже почвенного типа) часто называют систематикой почв.

Подтипы почв выделяются в пределах типа. Это группы почв, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. При выделении подтипов учитываются процессы, связанные как с подзональной, так и с фациальной сменой природных условий.

Деление на фациальные подтипы проводится с учетом суммы активных

температур почвы ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) на глубине 20 см и продолжительности периода отрицательных температур почвы на той же глубине (в месяцах). Для номенклатурного обозначения фациальных подтипов используются термины, связанные с их температурным режимом: теплые, умеренные, холодные, глубокопромерзающие и т.д.

Мероприятия по повышению и поддержанию плодородия почв для каждого подтипа более однородны по сравнению с типом.

Роды почв выделяются в пределах подтипа, качественные генетические особенности их определяются влиянием комплекса местных условий: составом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод и т.д., включая и свойства почвообразующего субстрата, приобретенные в процессе предшествующих фаз выветривания и почвообразования (реликтовые горизонты и признаки древних почвообразований).

Виды почв выделяются в пределах рода и отличаются по степени развития почвообразовательных процессов (степени подзолистости, глубине и степени гумусированности, степени засоленности и т. д.) и их взаимной сопряженности.

Разновидности почв определяются по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород.

Разряды почв обуславливаются генетическими свойствами почвообразующих пород (плотные породы, моренные, аллювиальные, покровные и т.д.).

Важным разделом классификационной проблемы в почвоведении является систематика и классификация почв, находящихся в культурном использовании. Классификационные построения учитывают изменения в свойствах почв, обусловленные приемами их сельскохозяйственного использования. Пахотные почвы подразделялись по степени их изменения (окультуривания) на слабо-, средне- и сильноокультуренные. Учитывались также и изменения, обусловленные мелиоративным воздействием — выделялись почвы осушенные, орошаемые, плантажированные и т. п.

**Номенклатура и диагностика почв.** Номенклатура почв в почвоведении - это наименования почв в соответствии с их свойствами и классификационным положением. В. В. Докучаев и Н. М. Сибирцев, создавшие научную генетическую номенклатуру почв, в основу ее положили русские народные названия, которые, как и у многих других народов, исходят или из характерных особенностей верхних почвенных горизонтов, в частности из их окраски, или учитывают экологические условия, в которых развиваются почвы. Так появились термины для генетических типов: чернозем, подзол, краснозем, серые лесные почвы, бурые почвы. Позднее к ним были добавлены сероземы, желтоземы, каштановые почвы, коричневые почвы и т. д.

Часть почвенных типов была названа, исходя из некоторых особенностей их верхних почвенных горизонтов: солончак, солонец, солодь, торфяно-глеевая, перегнойно-карбонатная почва и т.д.

Эти названия почв широко вошли в научную практику и некоторые употребляются в других языках без перевода (чернозем, подзол, солонец, солончак).

Поскольку окраска верхних почвенных горизонтов у различных генетических типов почв в ряде случаев была сходной, возникла необходимость доба-

вить краткие экологические характеристики условий, в которых формируется тип. Так появились термины: бурые лесные почвы в отличие от бурых полупустынных, серые лесные для более четкого отличия от серозема и т. д.

Для некоторых типов почв экологическое название стало основным — болотные, луговые, тундровые, арктические, так как эти термины очень хорошо характеризуют биогенетическую сущность почвообразования. Номенклатура подтипов почв складывалась параллельно с разработкой системы подтипов.

В каждом генетическом типе выделяется «центральный» подтип, для которого стали использовать термины «типичный», или «обыкновенный», и подтипы «переходные», в которых можно отметить те или иные признаки, отличающие их от «центрального» подтипа или связывающие с соседними типами.

Для обозначения этих признаков пользуются терминами: характеризующими дополнительные процессы (глее-подзолистая почва, чернозем оподзоленный, чернозем выщелоченный); указывающими на морфологические особенности, в частности на изменение окраски по сравнению с «центральным» подтипом (светло-серые, темно-серые, темно-каштановые, светло-каштановые, буро-коричневые); указывающими на положение подтипа внутри почвенной зоны (черноземы южные, сероземы северные).

При введении в систематику почв подтипов, отражающих факультетные развития, были использованы термины, характеризующие либо относительные различия в тепловом режиме внутри типа (теплые, умеренно теплые, холодные, глубокопромерзающие), либо морфологические особенности, связанные с гидротермическим режимом (мицелярно-карбонатные, мучнисто-карбонатные).

Для номенклатуры родов почв применяются термины: определяющие характерные свойства почв (солонцеватые, осолоделые, солончаковые, контактно-глеевые и т.п.); указывающие на реликтовые признаки, оставшиеся от предшествующей фазы почвообразования (остаточно-луговые, остаточно-подзолистые и т.д.).

Номенклатура видов почв складывается из слов, количественно характеризующих свойства почв и выраженность почвенных процессов. Используются три категории терминов: говорящие о содержании (мало-, средне-, многогумусные, карбонатные и т.д.); указывающие на мощность отдельных почвенных горизонтов и всего профиля или на глубину залегания (маломощные, среднемощные, мощные, сверхмощные; глубоко-, высококовскипающие и т. д.); характеризующие выраженность явлений (слабо-, средне-, сильноподзолистые, осолоделые и т.д.).

Для номенклатуры разновидностей почв используются названия гранулометрического состава и для номенклатуры разрядов почв — термины, характеризующие литологию или генезис почвообразующих пород.

Полное название почвы начинается с наименования типа, далее идут подтип, род, вид, разновидность, разряд. Например, чернозем (тип), обыкновенный (подтип), солонцеватый (род), среднегумусный, среднемощный (видовые термины), тяжелосуглинистый (разновидность) на лёссовидном тяжелом суглинке (разряд). Если почва формируется на двучленной породе, то указывают оба ее члена, например: на тяжелом лёссовидном суглинке, подстилаемом валунным суглинком или среднезернистым песком.

Для диагностики почв в первую очередь используют признаки, легко устанавливаемые при почвенных обследованиях, морфологическом изучении почвенного профиля и простейшими анализами.

Однако для точного определения ряда почв этих признаков часто оказывается недостаточно. Тогда используют результаты более сложных анализов (состав поглощенных оснований, состав гумуса, валовой химический состав всей почвы и илистой фракции и т.д.), а также некоторые материалы, характеризующие гидротермический режим почв. Последние особенно важны при установлении отдельных типов и подтипов почв.

При характеристике и диагностике почв, измененных возделыванием сельскохозяйственной культуры, кроме морфогенетических данных, большое значение имеют результаты агрохимических и агрофизических анализов и данные по средней многолетней урожайности при сопоставимых условиях агротехники.

**Почвенно-географическое и природно-сельскохозяйственное районирование.** Почвенно-географическое районирование - это метод анализа и выявления главных особенностей почвенного покрова путем выделения территорий, однородных по его зонально-провинциальным особенностям и структурам и возможностям сельскохозяйственного использования.

Закономерности географического распространения почв определяются распределением природных условий на земной поверхности. Это положение лежит в основе развития следующих важнейших разделов географии почв: учения о горизонтальной зональности, учения о вертикальной зональности, учения о почвенно-климатических фациях и провинциях и учения о неоднородности и структурах почвенного покрова.

В. В. Докучаев впервые изучил широтно-зональное распределение почв на Русской равнине, где при движении с севера на юг последовательно сменяют друг друга: почвы тундр, подзолистые почвы, серые лесные почвы, черноземы, каштановые почвы и бурые полупустынные почвы.

На каждом континенте распределение зон имеет свои особенности, что горизонтальные зоны не опоясывают земной шар, а встречаются в виде «островов» среди других почвенных зон или могут полностью отсутствовать. Более или менее строго принцип горизонтальной зональности соблюдается на обширных пространствах Русской равнины.

В. В. Докучаевым в результате его исследований на Кавказе были также заложены основы учения о вертикальной зональности и почв в горах. Он отметил известную аналогию между сменой вертикальных и горизонтальных почвенных зон, если двигаться от подошвы гор к северу.

Установлено, что в горах имеется большее разнообразие биоклиматических условий и типов почв, чем на равнинах, и что каждая горная страна характеризуется определенными типами структур вертикальной зональности.

Последующее изучение вертикальной зональности почв показало, что в горных областях имеется большее разнообразие биоклиматических условий и генетических типов почв, чем на равнинах. Структура вертикальной зональности почв определяется следующими факторами: положением горной страны в

системе горизонтальных почвенных зон; высотой горной страны; положением горной страны по отношению к преобладающему движению воздушных масс, наличием температурных инверсий, т. е. стеканием масс холодного воздуха по склонам в определенные сезоны и застаиванием его в депрессиях.

В системе почвенно-географического районирования, разработанной Почвенным институтом им. В. В. Докучаева и МГУ им. М. В. Ломоносова (Г. В. Добровольский), выделены следующие таксономические единицы

Почвенно-биоклиматический пояс - совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур (горных почвенных провинций), объединенных сходством радиационных и термических условий. Таких поясов пять: полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический. Основой для их выделения является сумма среднесуточных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  за вегетационный период.

Почвенно-биоклиматическая область — совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур, объединенных в пределах пояса сходными условиями увлажнения, континентальности, почвообразования, выветривания и развития растительности. Области различаются по коэффициенту увлажнения Высоцкого - Иванова. Их шесть: очень влажные, избыточно влажные, влажные, умеренно сухие, засушливые (сухие), очень сухие. Почвенный покров области более однороден, чем в поясе, но внутри нее могут выделяться интразональные почвы. Поэтому в каждой почвенно-биоклиматической области выделяются две или три почвенные зоны.

Почвенная зона определяется как ареал одного или двух зональных почвенных типов и сопутствующих им интразональных и внутризональных почв.

Внутри почвенных зон на переходах к соседним зонам выделяются почвенные подзоны (со своими подтипами почв), а по простираанию почвенных зон обособляются почвенные фации и провинции.

Почвенная подзона - часть почвенной зоны, вытянутая в том же направлении, на территории которой распространены определенные зональные подтипы почв.

Почвенная фация - часть почвенной зоны, существенно отличающаяся от других ее частей по температурному режиму почв и сезонному ходу увлажнения.

Почвенная провинция - часть почвенной фации, выделяемая по тем же признакам, что и фация, но при более детальном подходе. Почвенные провинции по оролитологическим признакам и структурам почвенного покрова разделяются на почвенные округа и районы.

Почвенный округ - часть почвенной провинции и вертикальной почвенной зоны, характеризующаяся качественно однотипной структурой почвенного покрова, обусловленной особенностями рельефа и почвообразующих пород.

Ниже перечислены почвенные области, зоны (подзоны) и провинции, выделенные на схеме почвенно-географического районирования России и сопредельных стран.

Таким образом, закономерное изменение биоклиматических условий в связи с широтным и меридиональным положением территории определяет наличие таких закономерностей почвенного покрова, как образование почвен-

но-термических поясов, почвенно-биоклиматических областей, почвенных зон и подзон, а также фаций, почвенных провинций и районов. Однако и в пределах почвенных провинций и районов имеет место неоднородность почвенного покрова, которая также подчиняется определенным закономерностям, обусловленным главным образом местными особенностями рельефа и почвообразующих пород.

Изучение пестроты почвенного покрова показало, что она носит всеобщий характер. Ее обуславливает наличие различных форм неоднородностей, между которыми имеются связи, что привело к установлению понятия «структура почвенного покрова» (В.М. Фридланд, 1965).

Структура почвенного покрова - определенный тип строения почвенного покрова, т.е. состав и количественное соотношение входящих в него почв, характер образуемых им сочетаний почв, степень его пестроты и контрастности.

Основой понятия является элементарный почвенный ареал (ЭПА) - пространство, занятое каким-либо одним разрядом почвы. Его характеристика включает: 1) название почвы в соответствии с классификацией; 2) характеристику морфологии ареала: его площадь, форма, характер границ; 3) описание связи ЭПА с факторами почвообразования, формирования данной почвы и изменения ее под влиянием деятельности человека.

Чередование в определенном порядке отдельных ЭПА, генетически связанных и обусловленных между собой, образуют почвенные комбинации. Эти комбинации, мозаично или симметрично повторяясь, образуют структуру почвенного покрова.

Почвенная комбинация (ПК) - система регулярно чередующихся в пространстве в той или иной степени генетически связанных между собой почв, образующих определенный рисунок почвенного покрова.

В настоящее время выделяются следующие классы – комплексы, пятнистости, микромозаики, микроташеты, сочетания, вариации, мозаики, ташеты, а также переходные сочетания-мозаики и вариации-ташеты.

Комплексы - микрокомбинации с регулярным чередованием мелких пятен контрастно различающихся почв по микрорельефу, относящихся к одному ряду увлажнения и взаимно обусловленных в своем развитии, т.е. имеющих двустороннюю генетическую связь. Хозяйственное значение комплекса определяется свойствами комплекса в целом.

Пятнистость - микрокомбинации неконтрастных, небольших по площади пятен почв (ЭПА) и обусловленных различными факторами дифференциации почвенного покрова (топогенный, фитогенный и др.). Главными факторами образования пятнистостей (и комплексов) являются: микрорельеф и растительность. Некоторое значение имеют также современная эрозия почв, литологическая неоднородность почвообразующих пород, глубина грунтовых вод, наличие или отсутствие реликтовых погребенных горизонтов в профиле почв.

Сочетания - закономерная смена средне- и крупноконтурных контрастно различающихся ЭПА по мезорельефу, генетическая связь между компонентами односторонняя (однонаправленная). Каждый компонент почвенного сочетания может иметь свое определенное хозяйственное использование.

Вариации - мезокомбинации неконтрастных почв, обусловленных преимущественно различиями по мезорельефу.

Мозаики - контрастные комбинации почв, обусловленные существенными изменениями в пространстве состава и свойств почвообразующих пород. Мозаики наиболее широко распространены в горах, но часто встречаются и в областях конечно-моренного рельефа, где почвообразование идет на очень пестрых породах. К ним относится чередование бурых лесных и оподзоленных бурых лесных почв на Кавказе или таежно-мерзлотных торфянистых и подзолистых иллювиально-железисто-гумусовых почв в Восточном Забайкалье, связанных с различными мощностью и степенью щебнистости элювио-делювия, на котором идет почвообразование, а также различным составом исходных коренных пород.

Ташеты - неконтрастные комбинации почв, обусловленные различными типами растительности или сменой пород.

Сложность структуры почвенного покрова создает трудности в использовании почв, от нее зависят не только размеры контуров пашни, но и пригодность некоторых территорий под пашню.

Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда входит в состав земельного кадастра и предназначается для качественного учета земель, бонитировки почв, экономической оценки земель и решения многих других сельскохозяйственных вопросов.

Земельный кадастр проводится в областных, районных и хозяйственных границах. Эти границы являются не только административными, но и сельскохозяйственными. В них осуществляется планирование, учет и руководство сельскохозяйственной деятельностью. В пределах зональных секторов выделяются внутриобластные земельно-кадастровые округа, состоящие из однотипных по природно-сельскохозяйственным условиям административных районов и земельно-оценочные районы, состоящие из однотипных хозяйств, которые используются для проведения бонитировки и экономической оценки.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сущность классификации почв и закономерности их распространения.
2. Перечислите основные принципы классификации почв.
3. Охарактеризуйте понятия- тип, подтипы, вид, род, разновидность и ряд почвы.

### **Подзолистые почвы**

Эти почвы образуются в результате развития подзолистого процесса (оподзоливания), существенной особенностью которого является разрушение в верхней части профиля почвы первичных и вторичных минералов и вынос продуктов разрушения в нижележащие горизонты и в грунтовые воды. В наиболее чистом виде подзолистый процесс протекает под пологом таежного хвойного леса с моховым покровом и временным избыточным увлажнением.

*Генезис подзолистых почв.* Название подзолистых почв происходит от народного русского слова «подзол». Этот термин ввел в научную литературу В.

В. Докучаев.

В наиболее чистом виде подзолистый процесс протекает под пологом хвойного таежного леса с бедной травянистой растительностью или без нее.

Отмирающие части древесной и мохово-лишайниковой таежной растительности накапливаются преимущественно на поверхности почвы в виде лесной подстилки. Эти остатки содержат мало кальция, азота и много труднорастворимых соединений, таких, как лигнин, воска, смолы и дубильные вещества.

При разложении лесной подстилки образуются различные водорастворимые органические соединения. Низкое содержание питательных веществ и оснований в подстилке, а также преобладание грибной микрофлоры способствуют интенсивному образованию кислот, среди которых наиболее распространены фульвокислоты и низкомолекулярные органические кислоты (муравьиная, уксусная, лимонная и др.). Кислые продукты подстилки частично нейтрализуются основаниями, освобождающимися при ее минерализации, большая же их часть попадает с водой в почву, взаимодействуя с ее минеральными соединениями. К кислым продуктам лесной подстилки добавляются органические кислоты, образующиеся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов непосредственно в самой почве, а также выделяемые корнями растений. В результате промывного водного режима и действия кислых соединений из верхних горизонтов лесной почвы удаляются в первую очередь все легкорастворимые вещества. При дальнейшем воздействии кислот разрушаются и более устойчивые соединения первичных и вторичных минералов. Прежде всего, разрушаются илистые минеральные частицы, поэтому при подзолообразовании верхний горизонт постепенно обедняется илом.

В составе водорастворимых органических веществ подзолистых почв находятся разнообразные соединения — фульвокислоты, полифенолы, низкомолекулярные органические кислоты, кислые полисахариды и др. Такие соединения характеризуются высокой прочностью связи ионов металла с органическими аддентами в широком интервале рН.

В результате подзолистого процесса под лесной подстилкой обособляется подзолистый горизонт, обладающий следующими основными признаками и свойствами: вследствие выноса железа и марганца и накопления остаточного кремнезема цвет горизонта из красно-бурого или желто-бурого становится светло-серым или белесым, напоминающим цвет печной золы; горизонт обеднен элементами питания, полуторными окислами и илистыми частицами; горизонт имеет кислую реакцию и сильную ненасыщенность основаниями; в суглинистых и глинистых разновидностях он приобретает пластинчато-листоватую структуру или становится бесструктурным.

Часть веществ, вынесенных из лесной подстилки и подзолистого горизонта, закрепляется ниже подзолистого горизонта. Образуется горизонт вмывания, или иллювиальный горизонт, обогащенный илистыми частицами, полуторными окислами железа и алюминия и рядом других соединений. Другая часть вымываемых веществ с нисходящим током воды достигает почвенно-грунтовых вод и, перемещаясь вместе с ними, выходит за пределы почвенного профиля.

В иллювиальном горизонте благодаря вымытым соединениям могут образоваться вторичные минералы типа монтмориллонита, гидроокисей железа и алюминия и др. Иллювиальный горизонт приобретает заметную уплотненность, иногда некоторую цементированность. Гидрокиси железа и марганца в отдельных случаях накапливаются в профиле почвы в виде железо-марганцевых конкреций. В легких почвах они приурочены чаще к иллювиальному горизонту, а в тяжелых - к подзолистому.

Интенсивность подзолистого процесса зависит от сочетания факторов почвообразования. Одно из условий его проявления - нисходящий ток воды: чем меньше промачивается почва, тем слабее протекает этот процесс.

Временное избыточное увлажнение почвы под лесом усиливает подзолистый процесс. Течение подзолистого процесса в большой степени зависит от материнской породы, в частности от ее химического состава.

На выраженность подзолистого процесса большое влияние оказывает состав древесных пород. В одних и тех же условиях местообитания оподзоливание под лиственными и, в частности, под широколиственными лесами (дуб, липа и др.) происходит слабее, чем под хвойными. Оподзоливание под пологом леса усиливают кукушкин лен и сфагновые мхи.

Все подзолистые почвы объединяются в тип подзолистых почв. В почвах этого типа при наличии большого сходства имеются и значительные различия, обусловленные неоднородностью условий почвообразования внутри зоны. В связи с этим в типе подзолистых почв выделяют ряд подтипов, отражающих подзональные и фациальные особенности зоны.

В каждой фации выделяется по два подтипа подзолистых почв - глееподзолистые и подзолистые.

Наиболее распространены следующие роды подзолистых почв.

Обычные - почвы с наиболее четко выраженными подтиповыми признаками.

Остаточно-карбонатные - образуются на породах, содержащих углекислый кальций, вскипают от 10%-ной НС в горизонте В или С.

Контактно-глееватые - формируются на двучленных породах.

Иллювиально-железистые - развиваются на песчаных породах. Горизонт В ярко-охристый в связи с накоплением несиликатных форм железа.

Иллювиально-гумусовые - образуются на песчаных породах. Верхняя часть иллювиального горизонта коричневатого или темно-коричневого, а иногда и черного цвета от находящихся в ней органо-минеральных соединений. Ниже идет иллювиальный горизонт полутораокисей, постепенно переходящий в породу.

Слабодифференцированные - развиваются на сухих рыхлых песках со слабо проявленными типовыми признаками.

На виды подзолистые почвы делят:

По степени подзолистости: слабоподзолистые - горизонт  $A_2$  выражен пятнами; среднеподзолистые - горизонт  $A_2$  сплошной, плитчатой или плитчато-комковатой структуры; сильноподзолистые - горизонт  $A_2$  сплошной, рассыпчато-листоватой или чешуйчатой структуры; подзолы - горизонт  $A_2$  сплошной, мучнистый, белесый.

По глубине оподзоливания (от нижней границы  $A_0$ ): поверхностно-подзолистые - до 5 см; мелкоподзолистые - до 20 см; неглубокоподзолистые - до 30 см; глубокоподзолистые - более 30 см.

*Гранулометрический и минералогический состав.* Профиль подзолистых, супесчаных и суглинистых почв отчетливо дифференцирован по содержанию ила: подзолистый горизонт обеднен, а иллювиальный по сравнению с ним заметно обогащен илистой фракцией. По отношению к породе вся толща верхних горизонтов часто имеет элювиальный характер. В почвах, развитых на песках, такой закономерности обычно нет.

Для минералогического состава рассматриваемых почв типично резкое преобладание первичных минералов (кварца, полевых шпатов, слюд и др.); из вторичных минералов присутствуют гидрослюды, вермикулит, минералы монтмориллонитовой группы, аморфные полуторные окислы и в небольших количествах каолинит, гидрогетит.

*Химический состав.* Подзолистые почвы содержат мало гумуса (от 1,0 - 1,5 до 2 - 4%), который сосредоточен в небольшом по мощности горизонте (2 - 3 см). В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Гуминовые кислоты находятся в свободном состоянии или непрочны связаны с минеральной частью почвы. Эти почвы бедны азотом и фосфором, особенно формами, легкодоступными растениям.

Для подзолистых и особенно глееподзолистых почв типично повышенное содержание подвижного железа, алюминия и марганца, часто в количествах, токсичных для сельскохозяйственных растений.

*Физико-химические свойства.* Почвы подзолистого типа характеризуются невысокой емкостью обмена (от 2 - 4 м-моль/100г в песчаных до 12 - 17 м-моль/100г в суглинистых почвах), низкой насыщенностью основаниями (менее 50%), кислой реакцией и малой буферностью.

Низкая емкость обмена связана с небольшим содержанием гумуса (0,9-1,2%), его фульвокислотным составом, с заметной обедненностью верхней части профиля илом. Подзолистые почвы имеют повышенную обменную кислотность, обусловленную водородом и алюминием.

Физические и водно-физические свойства подзолистых почв определяются гранулометрическим составом исходных пород, их сложением, выраженностью подзолистого процесса. Подзолистые почвы бесструктурные; их плотность заметно увеличивается при переходе от верхних горизонтов к нижним. Иллювиальный горизонт отличается повышенной плотностью и наименьшей пористостью. В суглинистых почвах из-за его слабой водопроницаемости в подзолистом горизонте может создаваться временная верховодка. При распашке суглинистых подзолистых почв бесструктурность, низкое содержание гумуса определяют большую склонность пахотного горизонта к заплыванию и образованию корки. Эти неблагоприятные свойства могут быть устранены интенсивным окультуриванием (внесением органических удобрений, посевом многолетних трав, известкованием и др.).

## Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные виды подзолистых почв.
2. Дайте характеристику условий почвообразования.
3. Перечислите свойства подзолистых почв.

## Дерновые почвы

Дерновые почвы таежно-лесной зоны образуются под чистыми ассоциациями луговой травянистой растительности на любых породах, а под травянистыми или мохово-травянистыми лесами - на карбонатных или богатых первичными минералами породах.

Дерновые почвы в европейской части России встречаются в Ленинградской, Архангельской, Вологодской, Тверской, Московской и других областях.

*Генезис дерновых почв.* Почвообразовательный процесс, протекающий под воздействием травянистой растительности, приводящий к формированию почв с хорошо развитым гумусовым горизонтом, называется дерновым процессом. Наиболее существенной его особенностью является накопление гумуса, питательных веществ и создание водопрочной структуры в верхнем горизонте почвы. Особенно благоприятно дерновый процесс развивается под луговой и лугово-степной травянистой растительностью. С развитием дернового процесса связано образование, помимо дерновых почв таежно-лесной зоны, широкого ряда почв и в других зонах: черноземов, каштановых, дерновых аллювиальных, луговых глеевых, темноцветных почв прерий, серых лесных и др.

В таежно-лесной зоне с широким распространением кислых, бедных оснований пород, дерновый процесс на вне пойменных территориях заметно проявляется только в южно-таежной подзоне, где он сочетается с подзолистым процессом и приводит к образованию дерново-подзолистых почв.

Дерновые почвы имеют следующие общие признаки и свойства: хорошо выраженный гумусовый горизонт комковато-зернистой структуры, отсутствие или слабую выраженность оподзоленности, высокое содержание гумуса (от 3 - 4 до 6 - 8% и более), высокую емкость поглощения, слабокислую, нейтральную или слабощелочную реакцию, повышенный валовой запас азота и зольных элементов питания растений.

*Классификация, состав и свойства дерновых почв.* Выделяют три типа дерновых почв: дерново-карбонатные, дерновые литогенные и дерново-глеевые. Дерново-карбонатные типичные почвы формируются преимущественно на маломощном элювии известковых пород. Профиль их небольшой (30 см и менее). Они отличаются маломощностью, щебнистостью и как следствие неустойчивым водным режимом.

Дерново-карбонатные выщелоченные почвы развиваются на более мощной толще элюво-делювия карбонатных пород. Профиль достигает 60 - 100 см. Реакция гумусового слоя слабокислая (рН 5,5 - 6,5), ниже его отмечается вскипание от НС1. Содержат несколько меньше гумуса (от 3 - 5 до 6-8%).

Дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы обладают высоким природным плодородием и относятся к лучшим автоморфным почвам таежно-лесной зоны.

Дерновые литогенные почвы формируются на породах, содержащих много силикатных форм кальция и магния, на элювии пород, богатых железом. Наиболее широко распространены в Средней Сибири. Содержание гумуса сильно варьирует (от 2- 4 до 6 - 9%), количество его с глубиной быстро падает; реакции близка к нейтральной, профиль по валовому составу относительно однороден.

Лучшими среди этого типа почв являются дерновые насыщенные. При достаточной мощности они по уровню плодородия близки к дерново-карбонатным выщелоченным почвам.

Дерново-глеевые почвы развиваются при участии сильноминерализованных, богатых кальцием (жестких) грунтовых вод. Эти почвы отличаются высоким содержанием гумуса (8—10%), большой емкостью поглощения (30—40 ммоль/100 г почвы), высокой насыщенностью основаниями, нейтральной или слабокислой реакцией, биогенной и гидрогенной аккумуляцией ряда элементов. Вследствие близкого залегания грунтовых вод имеют неблагоприятный водно-воздушный режим. Дерново-глеевые почвы обладают высоким потенциальным плодородием, но нуждаются в регулировании водного режима.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды дерновых почв.
2. Дайте характеристику условий почвообразования.
3. Перечислите свойства дерновых почв.

### **Дерново-подзолистые почвы**

Дерново-подзолистые почвы развиваются под воздействием подзолистого и дернового процессов. В верхней части профиля они имеют гумусо-элювиальный (дерновый) горизонт, образовавшийся в результате дернового процесса, ниже - подзолистый горизонт, сформировавшийся под влиянием подзолистого процесса. Эти почвы характеризуются небольшой мощностью дернового горизонта, низким содержанием гумуса и питательных веществ, кислой реакцией и наличием малопродуктивного подзолистого горизонта.

*Генезис дерново-подзолистых почв.* Дерново-подзолистые почвы образуются под травянистыми или мохово-травянистыми лесами. Развивающаяся под их пологом травянистой растительность приводит к формированию в профиле подзолистой почвы дернового горизонта. В результате совместного проявления подзолистого и дернового процессов и формируются дерново-подзолистые почвы. Это происходит также при сведении леса, когда на его месте возникают суходольные луга. В данном случае подзолистый процесс сменяется дерновым и из подзолистой почвы постепенно образуется дерново-подзолистая.

Таким образом, дерново-подзолистые почвы могут образоваться в результате как попеременного, так и совместного воздействия подзолистого и дернового процессов.

*Классификация дерново-подзолистых почв.* Дерново-подзолистые почвы, но классификации Почвенного института имени В. В. Докучаева, выделяются на уровне подтипа в типе подзолистых почв. Однако целесообразнее их рас-

смаывать как самостоятельный тип. Это вызывается особенностями генезиса дерново-подзолистых почв и более высоким их природным плодородием по сравнению с подзолистыми почвами.

Дерново-подзолистые почвы под природной растительностью имеют с поверхности или дернину (А<sub>д</sub>) или лесную подстилку (А<sub>о</sub>) мощностью 3—5 см. Под ней залегает гумусо-элювиальный (дерновый) горизонт А<sub>1</sub> мощностью более 5 см, иногда достигающий 15—20 см. Этот горизонт имеет светло-серый и реже темно-серый цвет. Ниже дернового горизонта идет подзолистый горизонт (А<sub>2</sub>), сменяемый переходным (А<sub>2</sub>В) и иллювиальным (В) горизонтом. Последний, постепенно переходит в породу (С). В пахотных дерново-подзолистых почвах под пахотным горизонтом (А<sub>пах</sub>) лежит подзолистый (А<sub>2</sub>), или переходный (А<sub>2</sub>В), или непосредственно иллювиальный горизонт (В).

Дерново-подзолистые почвы теплой фации характеризуются мощным профилем (200—250 см), кислой реакцией, палевым оттенком подзолистого горизонта. Встречаются дерново-палево-подзолистые почвы в Калининградской области.

В дерново-подзолистых почвах умеренной фации профиль достигает 150—200 см. Наиболее кислая реакция наблюдается в горизонте В (рН<sub>KCl</sub> 3—4,5). По тепловому балансу они несколько уступают дерново-палево-подзолистым почвам. Основной фонд пахотных земель зоны.

Дерново-подзолистые глееватые почвы сохраняют признаки дерново-подзолистых почв. Глееватые подтипы дерново-подзолистых почв развиваются при сезонном переувлажнении. На пахотных угодьях они приурочены к нижним частям склонов, бессточным равнинам, к мелким западинам.

Среди подтипов дерново-подзолистых почв встречаются такие же роды, как и в подзолистых почвах. Дополнительно выделяется род дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом («вторично-подзолистые»).

Больше всего гумуса в гумусо-элювиальном, в данном случае в пахотном горизонте – А<sub>пах</sub> (от 1,5 до 3%), а в подзолистом и в нижележащих горизонтах наблюдается резкое его снижение. Его количество уменьшается до десятых долей процента.

В дерново-подзолистых почвах отношение гуминовых кислот к фульвокислотам меньше 1 по всему профилю. Лишь в дерново-подзолистых остаточно-карбонатных почвах, образовавшихся на карбонатных породах, в гумусовом горизонте А<sub>1</sub> гуминовых кислот накапливается больше, чем фульвокислот, в связи с чем указанное отношение становится больше 1.

Степень насыщенности основаниями у них выше, чем у подзолистых почв. Обменные основания представлены главным образом кальцием и меньше магнием. Содержание кальция в пахотном горизонте выше, чем в других горизонтах, что связано с более активной биологической аккумуляцией его по сравнению с магнием.

Минералогический состав дерново-подзолистых почв разнообразен и зависит главным образом от гранулометрического состава и свойств почвообразующих пород. В крупных фракциях механических элементов встречаются кварц, полевые шпаты, слюды и другие первичные минералы.

Дерново-подзолистые почвы бедны валовыми запасами и подвижными формами азота и фосфора. Азот содержится преимущественно в органическом веществе, при минерализации которого образуются нитратные и аммиачные формы, доступные растениям. Некоторая часть азота постоянно находится в форме поглощенного аммония. Валовое содержание азота от сотых долей до 0,2%.

Фосфор содержится преимущественно в минеральных соединениях. Подвижных форм фосфатов, по Кирсанову, содержится обычно 0 - 50, реже 50 - 100 мг  $P_2O_5$  на кг почвы и лишь в окультуренных почвах 150 - 200 мг и более.

Содержание подвижного (обменного) калия, по Пейве, составляет 70 - 150 мг  $K_2O$  на 1 кг почвы.

Содержание микроэлементов в дерново-подзолистых почвах может колебаться в очень широких пределах, поэтому в одних случаях возможен недостаток, а в других избыток любого микроэлемента.

Плотность твердой фазы мало изменяется по профилю почвы, плотность же существенно увеличивается при переходе от верхних горизонтов к нижним. Общая пористость в пахотном слое довольно высокая (54 - 56%), затем постепенно убывает, снижаясь в иллювиальном горизонте и породе до 40 - 43%.

Дерново-подзолистые почвы характеризуются непрочной структурой. В пахотном горизонте обычно содержится 20 - 40% водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды дерново-подзолистых почв.
2. Дайте характеристику условий почвообразования.
3. Перечислите свойства дерново - подзолистых почв.

### **Болотно - подзолистые почвы**

Почвы болотно-подзолистого типа формируются в результате подзолистого и болотного процессов почвообразования, что осуществляется при временном избыточном увлажнении поверхностными или мягкими грунтовыми водами. Рассматриваемые почвы относятся к полугидроморфным, имеют кислую реакцию ( $pH_{KCl}$  3 - 4). Подзолистый горизонт их обогащен кремнеземом и обеднен полутораокисями, а в глеевых горизонтах накапливаются подвижные формы железа. При использовании в земледелии нуждаются в регулировании водного режима и последующем окультуривании.

Болотно-подзолистые почвы сохраняют признаки подзолистых почв, но характеризуются оглеением минеральной части и имеют с поверхности торфянистый слой от 10 до 30 см.

Профиль болотно-подзолистых почв имеет следующее строение: с поверхности лесная подстилка ( $A_0$ ) или очес (Оч); ниже расположен торфянистый горизонт ( $A_T$ ), который может быть слаборазложившимся (торфяным)  $A_1$ , среднеразложившимся (перегнойно-торфяным)  $A$  от сильноразложившимся (перегнойным). Под торфянистым горизонтом залегает гумусовый горизонт ( $A_1$ ), под ним подзолистый ( $A_2$ ), иллювиальный (В) и порода (С или  $C_g$ ).

Оглеение породы выражено только при грунтовом увлажнении. Профиль в зависимости от фации и подзол составляет 50 - 200 см.

В болотно-подзолистых почвах выделяются следующие основные подтипы. Торфянисто-подзолистые поверхностно-глеевые ( $A_0$  10 - 30 см, оглеение сильное по всему профилю). Торфянисто-подзолистые грунтово-глеевые ( $A_1$  10 - 30 см, оглеение сильное, нижняя часть профиля переувлажнена, часто водоносна). Перегнойно-подзолистые поверхностно-глеевые. Мощность перегнойного горизонта ( $A_0$ ) 10 - 20 см, содержит гумуса 20 - 30%. Реакция почвы в верхней части профиля кислая (рНКС1 - около 4), а в нижней - близкая к нейтральной (рН 6 - 7). Развиваются в теплой фации дерново-подзолистой подзоны.

Дерново (перегнойно) - подзолистые грунтово-глеевые. Развиваются на песчаных и супесчаных породах в подзоне дерново-подзолистых почв.

Мощность перегнойного или дернового горизонта 10 - 20 см, хорошо выражен ортзандровый, или иллювиально-гумусовый, горизонт с содержанием гумуса от 2 до 10%.

В пределах подтипов выделяются следующие роды: обычные, иллювиально-гумусовые, иллювиально-железистые, оруденелые, контактно-глеево-подзолистые. На виды делятся по степени и глубине оподзоливания, мощности торфа (на торфянисто - и торфяно-подзолистые).

*Оглеение.* Под глеем понимается более или менее плотная суглинистая или глинистая порода серого цвета с зеленоватым оттенком, формирующуюся в условиях длительного переувлажнения.

При глееобразовании происходит разрушение первичных и вторичных минералов. Кроме того, существенным превращениям подвергаются соединения элементов с переменной валентностью (Fe, Mn, S и N).

При длительном и постоянном избыточном увлажнении в условиях устойчивого развития глеевого процесса ионы закисного железа вступают в реакцию с кремнеземом и глиноземом, образуя с ними, как отмечено выше, вторичные алюмо-ферросиликаты, в состав которых входит закисное железо.

Такие минералы в отличие от минералов, содержащих окисное железо, имеют сизоватую, грязно-зеленоватую или голубоватую окраску. Почвенные горизонты, в которых накапливаются эти минералы, называются глеевыми.

Развитие оглеения существенно ухудшает агрономические свойства почв, и для их улучшения требуется коренное изменение водно-воздушного режима осушительными мелиорациями, а для почв временного поверхностного переувлажнения (минеральные полугидроморфные почвы) — применение комплекса агротехнических мероприятий.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды болотно-подзолистых почв.
2. Дайте характеристику условий почвообразования.
3. Перечислите свойства болотно - подзолистых почв.

### **Болотные почвы**

Основные площади болотных почв расположены в таежно-лесной и тундровой зонах (Карелия, республика Коми, Мурманская, Архангельская, Ленинградская, Вологодская области, Западно-Сибирская низменность и Дальний Восток).

*Генезис болотных почв.* Формирование и развитие болотных почв неразрывно связаны с избыточным увлажнением, которое возникает вследствие различных причин и может быть вызвано поверхностными и грунтовыми водами.

При неглубоком залегании грунтовые воды близко подходят к дневной поверхности и, насыщая верхние горизонты почвы до полной влагоемкости, создают благоприятные условия для развития болотной растительности. Болотные почвы формируются под воздействием двух процессов - торфообразования и оглеения. Их часто объединяют под одним термином - «болотный процесс».

Торфообразование - накопление на поверхности почвы полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации в условиях избыточного увлажнения. В начальной стадии заболачивания появляются влаголюбивые автотрофные травянистые растения, которые в последующие стадии сменяются зелеными мхами, кукушкиным льном и, наконец, белым мхом - сфагнумом. Избыточное увлажнение сказывается не только на составе растительности, но и на темпах и характере разложения ее остатков.

В анаэробных условиях интенсивность окислительных процессов сильно ослабляется и органические вещества до конца не минерализуются. При разложении органических остатков в анаэробных условиях на поверхности почвы накапливаются полуразложившиеся органические вещества в виде торфа. Мощность слоя торфа может достигать десяти метров и более.

В образовании торфа важная роль принадлежит разнообразным почвенным микроорганизмам. Вначале на отмершей растительности активно развиваются неспороносные бактерии и грибы. По мере разрушения органических веществ отмечается значительное развитие спорообразующих бактерий, сменяемых целлюлозоразлагающими и другими микроорганизмами. Наиболее активный биохимический процесс превращения органического вещества торфа протекает в самом верхнем его слое, где создаются условия некоторой аэрации. В нижних горизонтах масса торфа существенно не изменяется.

Анаэробнозис резко затормаживает разложение органического вещества, а, следовательно, и вовлечение зольных элементов и азота в новые циклы биологического круговорота, поэтому возникает относительный недостаток элементов зольной пищи и азота для растений.

Изменение условий аэрации и питательного режима - причина развития определенных групп болотной растительности и ее эволюции.

В различных условиях заболачивания территории отмечают свои особенности развития и смены болотной растительности. Наиболее распространенными растениями-торфообразователями из травянистых являются: осоки, пушицы, камыш, тростник, вейник, шейхцерия, рогоз, канареечник, хвощовые и др. Среди полукустарников и древесных наиболее часто в торфообразовании участвуют: багульник, клюква, вереск, ива, ольха черная и серая, сосна обыкновенная, ель, лиственница.

Особенно большую роль в торфообразовании играют мхи: гипновые зеленые, кукушкин лен, белые сфагновые.

## Классификация болотных почв

Болотные почвы таежно-лесной зоны представлены главным образом низинными и верховыми болотными почвами, имеющими мощный торфяной горизонт. В более южных зонах эти почвы представлены в основном болотными пойменными почвами степей, буроземно-лесными болотными почвами, болотными почвами сероземной зоны и болотными почвами субтропических областей.

Болотные почвы разных зон наряду с общими свойствами и признаками несут и следы зонального характера. Например, болотные почвы сероземной зоны отличаются малой мощностью торфяного горизонта и значительной засоленностью. Болотные почвы буроземно-лесных областей, наоборот, имеют более мощные торфяные горизонты и, как правило, значительно заилены.

Верховые болотные почвы разделяются на виды по таким признакам.

По мощности органогенного горизонта в торфяной залежи: торфянистоглеевые маломощные - мощность торфа от 20 до 30 см; торфяно-глеевые - мощность 30—50 см; торфяные на мелких торфах - мощность торфяной залежи 50 - 100 см; торфяные на средних торфах - мощность залежи 100 - 200 см; торфяные на глубоких торфах - мощность залежи >200 см.

По степени разложения торфа (верхние 30 - 50 см): торфяные - степень разложения торфа <25%; перегнойно-торфяные - степень разложения 25 - 45%.

По степени развития процесса почвообразования различают четыре подтипа болотных низинных почв: низинные обедненные торфяно-глеевые; низинные обедненные торфяные; низинные (типичные) торфяно-глеевые; низинные (типичные) торфяные.

Первые два подтипа формируются под действием слабоминерализованных грунтовых вод, остальные - под воздействием жестких грунтовых вод. Первые два подтипа почв распространены преимущественно в северной и средней тайге, а последние - в южной тайге и лесостепи.

Торфяные горизонты болотных низинных почв резко отличаются по свойствам и плодородию от торфяных горизонтов верховых почв.

Деление на роды определяется повышенным содержанием в золе торфяных почв карбонатов, водорастворимых солей, соединений железа и т.д.

Принцип деления болотных низинных почв на виды в основном аналогичен делению почв верхового болотного типа.

Генетическая и агрономическая оценка торфа проводится по степени его разложения, ботаническому составу, составу органических веществ, содержанию азота, зольности, реакции и физическим свойствам.

Степень разложения - важная характеристика торфа, определяется по относительному содержанию продуктов распада тканей, утративших клеточное строение. В полевых условиях степень разложения торфа можно определить глазомерно. Торф верховых болотных почв имеет слабую или среднюю степень разложения, а низинных чаще всего высокую.

Торф этих почв слабо гумифицирован, гумусовые вещества составляют 10 - 15% от общего С и в их составе преобладают фульвокислоты.

Торф низинных болотных почв хорошо гумифицирован и в нем содержится до 40 - 50% гумусовых веществ, преобладающая часть которых пред-

ставлена гуминовыми кислотами.

Торф болотных почв богат азотом (от 0,5 - 2,0% в верховых до 3 - 4% в низинных почвах), но азот содержится в труднообилизуемых формах. В торфе верховых почв он представлен азотом различных азотсодержащих соединений исходных растительных остатков; в торфе низинных болотных почв - в значительной части и азотом гумусовых веществ.

Реакция торфа верховых болотных почв кислая и сильнокислая, а низинных колеблется от слабокислой до слабощелочной (з низинных карбонатных почвах). Лишь сульфатные низинные торфяные почвы имеют крайне кислую реакцию ( $pH_{Cl}$  1,1 - 3,0).

Торфа всех видов характеризуются высокой емкостью поглощения (от 80 - 90 до 130 - 200 м-экв.), но различаются по величине гидролитической кислотности и насыщенности основаниями. Степень насыщенности у торфа верховых почв 10 - 30%, а у низинных - 70%. Болотная почва - 100%.

Торф верховых почв имеет низкую зольность (2 - 5%); у торфа низинных почв ее величина колеблется от 5 - 10% у обедненных (переходных) почв до 30 - 50% у высокозольных.

В верховых болотных почвах состав и содержание зольных элементов определяется зольностью исходных растительных остатков, а в низинных в большей мере зависит от гидрогенной аккумуляции веществ и степени заиления торфа.

Наиболее важными компонентами золы являются фосфор, калий и кальций. Фосфор в торфе содержится в основном в органической форме и в небольших количествах (0,1 - 0,4%), за исключением некоторых травяных и ольшаниковых болот, в торфе которых фосфор может накапливаться в виде вивианита. Все торфа бедны калием. Содержание кальция в торфе верховых болот невелико, а в торфе низинных почв в среднем 2 - 4%, достигая в карбонатных родах до 30% и выше.

В торфе оруденелых видов содержится значительное количество  $Fe_2O_3$  (5 - 20% и более), а в засоленных содержится до 2% водорастворимых солей.

Торфяные горизонты болотных почв имеют специфические физические свойства: низкие показатели плотности, высокую влагоемкость, слабую водопроницаемость и слабую теплопроводность. Влагоемкость низинного торфа колеблется от 400 до 900%, верхового - 1000 - 1200%.

Слабая теплопроводность торфяных горизонтов определяет неглубокое промерзание болотных почв в холодный период и очень медленное их оттаивание. Сухой торф хорошо адсорбирует газы, в частности аммиак, что имеет важное значение при употреблении торфа в подстилку.

Болотные почвы, различающиеся по генезису, составу и свойствам, также имеют и различную ценность как сельскохозяйственные угодья. Более важными в сельскохозяйственном отношении являются низинные болотные почвы, торф которых обладает высокой зольностью, большим содержанием азота, а также благоприятной реакцией.

Использование болотных почв в сельском хозяйстве может идти в двух направлениях: как источник органических удобрений и как объект для освое-

ния и превращения их в культурные уголья.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды торфяных почв.
2. Дайте характеристику условий почвообразования.
3. Перечислите свойства торфяных почв.

### **Бурые лесные почвы широколиственных лесов**

Бурые лесные почвы широколиственных лесов распространены в умеренно-теплых и влажных приокеанических областях суббореального пояса в Западной и Средней Европе и на Дальнем Востоке.

*Условия почвообразования.* Климат западных районов России с бурыми лесными почвами характеризуется значительным количеством осадков и мягкой зимой. Среднегодовая сумма осадков от 600 до 1000 мм при испаряемости от 350 до 550 мм, что обеспечивает промывной режим почв. Сумма положительных температур выше 10°C составляет 2000 - 3000 .

Бурые лесные почвы дальневосточных районов характеризуются муссонным климатом, с максимумом осадков в конце теплого периода и с малоснежной суровой зимой. Почвы промерзают на 2 - 3 м и медленно оттаивают.

Сумма осадков 450 - 600 мм при испаряемости 430 - 550 мм. Сумма температур выше 10° С составляет 1900 - 2600°.

Почвообразующие породы в большинстве случаев представлены элювиально-делювиальными и аллювиальными отложениями.

Растительность на Дальнем Востоке - также хвойно-широколиственными с участием дуба, липы, клена, пихты, кедра и саянской ели. Здесь формируются своеобразные лугово-черноземовидные почвы Амурских прерий, близкие к бурым лесным по составу минеральной части, но более глубоко гумусированные. Среди них распространены участки с лугово-болотной и болотной растительностью и соответствующими почвами.

*Генезис и классификация бурых лесных почв.* Процесс формирования бурых лесных почв называется буроземообразованием. Основными слагающими его являются гумусоаккумулятивный процесс, оглинение и лессиваж.

Оглинение - образование вторичных глинистых минералов как в результате трансформации первичных минералов, так и в результате синтеза глин при трансформации слоистой решетки слюд (Г. Фольстер, 1963).

Оглинению способствуют достаточное увлажнение профиля в условиях продолжительного периода с положительными температурами, а также интенсивно протекающие процессы биологического круговорота веществ. При оглинении в почвенном профиле накапливаются ил, а также железо, алюминий, марганец, фосфор, магний, кальций и другие элементы.

При промывном типе водного режима происходит вынос ряда органических, органо-минеральных и минеральных соединений.

Наиболее характерными признаками бурых лесных почв являются слабая дифференциация на почвенные горизонты, бурый или желто-бурый цвет всего профиля, за исключением гумусового горизонта и осветленных горизонтов

оподзоливания, которые не всегда выражены, кислая или слабокислая реакция, отсутствие иллювиально-карбонатного горизонта. Под лесной подстилкой ( $A_0$ ) залегает перегнойно-аккумулятивный горизонт ( $A_1$ ) мощностью 5 - 20 см (у лугово-черноземовидных почв 30 - 50 см), далее идет глинисто-метаморфический горизонт ( $B_t$ ) бурого цвета, комковато-ореховой структуры, мощностью от 15 до 40 см, который постепенно сливается с почвообразующей породой. В ней может встречаться щебенка, если почва формируется на элювии плотных пород. Почва получает монотонный буро-окрашенный профиль вследствие преобладания в составе гумуса бурых гуминовых кислот и фульвокислот и накопления оксидов железа.

Наряду с типичными почвами встречаются бурые лесные оподзоленные, формирующиеся в условиях замедленного процесса разложения лесного опада и при нарастании континентальности климата. В таких почвах выделяется оподзоленный горизонт  $A_1B$  или  $A_2$ . Бурым лесным почвам, развивающимся в условиях муссонного климата дальневосточных провинций, свойственны явления поверхностного оглеения, развитию которых способствует хорошее увлажнение при длительном теплом периоде.

Тип бурых лесных почв в классификационном отношении подразделяется на следующие подтипы: бурые лесные типичные, бурые лесные оподзоленные.

В связи с региональными особенностями почвообразования различают бурые лесные почвы умеренно теплой западной фации с умеренно мягкой зимой и бурые лесные дальневосточной фации - глубоко промерзающие, длительно-сезонномерзлотные с холодной зимой.

Разделение на роды связано с характером почвообразующих пород (остаточно-карбонатные, красноцветные, каменисто-галечниковые) или особенностями налагающихся процессов (вторично-дерновые, поверхностно-глеевые и глубокоглеевые).

*Состав и свойства бурых лесных почв.* Гранулометрический и минеральный состав. В бурых лесных почвах наиболее обогащена илом средняя часть профиля (горизонт  $B_t$ ). Такое распределение илистой фракции отражает характерный для буроземообразования процесс оглинения, а также проявление лессиважа. В оподзоленных почвах перераспределение ила связано также с собственно подзолообразованием.

Минералогический состав крупных фракций разнообразен и определяется составом исходных пород. Высокодисперсная фракция ( $<0,001$  мм) содержит минералы каолиновой и монтмориллонитовой групп, а также гидрослюды, аморфные вещества и минералы группы полутораокисей (гетит, гиббсит).

Несмотря на промывной водный режим и вынос минеральных и органических соединений из верхней части профиля, подзолообразование в типичных лесных почвах не выражено из-за высокой аккумуляции в лесной подстилке зольных элементов, в том числе кальция, и интенсивного биологического круговорота веществ.

Состав гумуса отличается значительным преобладанием фульвокислот над гуминовыми, причем последние представлены преимущественно бурой фракцией - ульминовыми кислотами.

Физико-химические свойства бурых лесных почв существенно варьируют в зависимости от направления почвообразования и состава пород. В большинстве случаев реакция профиля слабокислая или кислая (в оподзоленных и поверхностно-оглеенных почвах). Повышенной кислотностью и ненасыщенностью основаниями характеризуются бурые лесные оподзоленные и оглеенные почвы. Им свойственно также высокое содержание подвижного алюминия.

Оподзоленные и оглеенные бурые лесные почвы этого региона приурочены к равнинам, где они сочетаются с дерново-подзолистыми, луговыми и лугово-болотными почвами.

Бурым лесным почвам присуща высокая скважность, высокая влагоемкость и достаточная водопроницаемость.

Бурые лесные почвы широко используются как пахотные, сенокосные, пастбищные и лесные угодья. В условиях низких предгорий в европейской части России на бурых лесных почвах выращивают большой ассортимент зерновых и технических культур. Это районы развитого плодоводства и овощеводства. Бурые лесные почвы дальневосточных провинций также широко используются под различные культуры. Важное значение в улучшение свойств бурых лесных почв имеет травосеяние.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды бурых лесных почв.
2. Дайте характеристику условий почвообразования.
3. Перечислите свойства бурых лесных почв.

## **2.3. Почвы лесостепной и степной зоны.**

### **Границы и площади лесостепной зоны. Условия почвообразования.**

#### **Общая характеристика почв**

В северной части лесостепной зоны распространены преимущественно серые лесные почвы. Наряду с серыми лесными почвами здесь встречаются дерново-подзолистые почвы, оподзоленные и выщелоченные черноземы, а также внутризональные и интразональные почвы серые лесные глеевые, лугово-черноземные, дерново-карбонатные болотные, аллювиальные, солонцы, солоди и солончаки.

Климатические условия зоны благоприятны для роста и развития естественной деревянистой и травянистой растительности и для возделывания широкого ассортимента сельскохозяйственных культур. Характерная особенность климата зоны - примерно равное соотношение осадков и испаряемости.

По обеспеченности влагой западные провинции относятся к влажным, а центральные и восточные - к полувлажным. Западные провинции относятся к полосе среднеспелых культур, а восточные - к полосе ранних культур.

Территория зоны здесь простирается в пределах Среднерусской, Приволжской возвышенностей, Пермского и Уфимского плато.

На западе преобладающими породами являются лёссы и лёссовидные суглинки, в Среднерусской провинции - покровные суглинки и местами морена. В

отдельных районах (Приволжская возвышенность, Приуралье и др.) серые лесные почвы развиты на элювиально-делювиальных продуктах выветривания коренных пород пермского, юрского, мелового и третичного периодов.

Равнинный рельеф имеет Западно-Сибирская провинция. Наиболее дренированы и расчленены приречные территории. Междуречья слабо дренированы. Из почвообразующих пород преобладают лёссовидные суглинки и глины.

*Растительность.* В Среднерусской провинции господствуют дубовые леса с примесью липы, клена, ясеня и других широколиственных пород. Далее к востоку в лесах заметное место занимает береза, часто с примесью хвойных пород (пихта, сосна).

В Западно-Сибирской провинции преобладают березовые травянистые леса с примесью осины. На востоке зоны распространены березово-осиновые и сосново-березовые леса с примесью лиственницы. На территории всей зоны на песчаных террасах рек часто произрастают сосновые боры. Травянистая растительность лесов разнообразна и обильна.

Серые лесные почвы по совокупности морфологических признаков и свойств занимают переходное положение от дерново-подзолистых почв южно-таежной подзоны к черноземным почвам лесостепи.

В зависимости от интенсивности гумусирования и развития признаков оподзоливания тип серых лесных почв подразделяется на три подтипа - светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы.

Тип серых лесных почв характеризуется следующим строением профиля. Целинные почвы с поверхности имеют горизонт лесной подстилки  $A_0$  или дернины  $A_d$ . В верхней части выделяется гумусовый слой, окраска которого изменяется от светло-серой до темно-серой при переходе от светло-серых почв к темно-серым.

Главная морфологическая особенность серых лесных почв - заметное разделение гумусового слоя на два горизонта - верхняя часть с наиболее интенсивной гумусовой окраской - гумусовый горизонт  $A_1$  и нижняя часть гумусового слоя - переходный или гумусово-оподзоленный (гумусово-элювиальный) горизонт  $A_1A_2$ , в разной степени окрашенный гумусом и имеющий одновременно признаки оподзоленности в виде более или менее обильной белесой присыпки, которая представляет собой мелкие фракции кварца и полевых шпатов. С поверхности их удалены пленки гумуса и гидроокиси железа. Затем следует переходный горизонт  $A_2B$ . Ниже залегает иллювиальный горизонт  $B$  с ореховатой или ореховато-призматической структурой, по граням которой встречаются примазки и лакировка, а также белесая присыпка. Горизонт  $B$  постепенно переходит в породу  $C$ . Она на некоторой глубине (120 - 200 см) обычно содержит карбонаты в виде прожилок и журавчиков. Серые лесные почвы Среднерусской провинций на водоразделах часто не содержат карбонатов: они вымыты на большую глубину.

Светло-серые и серые лесные почвы формируются преимущественно в северной части зоны, где комплекс биоклиматических условий почвообразования (меньшее участие в опаде остатков травянистой растительности, более выраженный нисходящий ток воды, больший вынос оснований из опада и т. д.)

приводит к заметному развитию подзолистого процесса. Далее на юг преобладают темно-серые почвы в сочетании с оподзоленными и выщелоченными черноземами, а светло-серые и серые почвы встречаются лишь на легких породах или на участках рельефа с повышенным увлажнением.

### **Классификация серых лесных почв**

Тип серых лесных почв разделяется на подтипы: светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы. В подтипах выделяются следующие роды: обычные, остаточного-карбонатные, со вторым гумусовым горизонтом, контактно-луговатые, пестроцветные.

На виды серые лесные почвы делятся: на глубине вскипания - высококовскипающие (выше 100 см) и глубококовскипающие (глубже 100 см); по мощности гумусового слоя ( $A_1$ ) - мощные (>40 см) среднемощные (20 - 40 см) и маломощные (<20 см).

Светло-серые лесные почвы выделяются среди серых лесных почв наибольшей оподзоленностью и наименьшей мощностью гумусового горизонта. По морфологическим признакам и свойствам они близки к дерново-подзолистым почвам. Горизонт  $A_1$  - небольшой мощности (15 - 20 см и меньше), светло-серый, часто неравномерной окраски, со слабо выраженной комковато-ореховатой или комковато-пластинчатой структурой. На пахотных угодьях  $A_1$  обычно бесструктурный, распыленный.

Гумусово-оподзоленный горизонт  $A_1A_2$  имеет четкие признаки оподзоленности - ясный белесоватый оттенок, чешуйчатую, пластинчатую или плитчато-ореховатую структуру с обильной белесой присыпкой.

Горизонт  $A_2B$  характеризуется или плитчато-ореховатой, или ореховатой структурой с белесой присыпкой и постепенно переходит в иллювиальный горизонт  $B$ , с заметной присыпкой и буровато-коричневыми примазками по граням ореховато-призматической структуры.

Постепенно иллювиальный горизонт переходит в породу (C). Обычно в конце второго метра профиля встречаются карбонаты в виде журавчиков или известковых трубочек и прожилок.

Серые лесные почвы характеризуются более интенсивным развитием дернового процесса и ослаблением подзолистого по сравнению со светло-серыми лесными почвами. Морфологически отличаются от них более темным цветом горизонтов  $A_1$  и  $A_1A_2$ , повышенной мощностью горизонта  $A_1$  (до 25—30 см), комковато-мелкоореховатой структурой в горизонте  $A_1A_2$ .

Горизонт  $A_2B$  может отсутствовать; горизонт  $B$  имеет те же признаки, что и у светло-серых почв.

Темно-серые лесные почвы по своим признакам и свойствам близки к черноземам. Гумусовый горизонт  $A_1$  у них более мощный, чем у серых лесных почв, и более темной окраски. Структура его комковатая или комковато-ореховатая. Горизонт  $A_1A_2$  довольно интенсивно прокрашен гумусом, имеет ореховатую структуру с белесой присыпкой.

Иллювиальный горизонт выделяется темно-бурой окраской, заметной уплотненностью, отчетливо выраженной ореховато-призматической структурой.

рой. В отличие от светло-серых и серых почв белесая присыпка в горизонте В необильная, иногда даже отсутствует. Обычно на глубине 120—150 см залегают карбонаты в виде мицелия и журавчиков.

Наряду с серыми (светло-серыми, серыми и темно-серыми) лесными почвами также распространены и почвы со вторым гумусовым горизонтом

В них ниже оподзоленного горизонта  $A_1A_2$  находится второй гумусовый горизонт ( $A_h$ ) более темный по окраске, пепельно-серый или пепельно-черный с сероватой присыпкой, рассыпчато-мелкоореховатой или плитчато-ореховатой структурой. Второй гумусовый горизонт сменяется иллювиальным горизонтом В.

Серые лесные глеевые почвы разделяются на подтипы: серые лесные поверхностно-глееватые, серые лесные грунтово-глееватые и серые лесные грунтово-глеевые.

Выделяются следующие роды: обычные, контактно-глеевые, со вторым гумусовым горизонтом, осолоделые, слитые, слабо дифференцированные (песчаные).

Минералогический состав илистой фракции представлен аморфными соединениями  $SiO_2$ ,  $R_2O_3$  и глинистыми минералами - гидрослюдами, вермикулитом, монтмориллонитом и хлоритом. В почвах, развитых на элювии гранита, присутствует также и каолинит.

Верхние горизонты серых лесных почв обеднены полутораокисями и обогащены кремнекислотой. Эта закономерность изменения валового состава по профилю серых лесных почв указывает на заметную оподзоленность. Наиболее четко она выражена у светло-серых почв и в меньшей степени у темно-серых.

Гумус в горизонте  $A_1$  ( $A_n$ ) у светло-серых почв составляет 1,5 - 3 % в западных провинциях и до 5 % в восточных: у серых - соответственно от 3 - 4 до 6 - 8 % и у темно-серых от 3,5 - 4 до 8 - 9 % и более. У темно-серых почв содержание гумуса вниз по профилю уменьшается постепенно. По сравнению с дерново-подзолистыми почвами в составе гумуса возрастает группа гуминовых кислот, особенно их фракция, связанная с кальцием.

Светло-серые и серые почвы под лесом часто в верхнем горизонте ( $A_1$ ) еще имеют некоторое преобладание фульвокислот над гуминовыми кислотами, но уже в горизонтах  $A_1A_2$  и  $B_1$  преобладают гуминовые кислоты.

Физико-химические свойства серых лесных почв хорошо отражают особенности их генезиса. Светло-серые почвы кислые, не насыщены основаниями ( $V=70 - 80$  %). Емкость поглощения в гумусовом горизонте суглинистых разновидностей составляет 14 - 18 м-моль и возрастает в иллювиальном горизонте в связи с обогащением его илистой фракцией.

Подтип серые лесные почвы также характеризуется кислой реакцией и некоторой ненасыщенностью основаниями, хотя и в несколько меньшей степени, чем светло-серые почвы.

Емкость поглощения в зависимости от гранулометрического состава и содержания гумуса в горизонте  $A_1(A_n)$  колеблется в пределах 18 - 30 м—моль на 100 г почвы.

Более благоприятны физико-химические свойства у темно-серых почв. Емкость поглощения в верхнем горизонте составляет от 15 - 20 до 35 - 45

ммоль на 100г почвы. Они имеют более высокую насыщенность основаниями ( $V = 80 - 90 \%$ ). Реакция солевой вытяжки чаще слабокислая. В отличие от светло-серых почв серые и темно-серые почвы характеризуются наибольшей емкостью поглощения в верхних горизонтах, что связано с большей гумусированностью и меньшим обеднением илом верхних горизонтов. Гидролитическая кислотность у типа серых лесных почв обычно 2 - 5 ммоль на 100 г почвы.

Агрофизические свойства серых лесных почв, особенно светло-серых, малоблагоприятны. Невысокое содержание гумуса, обеднение илом, обогащение пылеватыми фракциями способствуют быстрому обесструктуриванию верхнего горизонта при распашке, поэтому такие почвы заплывают и образуют корку.

### **Черноземные почвы лесостепной и степной зон**

Основные массивы черноземов находятся на Северном Кавказе, в центральных областях, Поволжье, Западной Сибири.

**Условия почвообразования.** Черноземные почвы распространены в лесостепной и степной зонах. Большая широтная и особенно меридиональная протяженность территории черноземных почв определяет значительную неоднородность ее природных условий.

Климат характеризуется теплым летом и умеренно холодной зимой. В восточных областях зима холодная и суровая. Неоднородность климата, особенно в степной зоне, проявляется в различиях обеспеченности теплом в период вегетации, зимних температур и характера увлажнения.

По мере движения с запада на восток уменьшается количество тепла, нарастает континентальность климата, снижается количество осадков.

В целом территория распространения черноземов характеризуется недостаточным увлажнением. Лишь на севере лесостепной зоны соотношение количества осадков и испаряемости приближается к единице, а уже на юге составляет около 0,77. Еще больший дефицит увлажнения в степной зоне, где это отношение составляет 0,50 - 0,66.

*Рельеф.* В европейской части территория преимущественно равнинная или слабоволнистая, в разной степени расчлененная речными долинами и овражно-балочной сетью. Более спокойный рельеф в степной зоне. Здесь среди плоских водоразделов часто встречаются различного рода понижения - поды, лиманы, западины.

*Основные почвообразующие породы* - лёссы и лёссовидные суглинки различного механического состава (от легких до тяжелых суглинков).

Особенность почвообразующих пород лесостепной и степной зон - их карбонатность. В отдельных провинциях (Западно-Сибирская, в меньшей степени Среднерусская) встречаются засоленные породы.

*Растительность.* Естественная растительность лесостепной зоны в прошлом (по Е. М. Лавренко) характеризовалась чередованием лесных участков с луговыми степями. Лесные участки, сохранившиеся частично и сейчас, расположены по водоразделам, балкам и речным террасам и представлены в европейской части широколиственными породами, преимущественно дубом. Растительность луговых степей представляли ковыли, типчак, степные овсы, тонко-

ног, костер, шалфей, лядвенец, желтая люцерна, колокольчик и многие другие.

Растительность степной зоны представляла собой разнотравно-ковыльные и типчаково-ковыльные степи. В настоящее время основные массивы черноземных почв распаханы. Естественная растительность сохранилась лишь на отдельных участках (балки, крутые склоны, заповедные участки и др.).

*Генезис черноземов.* Черноземные почвы развиваются под степной и разнотравно-степной травянистой растительностью. Эти почвы свидетельствуют о богатстве их органическим веществом. В профиле черноземов выделяется мощный темноокрашенный гумусовый, или гумусово-аккумулятивный, слой (35 - 150 см), содержащий гумуса от 250 до 700 т на 1 га.

Гумусовый слой в связи с неодинаковой интенсивностью его окраски органическим веществом разделяется на два самостоятельных горизонта: верхняя наиболее гумусированная часть выделяется как гумусовый горизонт А и нижняя до гумусовых затеков - как переходный горизонт В. Переход в горизонт В1 постепенный и характеризуется появлением коричневатого оттенка в окраске, который книзу заметно усиливается. В самостоятельный выделяется горизонт гумусовых затеков (В). Ниже гумусового слоя, часто захватывая горизонт гумусовых затеков, залегает горизонт максимального скопления карбонатов - карбонатный, или карбонатно-иллювиальный, горизонт Вк, постепенно переходящий в породу С.

В целинных почвах под девственной степной растительностью в черноземных почвах выделяется горизонт степного войлока  $A_0$ , состоящий из остатков травянистой растительности. На пахотных почвах распаханная часть горизонта А выделяется её самостоятельный пахотный горизонт  $A_{п}$ .

Характерный признак черноземных почв - зернистая и комковатая структура гумусового слоя, особенно отчетливо выраженная в подпахотной части горизонта А.

Черноземы благодаря мощному гумусовому слою с водопрочной зернисто-комковатой структурой характеризуются как почвы высокого природного плодородия, обладающие значительным запасом элементов питания, благоприятными водно-воздушными и физико-химическими свойствами.

Ведущим процессом почвообразования при формировании черноземов является гумусово-аккумулятивный процесс, обуславливающий развитие мощного гумусово-аккумулятивного горизонта, накопление элементов питания растений и оструктуривание профиля.

Природная растительность черноземных степей характеризуется значительным ежегодным отчуждением в опад органической массы (100 - 200 ц на 1 га, или 40 - 60% всей биомассы). При этом около 40 - 60 % опада составляют корни растений.

Особенность биологического круговорота под травяными сообществами черноземов заключается в том, что гидротермические условия зоны благоприятствуют разложению богатого основаниями и запасом опада по типу гумификации с возникновением сложных высококонденсированных перегнойных соединений типа гуминовых кислот, закреплению которых в почве способствуют непрерывное образование в среде биогенного кальция и формирование карбо-

натного иллювиального горизонта.

Поскольку при черноземообразовании гумусовые кислоты быстро нейтрализуются основаниями опада и кальцием почвенного раствора, то не наблюдается сколько-нибудь заметного разложения почвенных минералов под воздействием гумусовых веществ. Слабо этот процесс протекает лишь в оподзоленных и выщелоченных черноземах.

Главные черты взаимодействия органических продуктов почвообразования с минеральной частью почвы при черноземном процессе - образование органо-минерального комплекса из устойчивых органо-минеральных соединений.

Вместе с накоплением гумуса при черноземообразовании идет закрепление в форме сложных органо-минеральных соединений важнейших элементов питания растений - N, P, S, Ca и др.

Развитие мощных корневых систем лугово-степной и степной растительности и образование гуматов кальция оказывают благоприятное влияние на оструктурирование профиля почвы. Характерной чертой генезиса черноземов является также сезонная динамика карбонатов в их профиле.

В соответствии зональными и фаціальными особенностями черноземообразования закономерно изменяется степень выраженности основных признаков черноземного типа почв.

Природный процесс почвообразования в черноземных почвах существенно изменяется при вовлечении их в сельскохозяйственное использование, что обусловлено систематической механической обработкой почвы, сменой растительности, применением удобрений.

### **Классификация черноземов**

Черноземы как самостоятельный тип почв В. В. Докучаев выделил и разделил по топографическим условиям на горовые черноземы водоразделов, черноземы склонов и долинные черноземы речных террас. Кроме того, все черноземы по содержанию гумуса разделил на четыре группы (4-7; 7 - 10; 10 - 13 и 13 - 16%). Н. М. Сибирцевым (1901) черноземный тип почв был разделен на подтипы - северный, тучный, обыкновенный и южный.

В настоящее время на основании обобщения обширных материалов по изучению черноземов в различных районах страны принято следующее разделение черноземного типа почв на подтипы и роды (табл. 6).

На виды все черноземы делятся по следующим признакам: по мощности гумусового слоя - сверхмощные (>120 см), мощные (120 - 80 см), среднеспособные (80 - 40 см), маломощные (40 - 25 см) и очень маломощные (<25 см); по содержанию гумуса - тучные (<9%), среднегумусные (9 - 6%), малогумусные (6 - 4%) и слабогумусированные (<4%).

## Классификация чернозёмов (И.С. Кауричев, 1989)

Подтип	Род
Оподзоленные	Обычные
	Слабодифференцированные
Выщелоченные	Глубоковскипающие
	Бескарбонатные
Типичные	Карбонатные
	Солонцеватые
Обыкновенные	Осолоделые
	Глубинно-глееватые
Южные	Слитые
	Неполноразвитые

Кроме того, черноземы делятся на виды по степени выраженности сопутствующего процесса (слабо-, средне-, сильновыщелоченные, слабо-, средне-, сильносолонцеватые и т. п.).

В географическом распределении подтипов черноземов наблюдается четкая зональная закономерность. Поэтому зона черноземных почв с севера на юг подразделяется на следующие подзоны: черноземов оподзоленных и выщелоченных, черноземов типичных, черноземов обыкновенных и черноземов южных. Наиболее четко указанные подзоны выражены в европейской части страны. В азиатской части зоны типичные черноземы встречаются лишь в Предалтайской провинции.

### Черноземные почвы лесостепи

Черноземные почвы в лесостепной зоне представлены оподзоленными, выщелоченными и типичными черноземами.

*Черноземы оподзоленные.* В гумусовом слое имеют остаточные признаки воздействия подзолистого процесса в виде белесой присыпки - главного отличительного морфологического признака этого подтипа. Гумусовый профиль оподзоленных черноземов серой, реже темно-серой окраски в горизонте А и заметно светлее в горизонте В<sub>1</sub>. Белесая присыпка при обильном ее содержании придает профилю чернозема седовато-пепельный оттенок. Обычно она в виде белесоватого налета как бы припудривает структурные отдельности в горизонте В<sub>1</sub>, но при сильной оподзоленности белесый налет бывает и в горизонте А.

Карбонаты залегают значительно ниже границы гумусового слоя (обычно на глубине 1,3 - 1,5 м). Поэтому в оподзоленных черноземах под гумусовым слоем выделяется буроватый или красновато-бурый выщелоченный от карбонатов иллювиальный горизонт ореховатой или призматической структуры с отчетливой лакировкой, гумусовыми примазками и белесой присыпкой на гранях.

Разделяются на роды — обычные, слабодифференцированные, слитые, бескарбонатные.

При классификации оподзоленных черноземов на виды, помимо деления по мощности и гумусированности, они подразделяются по степени оподзолен-

ности на слабоподзоленные и среднеподзоленные.

*Черноземы выщелоченные.* В отличие от оподзоленных черноземов не имеют кремнеземистой присыпки в гумусовом слое. Горизонт А темно-серой или черной окраски, с отчетливо выраженной зернистой или зернисто-комковатой структурой, рыхлого сложения. Мощность его колеблется от 30 - 35 до 40 - 50 см. Нижняя граница горизонта В<sub>1</sub> залегает в среднем на глубине 70 - 80 см, но иногда может проходить и ниже (90 - 100 см). Характерная морфологическая особенность выщелоченных черноземов - наличие под горизонтом В<sub>1</sub> выщелоченного от карбонатов горизонта В<sub>2</sub>.

Этот горизонт имеет ясно выраженную буроватую окраску, гумусовые затеки и примазки, ореховато-призматическую или призматическую структуру. Переход в следующий горизонт - ВС или С - обычно отчетливый, и граница выделяется по скоплению карбонатов в виде известковой плесени, прожилок.

Основные роды - обычные, слабодифференцированные, бескарбонатные, глубинно-глеевые, слитые. Черноземы по степени выщелоченности делятся на слабо-, средне- и сильновыщелоченные.

Черноземы типичные обычно имеют глубокий гумусовый профиль (>80 см, обычно 90 - 120 см и даже больше) и содержат карбонаты в гумусовом слое в виде мицелия или известковых трубочек.

Карбонаты появляются чаще с глубины 60 - 70 см. Для более детальной морфологической характеристики гумусового слоя выделяется ниже горизонта А два переходных по гумусовой окраске горизонта - АВ<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>

Горизонт АВ<sub>1</sub> темно-серый со слабым, буроватым оттенком книзу, а В<sub>1</sub> уже отличается отчетливым бурым оттенком. В нижней части горизонта АВ<sub>1</sub> или чаще всего в горизонте В<sub>1</sub> видны выцветы карбонатов.

Горизонт В<sub>2</sub> (ВС) и порода содержат карбонаты в форме мицелия, известковых трубочек и журавчиков.

Разделяются на следующие роды: обычные, бескарбонатные, глубоковскипающие, карбонатные, осолоделые.

### **Черноземы степной зоны**

Черноземы в степной зоне представлены обыкновенными и южными черноземами. *Черноземы обыкновенные.* Горизонт А темно-серой или черной окраски, с отчетливой зернистой или комковато-зернистой структурой, мощностью 30 - 40 см. Постепенно переходит в горизонт В<sub>1</sub> - темно-серый с ясным буроватым оттенком, с комковатой или комковато-призматической структурой. Чаще всего мощность гумусового слоя у обыкновенных черноземов составляет 65 - 80 см.

Ниже горизонта В<sub>1</sub> залегает горизонт гумусовых затеков В<sub>2</sub>, который часто совпадает с карбонатным иллювиальным горизонтом или очень быстро переходит в него (В<sub>к</sub>). Карбонаты здесь в форме белоглазки. Этот признак отличает обыкновенные черноземы от ранее рассмотренных подтипов.

Подтип обыкновенных черноземов делится на роды: обычные, карбонатные, солонцеватые, глубоковскипающие, слабодифференцированные и осолоделые.

*Черноземы южные* занимают южную часть степной зоны и непосредственно граничат с темно-каштановыми почвами. Горизонт А мощностью 25 - 40 см имеет темно-серую или темно-бурую окраску часто с небольшим коричневым оттенком, комковатой структуры. Горизонт В<sub>1</sub> характеризуется ясной коричнево-бурой окраской, комковато-призматической структурой. Общая мощность гумусового слоя (А+В<sub>1</sub>) 45 - 60 см.

В иллювиальном карбонатном горизонте обычно отчетливо выражена белоглазка. Линия вскипания расположена в нижней части горизонта В<sub>1</sub> или на границе гумусового слоя.

В нижних горизонтах на глубине 1,5 - 2 м или глубже южные черноземы часто содержат гипс в виде мелких кристаллов, заполняющих поры породы, а иногда на этой глубине отмечается и повышенное содержание легкорастворимых солей.

Южные черноземы подразделяются на следующие роды: обычные, солонцеватые, карбонатные, глубоковскипающие, слабодифференцированные и осолоделые.

Черноземные почвы весьма разнообразны по механическому составу (от супесчаных до глинистых разновидностей), что определяется составом почвообразующих пород.

Общая особенность почв черноземного типа - отсутствие заметных изменений механического состава в процессе почвообразования. Лишь в оподзоленных черноземах и частично выщелоченных наблюдается небольшое увеличение илистой фракции вниз по профилю. Некоторое обеднение илом верхней части профиля отмечается также в солонцеватых и осолоделых черноземах. В минералогическом составе черноземов преобладают первичные минералы. Из вторичных (высокодисперсных) минералов в большинстве черноземных почв встречаются минералы монтмориллонитовой и гидрослюдистой групп, в которых доминирует монтмориллонит.

*Химический состав.* Важнейшие его особенности - богатство черноземов гумусом, биогенная аккумуляция в гумусовом профиле элементов питания растений (N, P, S, микроэлементы), относительная однородность валового состава минеральной части по профилю, иллювиальный характер распределения карбонатов и выщелоченность почв от легкорастворимых солей.

Содержание гумуса сильно зависит от условий почвообразования и механического состава материнских пород и колеблется от 6 до 9%. Максимальные запасы гумуса имеют глинистые и тяжелосуглинистые типичные, обыкновенные и выщелоченные черноземы центральной фации.

*Физико-химические свойства.* В целинных черноземах (по данным Щеглова Д.И., 2003г.) емкость катионного обмена (ЕКО) в верхних горизонтах в среднем составляет 55 мг-экв/100г. В генетически сопряженном ряду целинных черноземов отмечается закономерное возрастание ЕКО от 38 – у оподзоленных до 55 мг-экв/100г – у обыкновенных черноземов, что обусловлено соответствующими изменениями в содержании органического вещества и илистой фракции. Степень насыщенности основаниями, как правило, превышает 90%. В составе обменных катионов основная часть приходится на кальций (до 80%); доля

магния составляет 15%.

Оподзоленные и южные черноземы отличаются пониженным содержанием водопрочных агрегатов. При распашке черноземов и длительном их сельскохозяйственном использовании количество водопрочных агрегатов в пахотном горизонте снижается, однако в типичных и обыкновенных черноземах оно сохраняется еще на довольно высоком уровне.

Благодаря хорошей оструктуренности плотность сложения черноземов в гумусовых горизонтах невысокая и колеблется в пределах 1 - 1,22 и лишь в подгумусовых возрастает до 1,4 - 1,5 г/см<sup>3</sup>. Плотность может заметно увеличиваться в выщелоченных иллювиальных горизонтах оподзоленных и выщелоченных черноземов и в карбонатных иллювиальных горизонтах обыкновенных и южных черноземов. Солонцеватые черноземы отличаются повышенной плотностью в горизонте В.

Наиболее благоприятными показателями общей и дифференциальной пористости обладают черноземы типичные.

*Лугово-черноземные почвы.* Среди черноземных почв в каждой подзоне развиты их полугидроморфные аналоги - лугово-черноземные почвы. Профиль лугово-черноземных почв морфологически в основных чертах близок к профилю черноземов. Профиль лугово-черноземных почв подразделяется на следующие горизонты: А<sub>1</sub> (Ап), В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С.

Тип лугово-черноземных почв делится на два подтипа - луговато-черноземные и лугово-черноземные.

Каждый из подтипов делится на роды: обычные, оподзоленные, выщелоченные, солонцеватые, солончаковатые, осолоделые, карбонатные.

Деление на виды в пределах рода связано, как и у черноземов, со степенью выраженности родовых признаков (слабо-, средне- и сильновыщелоченные или солонцеватые и т.п.), а также с мощностью гумусового слоя (А+В<sub>1</sub>) и гумусностью. Лугово-черноземные почвы, за исключением солонцеватых и солончаковатых родов, высокоплодородные. Они имеют повышенное увлажнение.

### **Тепловой, водный и питательный режимы**

*Тепловой режим.* Черноземные почвы благодаря темной окраске хорошо поглощают лучистую энергию солнца и длительное время сохраняют тепло, но в отдельных подзонах и фациях они заметно отличаются по тепловому режиму. В черноземах юго-западной фации лишь в очень короткий период зимой в самом верхнем слое (до 20 - 30 см) наблюдается температура от 0 до 20С. По обеспеченности теплом черноземы этой фации характеризуются как очень теплые кратковременно или периодически промерзающие и относятся к полосе возделывания среднепоздних и поздних культур.

*Водный режим.* Урожай сельскохозяйственных культур в черноземной зоне определяется содержанием в почве доступной для растений влаги. Это зона недостаточного увлажнения. Даже в лесостепи вероятность засушливых и полусасушливых лет составляет около 40 %. Водный режим черноземов лесостепи отличается от такового черноземов степной зоны. Для черноземов оподзоленных, выщелоченных и типичных характерен периодически промывной

водный режим.

Черноземы степной зоны имеют непромывной водный режим: в нижней части их грунтовой толщи образуется постоянный горизонт с влажностью, не превышающей величину влажности завядания.

Водный режим обыкновенных и южных черноземов восточных провинций характеризуется полным физиологическим иссушением корнеобитаемого слоя под зерновыми культурами ко времени их уборки.

*Питательный режим.* В черноземных почвах валовое содержание питательных веществ очень высокое, что тесно связано с общими запасами гумуса и распределением его по профилю. Особенно много в этих почвах азота. Только в пахотном слое тяжелосуглинистых и глинистых типичных черноземов количество азота может достигать 10 - 15 т на 1 га. С глубиной содержание его постепенно уменьшается.

Черноземные почвы имеют большие запасы фосфора (0,15 - 0,35%), значительная часть которого (50 - 60%) содержится в органическом веществе. Содержание калия колеблется от 100 до 400 мг на 1 кг почвы. Питательный режим черноземов тесно связан с условиями их увлажнения.

Для повышения эффективного плодородия черноземных почв очень важно накопление влаги и рациональное ее использование, особенно в подзонах распространения обыкновенных и южных черноземов. На первое место среди агротехнических приемов должны быть поставлены мероприятия, обеспечивающие ранние сроки проведения весенних полевых работ и создание наилучшего водного режима. Исключительное значение, особенно для обыкновенных и южных черноземов, имеет снегозадержание (посев кулис, защитные полосы и др.). Черноземы лесостепи хорошо отзываются на удобрения, так как здесь наиболее благоприятно складываются условия увлажнения. На обыкновенных и южных черноземах максимальный эффект от удобрений достигается при проведении увлажнительных мероприятий. Большую роль в черноземной зоне играют защитные лесные полосы.

Высокоплодородными почвами в черноземной зоне являются лугово-черноземные почвы, за исключением солонцеватых и солончаковатых родов.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды лесостепных и степных почв.
2. Условия почвообразования лесостепных и степных почв.
3. Общая характеристика лесостепных и степных почв.

## **2.4. Почвы сухих и полупустынных степей. Границы и площадь зоны. Условия почвообразования, почвенный покров. Общая характеристика почв зоны: бурые, каштановые, солонцы, солончаки**

Зональный тип почв сухих степей - каштановые почвы. Около 30% всей площади приходится на каштановые солонцеватые почвы и их комплексы с солонцами. В зоне широко распространены также солончаки и солоди.

*Условия почвообразования.* Каштановые почвы формируются в сухом

континентальном климате с теплым засушливым продолжительным летом и холодной зимой с незначительным снеговым покровом. Высота его в разных частях зоны колеблется от 15 до 40 см. Средняя годовая температура воздуха  $9^{\circ}$  в европейской и  $2 - 3^{\circ}$  С в азиатской части России; соответственно изменяется средняя температура января от  $-5$  до  $-25^{\circ}$  и июля от  $+20$  до  $+25^{\circ}$  С.

Коэффициент увлажнения в южной части зоны 0,25 - 0,30, в центральной - 0,30 - 0,35, в северной - 0,35 - 0,45. В наиболее засушливые годы в летние месяцы резко снижается относительная влажность воздуха. Часты суховеи, оказывающие губительное влияние на развитие растительности.

*Рельеф и почвообразующие породы.* Значительная территория зоны равнинная или равнинно-слабоволнистая с отчетливо выраженным микрорельефом. Каштановые почвы развиты преимущественно на лёссовидных карбонатных суглинках, реже - на лёссах. Почвообразующие породы - желто-бурые часто скелетные карбонатные суглинки.

*Растительный покров* зоны сухих степей неоднороден. Для него характерна низкорослость, комплексность и изреженность. Проективное покрытие не превышает 50 - 70%. К югу с усилением засушливости климата и солонцеватости почв пестрота растительного покрова увеличивается.

В подзоне темно-каштановых почв растительность представлена типчково-ковыльными степями; в подзоне каштановых почв преобладают полынно-типчаковые и полынно-типчково-ковыльные степи; в подзоне светло-каштановых почв - типчково-полынные и полынно-типчаковые степи со значительной примесью эфемеров и эфемероидов. Древесная естественная растительность приурочена к днищам и склонам балок и долинам рек.

**Генезис каштановых почв.** Каштановые почвы формируются под растительностью сухих степей в условиях засушливого климата. В профиле целинных каштановых почв под слоем слабо выраженной дернины  $A_d$  выделяется гумусовый горизонт  $A$  темно-каштанового, каштанового или светло-каштанового цвета с буроватым оттенком, комковатой или комковато-пылеватой структуры. За ним идет гумусовый переходный горизонт  $B_1$  серовато-бурой окраски, крупно-комковатой, а в солонцеватых разновидностях комковато-призмической или призмично-ореховатой структуры с буровато-коричневой лакировкой на гранях структурных отдельностей, придающей горизонту более темную окраску и коричневатый (каштановый) оттенок.

Ниже расположен горизонт гумусовых затеков  $B_2$ , неоднородный по окраске, обычно серовато-бурый, крупнокомковатой или комковато-призмической структуры. Под ним залегает иллювиальный карбонатный горизонт  $B_k$  буровато-желтого цвета, призмической или призмично-ореховатой структуры, часто плотного сложения от наличия в нем карбонатов и солонцеватости.

Генезис каштановых почв следует рассматривать как результат совокупного проявления условий почвообразования в зоне сухих степей.

Каштановые легкие почвы, как правило, несолонцеватые или слабосолонцеватые. На проявление солонцеватости существенное влияние оказывает рельеф местности. Солонцеватость в каштановых почвах более отчетливо выявляется в нижней трети склона.

**Классификация каштановых почв.** В настоящее время каштановые почвы делят на три подтипа; темно-каштановые с содержанием гумуса 4—5%, каштановые с содержанием гумуса 3—4% и светло-каштановые, содержание гумуса 2—3%.

Кроме того, выделяются фациальные термические группы подзональных подтипов. Внутри подтипов выделяются роды: обычные, солонцеватые, солонцевато-солончаковатые, остаточнo-солонцеватые, солонцевато-осолоделые, карбонатные, карбонатно-солонцеватые, с пониженным вскипанием (глубоковскипающие) и неполноразвитые (на плотных породах).

*Темно-каштановые почвы.* Для них характерна темно-серая с коричневатым оттенком окраска, комковатая, комковато-зернистая структура гумусового горизонта целинных угодий и пылевато-комковатая — пахотных угодий. Мощность гумусового слоя  $A+B_1$ —35 - 45(50) см, вскипание на глубине 45—50 см, гипс и легкорастворимые соли около 2 м.

Темно-каштановые почвы подразделяются на: солонцеватые, солонцевато-солончаковатые, солонцевато-осолоделые и карбонатные.

Темно-каштановые неполноразвитые формируются на плотных породах, имеют неполноразвитый профиль и очень малую мощность гумусового горизонта ( $A+B_1$ — меньше 20 см).

*Каштановые почвы.* В отличие от темно-каштановых эти почвы имеют меньшую мощность гумусового слоя ( $A+B_1$ —30 - 40 см). Вскипание на глубине 40 - 45 см. Максимальное скопление карбонатов на глубине 50 - 55 см, гипса—150 - 170 см и легкорастворимых солей - около 2 м. Условия образования и диагностические показатели родовых признаков каштановых почв аналогичны темно-каштановым.

Светло-каштановые почвы отличаются небольшой мощностью гумусового слоя ( $A+B_1$ —25 - 35 см); он бесструктурный. Вследствие слабого промачивания карбонатный горизонт залегает ближе к поверхности, чем у каштановых и тем более у темно-каштановых почв. Гипсовый горизонт на глубине 110 - 120 см. Более высокое скопление солей в светло-каштановых почвах по сравнению с темно-каштановыми способствует почти повсеместному проявлению признаков солонцеватости. Светло-каштановые несолонцеватые почвы встречаются очень редко.

На виды каштановые почвы разделяют по содержанию гумуса, мощности гумусовых горизонтов и степени солонцеватости. Различают почвы каштановые несолонцеватые, содержащие поглощенного натрия менее 3% емкости поглощения; каштановые слабосолонцеватые—3—5%; каштановые среднесолонцеватые—5 - 10% и каштановые сильносолонцеватые —10 - 15%.

**Состав и свойства каштановых почв.** Для типичных каштановых почв характерно равномерное распределение илистой фракции по всему профилю. В солонцеватых разновидностях наблюдается заметное ее перемещение из верхнего горизонта в горизонт В. Чем сильнее выражена солонцеватость, тем более заметна дифференциация профиля по содержанию ила.

Темно-каштановые суглинистые почвы в верхнем горизонте А содержат гумуса 4 - 5%, азота 0,25 - 0,35% и валового фосфора 0,1 - 0,2%. В составе гу-

муса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами. Емкость поглощения 30 - 35 м-экв. на 100 г почвы. В каштановых солонцеватых почвах содержание натрия превышает 3% емкости поглощения. Реакция верхних горизонтов почвы слабощелочная, рН водной вытяжки 7,2 - 7,3. В нижних горизонтах щелочность увеличивается.

Каштановые почвы занимают переходное положение между темнокаштановыми и светло-каштановыми. Гумуса в верхнем горизонте каштановых суглинистых почв 3 - 4%, азота 0,15 - 0,25, фосфора 0,1 - 0,2%. Емкость поглощения колеблется от 20 до 30 м - экв. на 100 г почвы. Реакция водной вытяжки слабощелочная - в верхних горизонтах рН 7,2 - 7,5. В нижних горизонтах рН достигает 8. Содержание подвижных форм питательных элементов в каштановых почвах зависит от гранулометрического состава, степени солонцеватости и карбонатности и обычно колеблется в пределах 50 - 200 мг фосфора и 100 - 400 мг и более калия на 1 кг почвы.

Лугово-каштановые почвы встречаются среди каштановых почв по степным блюдцеобразным понижениям, потяжинам, межсопочным долинам, надпойменным террасам и межувальным понижениям. В лугово-каштановых почвах создаются лучшие условия для накопления гумуса, а также для развития процессов рассоления и засоления почвенной толщи. В более глубоких и обширных понижениях, характеризующихся лучшими условиями увлажнения, формируются луговые лиманные, как правило, осолоделые почвы и солоды с признаками оглеения, а иногда и засоления.

### **Засоленные почвы и солоды**

Засоленными называются почвы, содержащие в своем профиле легкорастворимые соли в токсичных для сельскохозяйственных растений количествах. К ним относятся солончаки, солончаковатые почвы и солонцы. Они широко распространены в зонах сухих и пустынных степей, в пустынной зоне, встречаются также в степной, лесостепной и таежно-лесной зонах. Наиболее широко распространены засоленные почвы в Западной Сибири, Среднем и Нижнем Поволжье. Формирование засоленных почв связано с накоплением солей в грунтовых водах и породах и с условиями, способствующими их аккумуляции в почвах.

**Солончаки.** К солончакам относятся почвы, содержащие большое количество водорастворимых солей с самой поверхности и в профиле. В зависимости от химизма засоления соли в верхнем горизонте солончаков составляют от 0,6 - 0,7 до 2 - 3% и более.

Накопление солей в почвах составляет сущность солончакового процесса. Солончаки образуются при близком залегании грунтовых минерализованных вод в условиях выпотного типа водного режима; при испарении воды верхние горизонты почв обогащаются водорастворимыми солями. Эти почвы образуются также и на засоленных почвообразующих породах.

Солончаки в приморских областях и в районах распространения засоленных озер могут образоваться и в результате приноса солей ветром. Солончаки нередко возникают при неправильном орошении, а также вследствие внутри-

почвенного перераспределения солей в связи с изменением рельефа.

Растительный покров на солончаках неоднородный и определяется характером их засоления и содержанием солей. На солончаках с очень высокой степенью засоления растительность сильно изрежена и представлена различными видами солянок.

Высокое содержание солей в солончаках определяет особенности строения их профиля и свойства. Профиль солончаков слабо дифференцирован на генетические горизонты. В нем выделяют гумусовый горизонт А, переходный В и почвообразующую породу С. По всему профилю солончака заметны выцветы солей, особенно после подсыхания стенки разреза. Нередко в нижней части, а иногда по всему профилю отмечаются признаки оглеения, выражающиеся в наличии ржаво-охристых вкраплений или сизых пятен.

Солончаки подразделяются на два типа - солончаки гидроморфные и солончаки автоморфные.

Гидроморфные солончаки разделяются на подтипы: типичные гидроморфные, луговые, болотные, соры (шоры), приморские, мерзлотные, вторичные, сазовые и отакыренные пустынные. Они развиваются в условиях близкого залегания минерализованных грунтовых вод.

Автоморфные солончаки подразделяются на литогенные, остаточные и эолово-бугристые и формируются на засоленных почвообразующих породах при глубоком уровне грунтовых вод. Материнскими породами чаще являются элювий и делювий третичных, меловых и других древних отложений, а также морские засоленные породы четвертичного периода, например шоколадные глины Прикаспия.

Содержание гумуса в верхних горизонтах солончаков колеблется от 0,5 до 5(8) %. Наиболее гумусированы солончаки лесостепной зоны. Однако количество гумуса в солончаках в той или иной зоне зависит от степени и вида их засоления. В большинстве случаев солончаки относятся к малогумусированным почвам. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. В солончаках мало азота и зольных питательных веществ.

Реакция солончаков, засоленных нейтральными солями, слабощелочная (рН водной вытяжки 7,3 - 7,5); содовые солончаки отличаются очень высокой щелочностью, рН достигает 9 - 11. Солончаки имеют с самой поверхности карбонаты. Содержание гипса в разных солончаках неодинаковое, наиболее высокое в солончаках полупустынной и пустынной зон. Вследствие высокой гигроскопичности солей резко снижается количество доступной для растений влаги. Высокая концентрация водорастворимых солей в почвенном растворе резко нарушает снабжение растений водой и приводит их к гибели.

Солончаки характеризуются низким природным плодородием.

**Солонцы.** Солонцами называют почвы, содержащие в поглощенном состоянии большое количество обменного натрия, а иногда и магния в иллювиальном горизонте (В). Они имеют резкую дифференциацию профиля и характеризуются неблагоприятными агрономическими свойствами. Солонцы, как и солончаки, относятся к категории засоленных почв, однако в отличие от солончаков содержат водорастворимые соли не в самом верхнем горизонте, а на неко-

торой глубине.

В процессе развития профиль солонца разделяется на ряд отчетливо выраженных горизонтов: гумусово-элювиальный (надсолонцовый)  $A_1$  солонцовый (или иллювиальный)  $B_1$ , подсолонцовый  $B_2$  и почвообразующая порода  $C$ .

Гумусово-элювиальный горизонт комковатой или пластинчатой структуры, слоеватый, пористый, обедненный илистой фракцией, а поэтому более легкого, механического состава, чем ниже расположенный горизонт. Цвет этого горизонта различный: у солонцов пустынно-степной и сухостепной зон он светло-бурый, бурый или буровато-серый (каштановый), в солонцах степной и лесостепной зон - темно-серый, а иногда и черный. Мощность горизонта от 2 - 3 до 20 - 25 см.

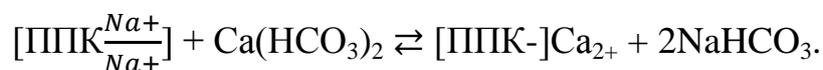
Солонцовый горизонт более темной окраски - темно-бурый или бурый с коричневым оттенком, столбчатой структуры, реже призматической, ореховатой или глыбистой. Столбчатые отдельности легко распадаются на ореховатыс, на гранях которых отмечается глянцевиная лакировка. Горизонт в сухом состоянии плотный, трещиноватый, во влажном - вязкий, бесструктурный, мажущийся. Мощность солонцового горизонта от 7 - 12 до 25 см и более.

Подсолонцовый горизонт более светлой окраски, призматической или ореховатой структуры, обычно содержит гипс и карбонаты. За ним выделяется горизонт максимального скопления легкорастворимых солей  $C_s$ .

Под солонцовым процессом понимается внедрение в поглощающий комплекс иона натрия и как следствие резкое повышение дисперсности органической и минеральной части, снижение устойчивости коллоидов по отношению к воде и возникновение щелочной реакции почвы.

Согласно коллоидно-химической теории К. К. Гедройца, солонцы образовались при рассолении солончаков, засоленных нейтральными солями натрия.

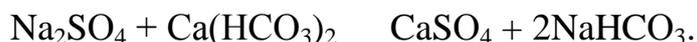
При высоком содержании иона натрия резко возрастает также растворимость органических и минеральных соединений почвы в результате появления щелочной реакции. Эта реакция образуется вследствие гидролиза минералов и обменной реакции между натрием, находящимся в поглощающем комплексе, и кальцием углекислых солей почвенного раствора:



Подщелачивание раствора способствует дальнейшему диспергированию почвенных коллоидов. Они из-за большой подвижности выщелачиваются из верхнего горизонта и на некоторой глубине под действием солей электролитов из золеобразного состояния превращаются в гели, накапливаются, что и приводит к образованию иллювиального (солонцового) горизонта.

К.К. Гедройц различает две стадии в развитии солонцовых почв: первая - засоление почв нейтральными солями натрия, т. е. образование солончаков, и вторая - рассоление солончаков и развитие солонцовых почв с характерными для них строением профиля и свойствами. В стадии рассоления солончаков Гедройц выделял три фазы: удаление растворимых солей; образование соды; диспергирование почвенных частиц и вынос их вниз по профилю.

Сода в природных условиях образуется при выветривании магматических и осадочных пород, содержащих то или иное количество натрия. Высвобождающиеся при выветривании основания (Ca, Mg, Na и др.) взаимодействуют с углекислотой почвенного раствора и образуют соответствующие карбонаты, в том числе карбонат натрия. Сода может возникать в результате взаимодействия нейтральных солей, поднимающихся с восходящими растворами из грунтовых вод, с карбонатами щелочных земель почвы:



Однако таким способом, как отмечал К. К. Гедройц, сода в почве накапливается в заметных количествах лишь тогда, когда в ней продуцируется большое количество углекислоты.

В почве сода образуется и биологическим путем. При минерализации растительных остатков возникают соли азотной, серной и других кислот. Анионы поглощаются растениями, а катионы натрия с углекислотой и бикарбонатами почвенного раствора дают соду (В. Р. Вильямс).

Сода образуется также в результате биохимических процессов восстановления сульфата натрия с помощью сульфатредуцирующих бактерий в присутствии органического вещества.

Солонцы в природных условиях могут образоваться разными способами: путем рассоления солончаков, засоленных нейтральными натриевыми солями, в том числе и соды, а также вследствие подъема солей кальция; при воздействии на почву слабоминерализованных растворов, содержащих соду; на засоленных породах в результате биогенного накопления натриевых солей, в том числе и соды, а также вследствие подъема солей по капиллярам в верхние горизонты при их сильном иссушении; солонцовые свойства в почвах могут развиваться при высоком содержании в них различного рода гидрофильных коллоидов, образование которых обусловлено гальмиролизом и другими причинами.

В настоящее время солонцы делятся на три типа по характеру их водного режима и комплексу связанных с ним свойств (особенностям солевого режима, гумусонакопления и др.): солонцы автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные.

Характерная особенность механического состава солонцов - резкая дифференциация по профилю илистой фракции.

Гумусово-элювиальный горизонт отличается более легким гранулометрическим составом, иллювиальный обогащен илом и поэтому всегда тяжелее. Отчетливое перераспределение илистой фракции обусловлено пептизацией коллоидов. Наиболее резкая дифференциация наблюдается у осолоделых солонцов.

Валовой химический состав солонцов показывает заметное перераспределение ряда окислов по профилю.

Верхние горизонты обеднены полутораокисями и относительно обогащены кремнеземом. Иллювиальные горизонты отличаются более высоким содержанием железа и алюминия. В карбонатных горизонтах больше кальция и магния.

Содержание гумуса колеблется в широких пределах в зависимости от зоны, в которой солонцы формируются, и механического состава.

Солонцы черноземной зоны более гумусированы, чем каштановой. В составе гумусовых веществ в солонцовом горизонте фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами.

Содержание обменного натрия в горизонте В1 солонцов колеблется от 13 - 15 до 60 % емкости поглощения. В солонцах содового типа засоления обменного натрия значительно больше, чем в хлоридно-сульфатных. В составе обменных оснований часто содержится много магния (35 - 45% емкости поглощения). Солонцы, имеющие соду, отличаются высокой щелочностью (рН 8 - 10). Солонцы, засоленные нейтральными солями, имеют слабощелочную реакцию. Для солонцов характерно, как правило, невысокое содержание подвижных соединений фосфора.

Солонцы отличаются плохими водно-физическими и физико-механическими свойствами. В сухом состоянии они плотного сложения, а во влажном сильно набухают, вязкие, липкие. Водопроницаемость низкая, количество влаги, недоступной растениям, высокое.

### Солоди

Солоди наиболее распространены в лесостепной и степной зонах, среди почв сухих и полупустынных степей; они также встречаются в таежно-лесной зоне Якутии.

Профиль солоди резко дифференцирован на горизонты: А<sub>0</sub>, А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>2</sub>В, В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>), С. А<sub>0</sub> - лесная подстилка или дернина; А<sub>2</sub> - осолоделый, белесый, плитчатой или слоегато-чешуйчатой структуры с железисто-марганцовыми новообразованиями в форме конкреций и ржаво-охристых пятен. За осолоделым горизонтом идет переходный А<sub>2</sub>В - неоднородно окрашенный, темно-бурый с белесыми пятнами или потеками, плитчато-мелкоореховатой структуры, уплотненный; В - иллювиальный, подразделяется на два, а иногда и на три подгоризонта, темно-бурого или бурого цвета, ореховато-призматической структуры с отчетливо выраженной лакировкой и присыпкой SiO<sub>2</sub> на гранях структурных отдельностей, плотный, вязкий. Нижняя часть иллювиального горизонта В<sub>2</sub> более светлой окраски, структурные отдельности увеличиваются, лакировка и присыпка SiO<sub>2</sub> уменьшается; С - почвообразующая порода, желто-бурого цвета, с неясно выраженной структурой, плотного сложения, часто можно встретить карбонаты в виде расплывчатых пятен и журавчиков.

Содержание гумуса в солодах колеблется от 1,5 до 10 % и выше. Дерновые солоды ственных лиманов более гумусированы, чем типичные лесные. В составе гумусовых веществ значительный процент приходится на фульвокислоты.

Физические, водно-физические свойства горизонтов А<sub>2</sub> и В солодей неблагоприятны. Они отличаются высокой плотностью, характеризуются неводопрочной структурой, низкой водопроницаемостью. Вследствие плохой фильтрационной способности в солодах часто развито поверхностное заболачивание. Почвы, как правило, бедны подвижными формами азота и фосфора.

В зависимости от условий образования тип солодей разделяется на три

подтипа: солоди лесные (типичные); солоди луговые (дерновые); солоди лугово-болотные (торфянистые).

Выделяют солоди бескарбонатные, незасоленные и несолонцеватые, солонцеватые и солончаковатые. Солоди луговые, а иногда и типичные, разделяются на виды по степени выраженности оглеения на глеевые и глееватые.

Виды солодей выделяют по разным признакам - по степени выраженности оглеения: глеевые и глееватые; по степени задерненности: мощность горизонта  $A_1$  5 - 10 см - слабозадренные, 10 - 20 см - среднезадренные, > 20 см — глубокозадренные.

По степени засоления лугово-болотные и луговые солоди могут быть солончаковыми (водорастворимые соли в пределах верхнего 30-сантиметрового слоя) и солончаковатыми (соли на глубине 30—80 см). Солоди лесные, как правило, незасоленные и несолонцеватые.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды почв сухих и полупустынных степей.
2. Условия почвообразования и общая характеристика почв сухих и полупустынных степей.

## **2.4. Почвы горных областей, речных пойм.**

### **Условия образования горных, коричневых и горно-луговых почв.**

#### **Понятие о пойме и особенности почвообразования в поймах рек.**

#### **Почвы прирусловой, центральной, притеррасной областей пойм**

Большая площадь горных почв обусловлена наличием ряда горных систем. Формирование и распределение почв в горных районах страны подчиняются закону вертикальной зональности, установленному В. В. Докучаевым. Под вертикальной зональностью следует понимать смену почв с высотой местности, что связано с изменением климата и растительности.

*Природные условия почвообразования* в горных странах отличаются большим многообразием.

Горный климат имеет иные суточные и сезонные ритмы, чем аналогичные климаты равнин: более резкие контрасты в суточном и сезонном циклах, чем у соответствующих почв равнин, более равномерное поверхностное увлажнение горных почв по сезонам. Почвообразование протекает в условиях чрезвычайно расчлененного рельефа, определяющего пестроту и разнообразие почвенного покрова.

Почвообразующими породами служат разнообразные продукты выветривания горных пород различного происхождения и возраста. Встречаются почвообразующие породы, содержащие водорастворимые соли, на которых формируются засоленные почвы (Тянь-Шань, Памир).

Характер растительности определяется количеством осадков и температурным режимом, что выражается в поясном ее распределении. Изменение биогидротермических условий на различных высотах и экспозициях приводит к формированию различных почв.

*Генетические особенности, классификация, диагностика и основные свойства горных почв.* Среди большого многообразия горных почв выделяют следующие основные типы: горно-тундровые; горно луговые; горно-лугово-степные; горные подзолистые и мерзлотно-таежные; горные мерзлотно-таежные карбонатные; горные дерновые субарктические; горные серые лесные; горные дерново-карбонатные; горные бурые лесные; горные желтоземы; горные коричневые; горные черноземы; горные каштановые; горные сероземы; высокогорные пустынные; выходы горных пород.

*Классификация.* В подходах к классификации горных почв имеются две точки зрения. Согласно первой, все горные почвы рассматриваются как самостоятельные типы, отличные от аналогичных почв равнинных территорий. Согласно второй, самостоятельными типами выделяются лишь оригинальные горные почвы, не встречающиеся на равнинах. К ним отнесены горно-луговые, горно-луговые черноземовидные и горные лугово-степные. Все остальные горные почвы, имеющие аналоги на равнинах, рассматриваются как единый с ними тип.

Разделение и диагностика горных почв ведутся на основании единых номенклатурных схем и диагностических признаков, как они изложены выше в соответствующих главах при описании почв отдельных типов. Кроме того, по условиям рельефа, а следовательно, и по возможностям использования горные почвы могут быть разделены на три группы: горно-склоновые (например, подзолистые горные и т. п.); нагорно-равнинные, развитые в горах на относительно выровненных участках с уклонами (например, черноземы выщелоченные нагорно-равнинные); межгорно-равнинные и горно-долинные, развитые на равнинах и склонах с крутизной не более 4—5° (например, черноземы выщелоченные межгорно-равнинные).

Интенсивность проявления дернового процесса и степень гумусированности горно-луговых почв определяются характером растительности и почвообразующей породы. Горно-луговые почвы альпийской зоны занимают верхний пояс низкотравных лугов. Горно-луговые почвы субальпийской зоны формируются в нижнем поясе горных лугов с высокостебельным красивоцветущим разнотравьем.

Среди большого многообразия горно-лугово-степных почв заслуживают большого внимания горно-лугово-степные черноземовидные почвы. Эти почвы развиваются под субальпийской остепненной растительностью, преимущественно на продуктах выветривания карбонатных пород (известняках, карбонатных сланцах и др.), отличаются они более мощной дерниной и сильнее развитым гумусовым горизонтом с хорошо выраженной порошистой структурой. Отношение  $S_{гк}:C_{фк} < 1$ . Емкость поглощения 40—50 м.-экв. на 100г почвы. Горно-лугово-степные почвы, так же как и горно-луговые, подразделяются по мощности гумусовых горизонтов, степени оторфованности, выщелоченности и скелетности.

*Характер вертикальной поясности* определяется положением горной страны, т. е. в каком широтном биоклиматическом поясе (широтной зоне) она расположена. Различают следующие классы поясности: полярный, бореальный,

суббореальный и субтропический (В. М. Фридланд).

В полярном классе поясности господствуют горные тундровые почвы. В таежной зоне бореального класса выделяются два пояса — горноподзолистый и горно-тундровый.

В степной и лесостепной зоне бореального пояса формируются горно-каштановые, горные черноземы и серые горно-лесные почвы.

В суббореальном классе в отличие от бореального в верхнем безлесном поясе преобладают горно-луговые почвы, а горно-тундровые встречаются редко. В лесном поясе этого же класса поясности ведущее место принадлежит бурным лесным почвам вместо горно-подзолистых.

В зоне сухих субтропиков субтропического класса поясности распространены горные сероземы или коричневые почвы, а в зоне влажных субтропиков нижний пояс представлен красноземами и желтоземами.

### **Пойменные почвы**

Часть территории речной долины, периодически заливаемая полыми водами рек, называется поймой. Основные массивы пойм расположены в долинах крупных рек. На территории нашей страны имеется много больших и малых рек. У многих из них хорошо развиты речные долины.

Во многих регионах пойменные почвы занимают значительные площади.

Главная особенность почвообразования в поймах рек - развитие поемных и аллювиальных процессов. Под поемными процессами понимают затопление той или иной территории поймы полыми водами. Они оказывают разностороннее влияние на почвообразование. Это ежегодное природное орошение - важный дополнительный к атмосферному и грунтовому источник увлажнения почв. Поемность способствует поднятию грунтовых вод, смягчает климат, влияет на направление и интенсивность микробиологических процессов в почве, а также на характер природной растительности и ее продуктивность, на солевой режим почв и почвенно-грунтовых вод.

Поемные процессы оказывают исключительное влияние на направление и особенности сельскохозяйственного использования пойменных земель.

Под аллювиальными процессами следует понимать принос паводковыми водами взмученного материала, размывание поймы и ее реотложение на ее поверхности взвешенных в воде частиц в виде слоя наилка, или аллювия. На характер аллювиального процесса, прежде всего, оказывает влияние положение отдельных частей поймы по отношению к руслу реки.

Территория поймы в зависимости от удаленности ее от русла делится на: прирусловую, центральную и притеррасную. Они различаются по составу аллювиальных отложений, рельефу, гидрологическим условиям и как следствие по растительности и почвенному покрову.

Гранулометрический состав аллювия связан со скоростью движения полых вод в пойме: чем больше скорость течения, тем крупнее размер оседающих частиц; по мере замедления скорости выпадают все более мелкие частицы. Скорость потока падает от русла вглубь поймы. В связи с этим большое влияние на характер аллювия оказывает удаленность той или иной части поймы от

русла реки. При переходе из русла в пойму резко уменьшается скорость течения воды, что вызывает оседание в прирусловой части поймы большого количества взвешенных частиц, прежде всего песчаных.

В области центральной и притеррасной пойм, где скорость полых вод медленнее и длительность затопления больше, откладывается аллювий, состоящий преимущественно из пылеватых и илистых частиц. Эта закономерность в отложении аллювия определяет и особенности механического состава почв отдельных областей поймы. По мере удаления от русла меняется механический состав аллювиальных почв, в них увеличивается содержание пыли и ила и уменьшается количество песчаных частиц. Поскольку русло реки постепенно мигрирует, скорость полых вод в пойме на одних и тех же участках изменяется.

Кроме того, скорость потока и длительность затопления на одних и тех же участках поймы может зависеть от особенностей весеннего паводка. Следовательно, изменяется и гранулометрический состав аллювия: суглинистые отложения сменяются песчаными, и наоборот. Поэтому для аллювиальных наносов характерна слоистость, т. е. неоднородность гранулометрического состава.

На гранулометрический и химический состав, а также на количество отлагаемого аллювия влияют состав, почв и пород водосборной территории, климатические особенности, облесенность и распаханность бассейна.

На гранулометрический состав аллювия оказывает влияние также рельеф поймы. Повышенные элементы рельефа («гривы») сложены более легкими осадками, а понижения — более тяжелыми.

*Рельеф.* Прирусловая пойма имеет обычно волнистый рельеф с резко выраженными песчаными валами и высокими гривами. По мере перехода к центральной пойме рельеф становится более спокойным. В центральной пойме на общем фоне равнинного рельефа хорошо различаются приподнятые участки — «гривы» и пониженные — «лога», то вытянутые в виде спокойных лоции, то представляющие собой замкнутые западины.

Характерная черта ландшафта центральной поймы — старицы рек, вытянутые вдоль русла озера, заросшие по берегам кустами ивы, а иногда и окруженные крупными деревьями.

Притеррасная пойма представляет собой несколько пониженную по отношению к центральной пойме территорию, большей частью заболоченную.

Растительность пойм чрезвычайно разнообразна. Здесь господствуют луговые разнотравно-злаковые группировки. Наиболее богатый и ценный травостой на центральной пойме. При этом в зависимости от условий местообитания в центральной пойме хорошо выделяются отдельные ассоциации: заросли канареечника и бекмании, участки, занятые пыреем, лисохвостом и т. п. На повышенных элементах рельефа центральной поймы (гривы) травостой беднее.

Прирусловая пойма характеризуется довольно неоднородным и более бедным травостоем. Здесь выделяются луга трех уровней (по В. Р. Вильямсу) - высокого, среднего и низкого. Луга высокого уровня занимают высокие части грив и наименее продуктивны. Широкие лога заняты лугами низкого уровня. В логах создаются хорошие условия увлажнения и пищевого режима и развиваются пырей, костер безостый, мятлик луговой, клевер, лядвенец и обильное

разнотравье.

Сильнозаболоченные участки в центральной и притеррасной пойме заняты щучкой, осоками, канареечником, мхами и другой болотной растительностью.

Продуктивность пойменных лугов зависит от условий увлажнения и особенностей использования. Наиболее продуктивны луга центральной поймы, где при правильной эксплуатации урожай сена достигает 30 - 40 ц и более с 1 га.

В пойме произрастают и древесные растения, состав которых определяется природными особенностями зоны.

Поймы являются областью регулярной аккумуляции различных элементов, которые систематически приносятся с водоразделов и склонов водосбора в виде аллювиальных отложений, а также в составе растворенных веществ с грунтовыми и паводковыми водами.

Аллювиальные отложения служат своего рода систематическим естественным удобрением пойменных почв. Чем плодороднее наилок, тем роскошнее развивается природная растительность в пойме. Поскольку основу естественной растительности в пойме представляют луговые травы, то ведущим природным почвообразовательным процессом является дерновый.

Степень выраженности дернового процесса определяется характером аллювиальных отложений, и прежде всего их механическим и химическим составом, в частности богатством элементами питания. Кроме того, на развитие дернового процесса оказывают влияние особенности водного режима в разных частях поймы, а также зональные условия почвообразования и степень проявления других процессов (глеевого, солончакового и др.) при их сочетании с дерновым.

### **Классификация пойменных почв**

В современной классификации России (Г.В. Добровольский) различают следующие типы пойменных почв.

Подгруппа - аллювиальные дерновые почвы: тип 1 - аллювиальные дерновые кислые (слоистые примитивные, слоистые типичные, оподзоленные); тип 2 - аллювиальные дерновые карбонатные (слоистые примитивные, слоистые типичные, остепняющиеся); тип 3 - аллювиальные дерновые карбонатные (опустынивающиеся).

Подгруппа - аллювиальные луговые почвы: тип 4 - аллювиальные луговые кислые; тип 5 - аллювиальные луговые насыщенные; тип 6 - аллювиальные луговые карбонатные; тип 7 - аллювиальные лугово-болотные.

Подгруппа - аллювиальные болотные почвы: тип 8 - аллювиальные иловато-перегноино-глеевые; тип 9 - аллювиальные иловато-торфяные.

В приведенной классификации в названии «аллювиальные» подчеркивается роль аллювиальных процессов в генезисе пойменных почв, а указание на зону отражает специфику биоклиматических условий почвообразования в поймах рек различных зон.

По особенностям состава, реакции и других свойств группа дерновых и луговых почв делится на шесть типов; в группе болотных почв выделяют три типа.

Разделение типов дерновых и луговых аллювиальных почв проводится на основе учета степени развития почвенного профиля и характера аллювиальных

отложений (слоистые примитивные, слоистые, луговые насыщенные, луговые темноцветные, луговые кислые, дерновые кислые оподзоленные, луговые карбонатные). Основными родами являются: обычные, ожелезненные, карбонатные, солонцеватые, заиленные, слитые и галечниковые. Деление на виды проводится по мощности гумусового горизонта, содержанию гумуса и по степени проявления конкретных процессов (оподзоливания, солонцеватости, засоления и т.п.).

Типы почв болотной группы подразделяются на подтипы в связи с выраженностью процессов торфонакопления и заиления. Основными родами являются: обычные, карбонатные, солонцеватые, засоленные, оруденелые. Деление на виды проводится по мощности органогенного и гумусированного горизонтов.

Аллювиальные дерновые почвы формируются на возвышенных элементах рельефа поймы, при глубоком залегании грунтовых вод и преимущественно на аллювии легкого механического состава, часто слоистом. Они расположены главным образом в прирусловой части поймы, а также по гривам центральной поймы.

Почвообразовательный процесс развивается без влияния грунтовых вод, в условиях господства окислительной обстановки, на бедном, чаще всего песчаном или супесчаном аллювии. Поэтому гумусовый профиль в таких почвах обычно маломощен и слабо выражен, с невысоким содержанием гумуса и азота.

Содержание зольных элементов питания может сильно колебаться в зависимости от минералогического состава аллювиальных отложений

Луговые почвы имеют следующее строение профиля: Ад - дернина (на целине), сильно переплетенная корнями травянистых растений; A<sub>1</sub>- гумусовый горизонт темно-серого или серого цвета с бурым оттенком и зернистой структурой; B<sub>1</sub> - переходный гумусовый горизонт часто с признаками оглеения (B<sub>1</sub>g); B<sub>g</sub> - переходный горизонт с отчетливым оглеением, который постепенно переходит в суглинистые или глинистые аллювиальные отложения (C\*).

Обычно капиллярная кайма грунтовых вод в аллювиальных луговых почвах достигает почвенных горизонтов. Это обуславливает развитие оглеения в нижней части их профиля, а также процессов гидрогенной аккумуляции соединений железа, карбонатов, а в почвах пойм южных рек и водорастворимых солей.

Луговые почвы богаты гумусом, имеют значительную мощность гумусового слоя, обладают большим потенциальным запасом элементов питания, высокой емкостью поглощения. Реакция их колеблется в широких пределах (рН от 4 до 6 и выше), что связано с составом аллювия и зональными особенностями почвообразования в поймах.

В понижениях прирусловой поймы, на островах и косах под травянистой растительностью формируются слаборазвитые луговые почвы, близкие по морфологическим признакам и физико-химическим свойствам к слоистым примитивным дерновым почвам, отличаясь от них высоким обводнением и оглеением.

Аллювиальные болотные почвы формируются в условиях длительного паводкового и устойчиво атмосферно-грунтового увлажнения. Для них характерно накопление органических веществ в виде торфа или иловато-перегнойной массы, а также развитие интенсивного оглеения и гидрогенной аккумуляции веществ. Болотные почвы приурочены к территории притеррасной поймы, а

также к участкам центральной поймы с близким залеганием грунтовых вод и длительным застоем паводковых вод (блюдецобразным западинам, лиманам, периферии пойменных озер и стариц).

В зависимости от масштабов аккумуляции органического вещества и степени его разложения среди аллювиальных болотных почв выделяют лугово-болотные, иловато-перегнойно-глеевые и иловато торфяные.

Лугово-болотные почвы характеризуются наличием одернованного гумусового оглеенного горизонта (А\*), сменяющегося гумусированным оглеенным горизонтом В\*, переходящим ниже в минеральные глеевые горизонты.

Эти почвы являются переходными между луговыми и иловато-торфяными, а также иловато-перегнойно-глеевыми почвами.

Профиль иловато-перегнойно-глеевых почв характеризуется сильной оглеенностью и обводненностью. В нем неясно различаются верхний перегнойный горизонт с глеевыми и ярко-ржавыми пятнами и нижележащий грязновато-сизый глеевый горизонт.

Иловато-торфяные почвы образуются преимущественно в притеррасной пойме. Имеют четко выраженный торфяной горизонт различной мощности, сменяемый минеральным глеевым. Притеррасная пойма является областью повышенной аккумуляции веществ за счет выклинивающихся почвенно-грунтовых вод, а также приноса веществ с поверхностными водами со склонов. Поэтому почвы здесь обогащены скоплениями железа, вивианита, извести. Торф притеррасных болот богат азотом, фосфором, кальцием, магнием.

В профиле иловато-болотных почв могут выделяться слои разной степени заиления и встречаться погребенные почвы.

На незатопляемых или редко затопляемых полыми водами участках поймы (высокая пойма) развиваются почвы зонального типа, например дерново-подзолистые в поймах таежно-лесной зоны, серые лесные почвы и черноземы в лесостепной и черноземной зонах и т. п.

Почвенный покров пойм характеризуется разновозрастностью и динамичностью. Здесь можно встретить почвы, начиная от свежих аллювиальных наносов и примитивных слоистых до хорошо развитых с признаками и свойствами зональных почв. Именно такой постепенный ряд в развитии почв пойм характеризует их эволюцию.

*Зональность пойменных почв.* Проявление зональности связано с особенностями теплового режима, условиями атмосферного увлажнения, составом и продуктивностью растительности. Все эти условия имеют свою специфику в каждой зоне. Так, почвы пойм таежно-лесной зоны сохраняют черты дерновых почв с более или менее выраженными признаками заболачивания в виде охристых и оглеенных пятен. Здесь широко распространены болотные и дерново-глеевые почвы. На участках пойм, занятых лесной растительностью и не подвергающихся или редко подвергающихся воздействию паводковых вод, залегают дерново-подзолистые почвы.

В поймах лесостепной и степной зон создаются хорошие условия для развития луговой растительности, активных процессов гумификации при значительном содержании в почвенных растворах бикарбонатов щелочноземельных

оснований. Поэтому в аллювиальных почвах этих зон накапливается значительное количество гумуса, в котором преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием.

Почвы пойм лесостепи и черноземной зоны в общем облике их строения несут черты черноземных почв. Они отличаются высоким потенциальным плодородием. При близком залегании минерализованных грунтовых вод в этих зонах возможно образование пойменных солончаковатых и солонцеватых почв.

Почвы пойм полупустынных и пустынных зон в течение длительного жаркого лета почти не получают осадков, поэтому здесь при близком залегании грунтовых вод легко возникают процессы окарбоначивания и засоления профиля.

Как проявление зональности в поймах этих зон развиваются аллювиальные пустынно-луговые и лугово-сероземные почвы, а также луговые солонцы, солоды, солончаки, солончаковатые и солонцеватые почвы.

В зависимости от геологического строения территории, гидрологического режима реки на отдельных ее отрезках и других факторов формируются следующие типы пойм: сегментные, обвалованные, островные, плавневые и дельтовые.

Характерными чертами почвообразования в дельтах являются: отложение более богатого аллювия, который представляет собой продукты разрушения современных почв речного бассейна и обогащен гумусом, элементами питания, микроорганизмами; широкое развитие гидроморфных почв (илогато-болотных, солончаковых и др.); значительная динамичность факторов почвообразования и как следствие относительно быстрая эволюция почв.

Дельтовые почвы также несут на себе отражение зональности. Так, засоленность почв более выражена в дельтах аридных областей, чем в дельтах северных рек.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды почв горных областей и речных пойм.
2. Условия почвообразования и общая характеристика почв горных областей и речных пойм.

## **2.5. Почвенные карты и картограммы, их значение в сельскохозяйственном производстве. Масштабы карт.**

### **Содержание и оформление почвенных карт. Чтение крупномасштабных почвенных карт, оценка плодородия почв по картограммам**

Рациональное ведение хозяйства, использование природного и эффективного плодородия почв невозможно без применения почвенных карт и агрохимических картограмм.

Картой называется построенное в картографической проекции с учетом кривизны Земли, уменьшенное, обобщенное изображение Земли или отдельных ее частей.

Почвенная карта изображает почвенный покров территории. Она дает наглядное представление о качестве и расположении почвы. Уменьшения, в котором показываються на карте площади распространения различных почв, назы-

ваются масштабом.

В производстве находят самое широкое применение почвенные карты различного масштаба. Масштабом карты называется степень уменьшения линий и расстояний на карте по сравнению с их действительными размерами на местности.

Масштаб карты показывает, во сколько раз длина линии на карте меньше соответствующей ей длины на местности. Он выражается в виде отношения двух чисел. Например, масштаб 1:50000 означает, что все линии местности изображены на карте с уменьшением в 50000 раз, т. е. 1 см на карте соответствует 50000 см (или 500 м) на местности.

Масштаб указывается под нижней стороной рамки карты в цифровом выражении (численный масштаб) и в виде прямой линии (линейный масштаб), на отрезках которой подписаны соответствующие им расстояния на местности. Здесь же указывается и величина масштаба — расстояние в метрах (или километрах) на местности, соответствующее одному сантиметру на карте. Полезно запомнить правило: если в правой части отношения зачеркнуть два последних нуля, то оставшееся число покажет, сколько метров на местности соответствует 1 см на карте, т. е. величину масштаба.

Численный масштаб - отвеченное число, показывающее, во сколько раз уменьшена длина линий местности при изображении ее на карте независимо от того, в каких метрических единицах составлена карта или план.

Мелкомасштабные карты (масштаб мельче 1:300 000) отображают почвенный покров республик, краев, областей, а также всей страны. Их назначение — государственный учет земельных фондов, природное и сельскохозяйственное районирование, планирование размещения сети сортоиспытательных и опытных станций, зональных агрохимических лаборатории, районирование культур и осуществление других мероприятий в сельском хозяйстве республики, области (крае).

Среднемасштабные карты (масштаб 1:300000—1:100 000) представляют собой почвенные карты административных районов. Они предназначаются для использования в планирующих организациях (разработка государственных плановых заданий, проведение мелиоративных работ, распределение минеральных удобрений).

Крупномасштабные карты (масштаб 1:50000— 1: 10 000)—это преимущественно почвенные карты территорий природопользователей. Их используют при внутрхозяйственном землеустройстве, для разработки дифференцированной системы агротехнических мероприятий, правильного применения удобрений, планирования противо - эрозионных работ.

Детальные карты (масштаб 1:5000—1:200) составляются па территории опытных станций и стационары научно-исследовательских учреждений, на плантации многолетних и технических культур. Они используются при закладке многолетних опытов, проектировании орошения и осушения земель, выборе участков под плодовые культуры.

Почвенные карты обычно сопровождаются различными агрономическими картограммами.

Картограмма - схематическая сельскохозяйственная карта. Агрономические картограммы в зависимости от содержания могут быть расшифровывающими и рекомендующими.

Расшифровывающие картограммы отображают отдельные важнейшие свойства почвенного покрова. К этим картограммам следует отнести картограммы мощности гумусового горизонта гумусированности почв, механического состава, солонцеватости, эродированности земель и др.

Рекомендующие картограммы содержат прямые рекомендации по использованию почв. К рекомендуемым относятся картограмма агропроизводительной группировки почв, картограмма кислотности почв и необходимости их в известковании, картограмма поливных режимов и др.

По целевому назначению все картограммы разделяются на три вида. Картограммы, отражающие группировку почв по признакам их генетической и производственной близости. Такие картограммы делают материалы почвенных исследований более наглядными и целеустремленными, а также позволяют территориально конкретизировать рекомендации (картограмма агропроизводительной группировки почв, рационального использования земель).

Картограммы, детализирующие почвенную карту. На картограммах такого рода показываются производственно-важные свойства почв, не получившие достаточно яркого отображения на почвенной карте из-за ограниченности графических средств (картограммы гумусированности почв, глубины залегания грунтовых вод, солонцеватости почв и др.).

Картограммы, дополняющие почвенную карту. На них дано пространственное размещение количественных показателей отдельных производственно-важных признаков почв (картограммы обеспеченности подвижным фосфором, калием, содержания легкогидролизуемого азота, кислотности почв и др.).

Все картограммы делятся на общие, составляемые для хозяйств всех почвенно-климатических зон, и региональные, составление которых обязательно в пределах одной или нескольких зон. К общим относятся картограммы агропроизводительной группировки почв, бонитировки почв, содержания подвижных форм калия и фосфора.

К региональным относятся картограммы эродированности земель, каменистости, солонцеватости, кислотности почв и др.

Правильному использованию почв способствуют также почвенные очерки, содержащие подробную агрономическую характеристику почв и рекомендации по их наиболее рациональному использованию.

**Использование почвенных карт и картограмм при применении удобрений и известковании почв.** Почвенные карты и картограммы позволяют наиболее эффективно использовать удобрения под конкретные культуры с учетом особенностей почвенного покрова каждого участка, каждого поля севооборота.

При использовании материалов почвенных исследований в целях наиболее рационального применения удобрений необходимо не только учитывать показатели, характеризующие питательный режим почв (валовые запасы элементов питания, содержание подвижных форм), но оценивать и весь комплекс почвенных условий как среды для роста и развития растений: водно-

воздушный, температурный, микробиологический и солевой режимы, физико-химические свойства.

При внесении азотных удобрений очень важно учитывать степень гумусированности, структурности и механический состав почв.

При размещении фосфорных удобрений наряду с почвенной картой используется картограмма подвижных форм фосфора. При использовании картограммы подвижного фосфора следует иметь в виду, что при одном и том же его количестве на разных участках эффективнее применять фосфорные удобрения под одну и ту же культуру на том участке, почвы которого имеют более благоприятные агрохимические свойства (меньшую кислотность, большую сумму обменных оснований, меньше подвижного алюминия).

При размещении калийных удобрений следует принимать во внимание, помимо учета материалов картограммы подвижного калия, гранулометрический состав почв: песчаные и супесчаные почвы требуют больше калия, чем почвы тяжелые.

Особо должны быть учтены эродированные почвы, которые, прежде всего, бедны азотом. В районах с достаточным количеством осадков (нечерноземная зона, центральная и западная лесостепь и др.) на смытых почвах необходимо систематически вносить органические удобрения.

При размещении минеральных удобрений необходимо учитывать данные картограммы кислотности почв. На сильнокислых почвах желательнее вносить физиологически щелочные удобрения, не рекомендуется применять физиологически кислые.

В картограммах кислотности указывается степень нуждаемости почв в известковании и рекомендуется норма извести.

Использование почвенных карт при разработке приемов обработки почв. Почвенная карта позволяет наметить рациональные приемы обработки почв с учетом их гранулометрического состава и степени окультуренности, мощности и свойств гумусированного горизонта, свойств подпахотного слоя (гранулометрический состав, оглеенность, уплотненность, содержание питательных веществ, реакция и др.) подверженности эрозии, а также особенностей рельефа участков.

В зоне повышенного увлажнения (дерново-подзолистые глееватые и глеевые и др.) почвенные карты позволяют конкретно решать вопросы улучшения водно-воздушного режима таких почв простейшими приемами обработки (нарезка спускных борозд, узкозагонная пахота и т.п.).

## ГЛАВА 3. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

### 3.1. Научные основы систем земледелия и основные звенья.

#### История развития систем земледелия, классификация

Изменение системы производственных отношений в агропромышленном комплексе предусматривает изменения в системах земледелия, которые уже не могут быть едиными. Они предполагают многообразие технологических элементов, большую специализацию, поскольку структура посевных площадей, которая в определенной степени формирует системы земледелия, определяется рынком, специализацией хозяйства, наличием и уровнем животноводства и др.

Во многих регионах России в последние десятилетия, широкое распространение получила химико-техногенная интенсивная система земледелия, с помощью которой сельскохозяйственное производство достигло определенных успехов. Вместе с тем это сопровождается большими затратами труда, энергии и средств и отрицательными экологическими последствиями. Снижается плодородие почвы. В самой системе заложены противоречия не только экологического, но и экономического и энергетического характера. Система отличается большой энергонасыщенностью, огромными расходами ГСМ на 1 га пашни. На единицу прироста сельскохозяйственной продукции постоянно требуются возрастающие затраты энергии и дополнительно вложенные средства окупаются все с меньшей эффективностью.

В результате промышленного подхода к сельскому хозяйству, универсализации и повсеместного внедрения высокзатратных интенсивных систем земледелия утрачен агробиоценотический принцип природопользования, как важнейший фактор энерго - ресурсосбережения.

Экологическое земледелие было обосновано в России еще в XVIII веке великим ученым и практиком А.Т. Болотовым. Его по праву считают отцом экологического земледелия. Основным принципом его системы является: «хозяйствование в сочетании с природой». Этот принцип предусматривает и ресурсосберегающее земледелие.

Наиболее краткое и емкое определение «системы земледелия» дано в учебнике для вузов агрономических специальностей «Зональные системы земледелия» под редакцией академика А.И. Пупонина (1995г.). «Основными признаками всех систем земледелия были и остаются способы использования земли, поддержания и повышения плодородия почвы». Если углубиться дальше в определение систем земледелия, то легко прийти к выводу, что любая система земледелия должна соответствовать, как минимум, трем требованиям: а) сохранение или повышение плодородия почвы; б) рост производительности земледелия; в) сохранение, или улучшение окружающей среды.

Необходимость разработки, производственной проверки и быстрого перехода на энерго-ресурсосберегающее земледелие обусловлена следующими факторами: *экологический* - традиционная система обработки почвы, основанная на интенсивном глубоком механическом рыхлении способствует усилению процесса минерализации и неоправданной потере органического вещества поч-

вы, загрязнению окружающей среды, деградации почвы, связанной с потерей гумуса, увеличением плотности, заиливанием, подтоплением, дефляцией; *экономический* - высокие материальные и энергетические затраты при использовании плужной обработки, огромный шлейф соответствующих машин и орудий, обуславливают высокую себестоимость продукции, низкую рентабельность производства; *международный* - общей тенденцией интеграционных процессов в мировом земледелии является минимализация обработки почвы, энергоресурсосбережение, уменьшение затрат на производство продукции. Вступление страны в ВТО предусматривает высокую конкурентную способность товаров сельскохозяйственного производства; *климатический* - так, например почвенно-климатические условия основных земледельческих зон Краснодарского края в большей мере соответствуют зонам недостаточного и неустойчивого увлажнения, а новая энерго-ресурсосберегающая система природопользования способствует увеличению влагоемкости почвы, влагопроницаемости, уменьшению расхода влаги на единицу продукции, меньшему испарению влаги, более высокой теплоемкости почвы; *агробиоценотический* - система энерго-ресурсосберегающего земледелия предполагает использование биологических природных принципов самовосстановления плодородия почвы и разуплотнения почвы за счет использования элементов самой системы (сохранение естественной структуры почвы, использование всех пожнивных остатков, минимализация обработки почвы или отказ от нее, использование специальных севооборотов, возделывание промежуточных фитомелиоративных культур, создание положительного баланса органического вещества в почве, повышение биологической активности почвы и др.).

Пришло время более широкого практического использования в земледелии мульчирующих мелких, минимальных обработок почвы и прямых посевов. Имеющийся положительный научный и производственный опыт Краснодарского края показывает, что перспективы развития энерго-ресурсосбережения в земледелии связаны с использованием систем мульчирующей минимальной и нулевой обработки почвы, элементов биологизации и адаптивности.

Важной особенностью ресурсосберегающего земледелия является оптимизация органического вещества в почве, регулярное добавление в почву пожнивных растительных остатков, навоза, возделывание основных и промежуточных фитомелиоративных сидеральных культур. Органическое вещество почвы является важнейшим фактором, способствующим повышению ее плодородия.

Сторонники агрохимической системы земледелия в вопросе сохранения плодородия почвы главную роль отводят внесению минеральных удобрений по балансу выноса их из почвы растениями.

Во всем мире внесение навоза в почву рассматривается с позиции экологически безопасной его утилизации, а потом уже как элемент повышения плодородия почвы. Так, в Краснодарском крае в связи с уменьшением численности поголовья животных увеличились площади кукурузы на зерно и подсолнечника. В результате чего ухудшилась структура предшественников под основную культуру - озимую пшеницу, еще более ухудшились условия биологизации и ресурсосбережения систем земледелия.

Остается самый доступный и малозатратный способ повышения плодородия почвы - использование биологических факторов: увеличение площади однолетних бобовых культур, использование пожнивных остатков, использование промежуточных фитомелиоративных культур, переход на системы мульчирующей мелкой, минимальной и нулевой обработки почвы.

В вопросе совершенствования структуры посевных площадей и формирования севооборотов важное место отводится многолетним и однолетним бобовым травам. Именно с расширением их площадей в севообороте связано с улучшением состояния почвы и повышения ее плодородия. По биологической эффективности однолетние бобовые травы как предшественник, мало уступают многолетним бобовым травам, но оборачиваемость в севообороте при одних показателях структуры посевных площадей в 2-3 раза выше, значит выше и их эффективность.

Самым важным элементом в вопросе повышения плодородия почвы является возделывание промежуточных фитомелиоративных культур, которые в системе мульчирующей минимальной и нулевой обработки почвы, обладают следующими свойствами: разуплотняют почву; уменьшают объем механизированных работ; повышают доступность элементов минерального питания в почве; обладают симбиотической азотфиксацией; затеняют почву в период между уборкой и посевом основных культур севооборота; увеличивают запас органического вещества в почве.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каким трем требованиям должна соответствовать любая система земледелия?
2. Какими факторами обусловлена необходимость разработки, производственной проверки и перехода на энерго-ресурсосберегающее земледелие?

### **3.2. Принципы разработки и внедрения систем земледелия**

При выборе системы земледелия и проектирования ее для конкретного сельскохозяйственного предприятия или фермерского хозяйства необходимо придерживаться следующих четырех принципов: принцип целостности - учет взаимосвязанности и взаимообусловленности всех элементов системы; принцип дифференциации - учет всех факторов (природных, климатических, экономических, социальных, хозяйственных и т. п.), способных существенно повлиять на функционирование системы; принцип адаптивности - соответствие каждого звена системы данному агроландшафту, биологии культур и возделываемого сорта, уровню технической оснащенности и т. п.; принцип экологической обусловленности - система не должна нарушать экологическое равновесие в природной среде и агроландшафте.

*Принцип оптимизации* - элементы системы земледелия должны соответствовать факторам хозяйства (природным, экономическим, производственным, т. е. набору культур, наличию техники, кадров и пр.)

*Принцип нормативности* - соблюдение научно обоснованных норм регу-

лируемых в земледелии факторов (внесение удобрений в установленных нормах, нормы высева, агротехнические требования и пр.)

Принцип агротехнической и экономической эффективности - элементы системы земледелия должны обеспечивать не только сохранность и повышение плодородия почвы, но и высокий экономический эффект от применения системы. Отсутствие экономического эффекта или его низкий уровень является серьезным основанием для пересмотра всех звеньев и блоков системы земледелия.

Проектирование и внедрение системы земледелия для конкретного сельскохозяйственного предприятия следует осуществлять поэтапно, придерживаясь определенного порядка:

1. Выявить влияние факторов, лимитирующих уровень продуктивности сельскохозяйственных культур. Определить какие неблагоприятные природно-климатические, почвенно-биологические, техногенные, технические и организационные причины затрудняют возможность выращивания растений. Это может быть, например, недостаточное количество тепла, солнечного света, влаги, особенности свойства почвы в районе и т. п.

2. Установить видовой состав и сортовой культур, возможный для возделывания в данной зоне с учетом лимитирующих факторов.

3. Оценить возможность и пути преодоления неблагоприятных условий жизни растений, исходя из известных лимитирующих факторов (улучшение водного режима и корректировка состава почвы и пр.).

4. Определить основное направление развития производственной деятельности сельскохозяйственного предприятия, его специализацию и перспективы.

5. В соответствии с биологией культур, их сортов и гибридов, назначениями севооборотов, свойствами и состоянием почв, климатическими условиями и др. факторами наметить системы обработки почвы.

6. Оценить состояние и намечают пути укрепления материально-технической базы хозяйства с учетом обеспечения его трудовыми ресурсами.

7. На основании имеющихся материально-технических ресурсов и их планируемых поступлений установить виды, урожайность культур, площадь их возделывания для получения наивысших урожаев высокого качества.

8. Провести количественную оценку прогностического состояния плодородия почвы при использовании проектируемой системы земледелия, и если прогноз неблагоприятен (возможно снижение плодородия), вносят необходимые корректировки в звенья системы.

9. Разработать общую схему реализации всех звеньев проектируемой системы земледелия.

10. Исходя из организационных и экономических условий, обеспеченности материально-техническими и трудовыми ресурсами, по каждому севообороту, культуре, полю, участку разработать конкретные мероприятия для реализации всех звеньев проектируемой системы земледелия.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите основные принципы при выборе системы земледелия и проектирования для конкретного сельскохозяйственного предприятия или фермер-

ского хозяйства?

2. Опишите принцип нормативности?

3. Опишите принцип оптимизации?

4. Каков порядок проектирования и внедрения системы земледелия для конкретного сельскохозяйственного предприятия?

### **3.3. Факторы жизни растений и законы земледелия.**

#### **Использование законов земледелия в практике сельскохозяйственных предприятий. Биологические факторы повышения плодородия почв**

Растения, развиваясь в тесном взаимодействии и во взаимосвязи с внешней средой – почвой, атмосферой и др., предъявляют к ним определенные требования. Это связано с тем, что растению нужны конкретные, изменяющиеся во времени количества лучистой энергии, температура среды, вода, разнообразные растворенные химические элементы, газовый состав почвенного и атмосферного воздуха, свойства среды обитания.

Рассмотрим влияние основных факторов и условий на рост и развитие растений. *Свет* - это оптическое излучение солнца в виде электромагнитных волн определенной длины, включающее видимое человеческим глазом инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, оказывает большое влияние на рост и развитие растений. Прежде всего, свет это источник энергии для фотосинтеза. Помимо этого, свет оказывает прямое влияние на развитие растений. Без него растения не зацветают и не плодоносят. При недостатке света зерновые, например, плохо кустятся, стебли вытягиваются, растения полегают, зерно получается щуплым, с низким содержанием белка. Свет влияет на качество продукции и других растений: сахарная свекла при хорошем освещении накапливает больше сахара, картофель – крахмала, подсолнечник – жира.

Растения реагируют на смену дня и ночи, на изменение интенсивности освещения. Эту реакцию называют фотопериодизмом.

Для нормального развития одних растений нужен длинный световой день, что наблюдается в северных широтах. Так, озимая рожь, овес, пшеница запаздывают с цветением в условиях короткого дня. Другие растения (рис, хлопчатник, сорго, просо, табак) лучше развиваются в южных широтах с коротким световым днем.

В практике земледелия используют приемы, позволяющие улучшить освещенность растений. К ним относятся правильное ориентирование рядов посевов по отношению к странам света. Например, посев зерновых рядками в меридиональном направлении по сравнению с широтным дает прибавку урожая 0,2 – 0,3 т/га за счет лучшего освещения растений утром и вечером и затенения их друг другом в жаркие полуденные часы. Необходимо создать оптимальную густоту стояния растений при посеве, более равномерно распределять их по площади, уничтожать сорные растения, затеняющие культурные. Как правило, более ранние сроки посева и посадки способствуют усилению фотосинтетической деятельности и повышению урожая. В условиях длинного лета применяют пожнивные и поукосные посева, позволяющие полнее использовать солнечную

радиацию.

**Тепло.** Все процессы, происходящие в растении (прорастание семян, рост, плодообразование, фотосинтез), наилучшим образом протекают при определенной оптимальной температуре. При отклонении ее в ту или иную сторону эти процессы тормозятся, что приводит к снижению урожая. Для каждой фазы развития существуют минимальные и максимальные температуры, при которых физиологические процессы останавливаются и растения даже могут погибнуть.

По отношению к теплу растения подразделяют на холодостойкие, семена которых прорастают при температуре почвы  $2 - 5^{\circ}\text{C}$ , и за весь вегетационный период им необходима сумма активных (более  $10^{\circ}\text{C}$ ) среднесуточных температур воздуха  $1200 - 1800^{\circ}\text{C}$ , и теплолюбивые, семена которых прорастают при температуре почвы  $8 - 12^{\circ}\text{C}$  и нуждаются в сумме активных среднесуточных температур воздуха  $3000 - 4000^{\circ}\text{C}$ .

Для многолетних и озимых сельскохозяйственных растений нужна определенная температура почвы в зимний период.

**Воздух.** Растению необходим углекислый газ, используемый им при фотосинтезе, и кислород – в процессе дыхания, т. е. в процессе окисления, связанном с выделением энергии для других физиологических процессов. Углекислый газ растения поглощает из приземных слоев атмосферы, состав которой человек практически изменить не может. Кислород растение получает из воздуха и из почвы. Кислородное питание может быть нарушено при затоплении растений или при обильных снегопадах и непромерзшей почве, когда растения продолжают вегетировать.

Растения чувствительны к составу почвенного воздуха, в частности к содержанию в нем кислорода, который необходим для прорастания семян. Особенно требовательны к кислороду корнеплоды и клубнеплоды, масличные и бобовые культуры. Менее требовательны – зерновые, некоторые из них снабжают корни кислородом, запасенным в воздухоносных полостях стеблей. Эти полости особенно развиты у риса, который может расти на почве, затопленной водой, а также у кукурузы. Кислород и азот нужен многим микроорганизмам, принимающим активное участие в формировании плодородия почвы.

Количество и состав почвенного воздуха можно регулировать, изменяя содержание влаги в почве с помощью орошения или осушения, соответствующей обработке почвы (рыхлением или прикатыванием), внесение органических удобрений (навоза, компостов, торфа).

**Вода** в жизни растений играет одну из главнейших ролей – участвует в фотосинтезе. Вода растворяет питательные элементы, сохраняет форму растений, создавая внутриклеточное давление, является его терморегулятором.

Источник водоснабжения растений – почва. Жизнь растения зависит не только от наличия влаги в почве, но и от ее потенциала, характеризующего степень связности влаги твердой фазой почвы и ее осмотическое давление, зависящее от концентрации почвенных растворов.

**Элементы питания.** В состав сухой массы растений входит несколько десятков элементов питания, однако некоторые из них абсолютно необходимы для всех растений. Это макроэлементы - углерод, кислород, водород, азот, фос-

фор, калий, кальций, магний, железо, сера и микроэлементы - бор, марганец, медь, цинк, молибден, кобальт и др.

Первые четыре макроэлемента (углевод, кислород, водород, азот) входят в состав органической массы растений и называют органогенными, остальные – зольными элементами.

Углевод, кислород и водород, на долю которых приходится около 93 – 94% сухой массы растений, усваиваются растением из воздуха в процессе фотосинтеза, а азот и все зольные элементы растения берут из почвы.

Каждый элемент питания имеет определенное значение в жизни растений. Углерод, кислород, водород и азот – важнейшие составные части органических веществ – углеводов, белков и жиров.

Азот входит в состав белков, которые являются основой жизни, и влияет главным образом на ростовые процессы. При недостатке азота рост и развитие растений сильно замедляются, растение имеет мало листьев и бледную окраску. Избыток азота значительно увеличивает рост растений, затягивая их созревание.

Фосфор особенно необходим на ранних этапах развития растений и в период плодоношения. Он способствует лучшему развитию семян, плодов и ускорению созревания культур.

Калий накапливается преимущественно в молодых частях растений, играет важную роль в накоплении углеводов, повышает устойчивость растений к заболеваниям. Вместе с фосфором он увеличивает зимостойкость озимых культур.

Кальций способствует развитию мощной корневой системы у растений, уменьшает вредное влияние ионов водорода и алюминия.

Сера, магний, железо участвуют в окислительных процессах. Сера входит в состав белка, магний – хлорофилла, железо – необходимый элемент при образовании хлорофилла, хотя и не входит в его состав.

Микроэлементы входят в состав ферментов, гормонов, витаминов. Они влияют на процессы обмена веществ в растениях и выполняют ряд других специфических функций.

Обобщение многовекового опыта выращивания сельскохозяйственных культур привело к формированию законов земледелия.

*Закон возврата питательных веществ* заключается в том, что для поддержания плодородия почвы человек обязан восполнять запасы питательных веществ в ней, выносимых урожаем. Это восполнение осуществляется внесением органических и минеральных удобрений; применением специальных агротехнических приемов, способствующих разложению в почве растительных остатков и сохранению продуктов разложения; посевов специальных, удобряющих почву растений. На этом законе основывается балансовый метод расчета норм удобрений.

Этот закон впервые был сформулирован немецким химиком Юстусом Либихом (1803 – 1873), автором теории минерального питания растений, одним из создателей агрохимии. К. А. Тимирязев назвал этот закон величайшим приобретением науки.

*Закон плодосмена* утверждает, что более высокие урожаи получаются при чередовании культур на поле, чем при бессменных посевах. Объясняется это

тем, что разные культуры потребляют из почвы питательные элементы в разных количествах, при длительном их выращивании развиваются специфические вредители и возбудители болезней, определенные сорные растения.

*Закон оптимума, минимума и максимума*, фактора, который утверждает, что при прочих равных условиях наибольшую продуктивность растение дает, когда фактор имеется в оптимальном количестве. Уменьшение и увеличение фактора по сравнению с оптимальным снижает продуктивность, и при определенных для каждого растения минимальных или максимальных значений фактора растение или не дает урожая, или погибает.

Так как растение развивается при одновременном действии многих факторов, отсюда следует *закон незаменимости и равнозначности всех факторов жизни*. В соответствии с этим законом ни один из факторов не может быть заменен другим. Например, нельзя недостаток или избыток влаги компенсировать повышенными нормами удобрения и т. п. Равнозначность факторов заключается в том, что даже ничтожная потребность растения в каком-либо элементе питания, если она не удовлетворяется, приводит к нарушению роста и развития растения.

В земледелии очень важно оценить эффект от одновременного изменения нескольких факторов. Эта оценка вытекает из закона совокупности действия факторов жизни растения, согласно которому растение имеет небольшую продуктивность, когда все факторы находятся в оптимуме.

Закон совокупности действия факторов обосновывает необходимость и эффективность комплексных мелиораций, т. е. одновременное улучшение водного, воздушного, солевого и питательного режимов почв.

### **Биологические факторы плодородия почвы**

Первичное органическое вещество, поступившее в почву, подвергается сложным превращениям, включающим процессы разложения, вторичного синтеза в форме микробной плазмы и гумификации. Сочетание названных процессов приводит в биологически активных почвах к образованию сложной смеси органических веществ, состоящей из малоразложившихся растительных и животных остатков с сохранившейся первоначальной структурой; промежуточных продуктов разложения органических и животных остатков (например, лигнина); собственно гумусовых веществ, образовавшихся путем микробного синтеза или остаточного происхождения; растворимых органических соединений, которые более или менее быстро минерализуются до простых минеральных соединений ( $H_2O$ ,  $CO_2$  и др.) или участвуют в синтезе собственно гумусовых веществ. Органическое вещество, консервирующее энергию солнца в химически связанной форме, - единственный источник энергии для развития почвы, формирования ее плодородия. Основным источником первичного органического вещества, поступающего в почву под естественной растительностью, являются остатки растений.

Во-первых, они удобряют почву ежегодно после уборки урожая, в то время как все остальные виды органических удобрений вносят в почву периодически. Во-вторых, не требуется дополнительных затрат на их внесение. В-третьих, рас-

тительные остатки распределяются в почве наиболее равномерно. В них содержатся все макро- и микроэлементы, необходимые растениям и животным.

На пахотных почвах с отчуждением большей части урожаев полевых культур источником органического вещества служат надземные и корневые остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения.

Растительные остатки разделяют на три группы: 1 - пожнивные остатки растений; 2 - листостебельные; 3 - корневые. Пожнивные остатки представлены стерней злаков, частями стеблей, листьев и всех других надземных частей растений, которые остаются в поле после уборки урожая. Листостебельные части растений включают корневища, столоны картофеля, корневые шейки клевера, люцерны и других трав, остатки клубней, корнеплодов, луковиц.

Корневые остатки растений представлены корнями выращиваемой культуры, сохранившимися живыми к моменту уборки, а также корнями, отмершими к моменту уборки.

В почве при выращивании растений происходят одновременно два противоположных процесса: синтез, накопление органического вещества, и его разрушение. Интенсивностью обоих процессов, их соотношением определяются конечные результаты, по которым оценивают влияние данной культуры на почву. Если конечный результат положительный, за культурой признаются свойства улучшать плодородие почвы и наоборот. Между тем на процесс разрушения органического вещества влияют не столько сами культуры, сколько приемы их возделывания.

О влиянии минеральных удобрений на развитие корневой системы существуют различные мнения. Н. А. Качинский высказал предположение, что «чем благоприятнее для растений почва, тем относительно к надземным частям слабее развита его корневая система».

Наряду с количеством растительных остатков, важное значение имеет их химический состав и скорость разложения в почве. Так, растительные остатки многолетних трав содержат большое количество элементов питания.

На ход и скорость разложения влияют, во-первых, внешние условия среды: влажность, температура, рН почвы, содержание в ней кислорода и питательных веществ и, во-вторых, химический состав растительных остатков.

Превращение первичного органического вещества в почве проходит в несколько этапов. На первом этапе происходит химическое взаимодействие между отдельными химическими веществами отмершего растения (например, ароматические соединения клеточных оболочек могут вступать в химические реакции с белками растительных клеток), которое можно значительно ускорить за счет биологических и минеральных катализаторов.

На втором этапе происходят механическая подготовка и перемешивание с почвой растительных остатков с помощью почвенной фауны. Нельзя отрицать и определенную биохимическую подготовку первичного органического вещества к микробному разложению при прохождении растительной массы через желудочно-кишечный тракт почвенных животных.

На третьем этапе превращения свежего органического вещества в почве происходит минерализация его с помощью микроорганизмов. В первую оче-

редь минерализуются воднорастворимые органические соединения, а также крахмал, пектин и белковые вещества. Значительно медленнее минерализуется целлюлоза, при разложении которой освобождается лигнин - соединение, весьма устойчивое к микробиологическому расщеплению. Конечными продуктами превращений первичного органического вещества являются минеральные продукты ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , нитраты, фосфаты, в анаэробных условиях  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$ ). Кроме того, в почве накапливаются в качестве продуктов метаболизма микроорганизмов низкомолекулярные органические кислоты (муравьиная, уксусная, щавелевая и др.). Процессы минерализации органического вещества в почве имеют экзотермический характер.

Часть продуктов биологического разложения первичного органического вещества превращается в особую группу высокомолекулярных соединений - специфические, собственно гумусовые вещества, а сам процесс называют гумификацией.

Основная часть органического вещества почвы (85-90%) представлена специфическими высокомолекулярными гумусовыми соединениями. Принято подразделять специфические гумусовые вещества на три основные группы соединений: гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумины.

Органическое вещество почвы, аккумулируя огромное количество углерода, способствует большей устойчивости круговорота углерода в природе. В этом, а также в накоплении еще ряда элементов в земной коре состоит важная биогеохимическая функция органического вещества в земной коре.

**Почвенная биота.** Живые организмы - обязательный компонент почвы. Количество их в хорошо окультуренной почве может достигать нескольких миллиардов в 1 г почвы, а общая масса - до 10 т/га.

Основная их часть - микроорганизмы. Доминирующее значение принадлежит растительным микроорганизмам (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты).

Животные организмы представлены простейшими (жгутиковые, корненожки, инфузории), а также червями. Довольно широко распространены в почве моллюски и членистоногие (паукообразные, насекомые).

Почвенные организмы разрушают отмершие остатки растений и животных, поступающие в почву. Одна часть органического вещества минерализуется полностью, а продукты минерализации усваиваются растениями, другая же переходит в форму гумусовых веществ и живых тел почвенных организмов.

Некоторые микроорганизмы (клубеньковые и свободноживущие азотфиксирующие бактерии) усваивают азот атмосферы и обогащают им почву.

Почвенные организмы (особенно фауна) способствуют перемещению веществ по профилю почвы, тщательному перемешиванию органической и минеральной части почвы. Важнейшая функция почвенных организмов - создание прочной комковатой структуры почвы пахотного слоя. Последнее в решающей степени определяет водно-воздушный режим почвы, создает условия высокого плодородия почвы. Наконец, почвенные организмы выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, способствуют переводу одних элементов в подвижную форму и, наоборот, закреплению

других в недоступную для растений форму. В обрабатываемой почве функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима (частичное закрепление минеральных удобрений с последующим освобождением по мере роста и развития растений), оструктуриванию почвы, устранению неблагоприятных экологических условий в почве. В интенсивном земледелии экологические условия могут иногда в решающей степени определять эффективное плодородие почвы. В ней существуют тесные многообразные связи между всеми почвенными организмами. Причем вся эта система находится в состоянии непрерывно изменяющегося равновесия. Одни группы микроорганизмов предъявляют простые требования к пище, другие - сложные. Между одними группами существуют симбиотические (взаимно полезные) связи, между другими - антибиотические. Микроорганизмы в последнем случае выделяют в почву вещества, подавляющие развитие других микроорганизмов. Практическое значение имеет способность некоторых микроорганизмов оказывать губительное действие на представителей фитопатогенной микрофлоры. Усилить активность желательных микроорганизмов можно путем внесения в почву органического вещества. В этом случае отмечается вспышка в развитии почвенных сапрофитов, которые, в свою очередь, стимулируют развитие микроорганизмов, угнетающих фитопатогенные виды. Для нормального функционирования почвенных организмов необходимы прежде всего энергия и питательные вещества. Для подавляющего большинства микроорганизмов такой источник энергии - органическое вещество почвы. Поэтому активность почвенной микрофлоры главным образом зависит от поступления или наличия в почве органического вещества.

Для оценки деятельности почвенной биоты используют показатель «биологическая активность почвы». Под биологической активностью понимают, в одних случаях общую биогенность почвы, определяемую, как правило, подсчетом общего количества почвенных микроорганизмов. Если иметь в виду несовершенство методик, применяемых в этом случае, и малую кратность определений во времени, то результаты анализа дают примерную картину биологической активности почвы.

Другая точка зрения относительно методов определения биологической активности почвы заключается в учете результатов деятельности почвенных организмов. Особенно важен такой подход в агрономии. Однако привести к общему знаменателю исключительно многообразную деятельность почвенной флоры и фауны методически непросто.

Наиболее универсальный показатель деятельности почвенных организмов - продуцирование ими углекислого газа. Поэтому учет выделяемого почвой углекислого газа - первостепенный из других биохимических способов определения биологической активности почвы.

**Фитосанитарное состояние почвы.** Плодородие почвы в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием почвы, т. е. чистотой почвы от сорняков, вредителей, болезнетворных начал, а также токсических веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофлорой и продуктами разложения.

Фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологически ак-

тивных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. совокупность этих веществ получила название колинов, состав и концентрация которых зависят от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений. При низких концентрациях фитотоксических веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян.

Источник образования и поступления токсических веществ в почве - корневые выделения растений, послеуборочные растительные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Наиболее интенсивно фитотоксические вещества накапливаются при возделывании на одном месте однородных или близких по биологии культур и при создании в почве анаэробных условий. Внесение минеральных и особенно органических удобрений приводит к уменьшению в почве численности фитотоксичных микроорганизмов.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какое влияние на живые организмы оказывают свет, тепло и вода?
2. Как можно регулировать содержание и состав органического вещества почвы?
3. Опишите фактор - «почвенная биота»?
4. Что понимается под фактором - «фитосанитарное состояние почвы»?

### **3.4. Основные показатели плодородия интенсивно используемых почв.**

#### **Простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы.**

##### **Рекультивация земель**

Основным интегральным показателем плодородия почв является содержание в них органического вещества и его качественное состояние. Плодородие почвы первично по отношению к урожаю. Потребление урожая связано с потреблением компонентов плодородия: органического вещества, питательных элементов, воды. Растения усваивают азот и зольные элементы из почвы в форме минеральных солей, растворенных в почвенном растворе. Сочетание органических и минеральных удобрений – идеальный источник питания растений на всех стадиях их развития.

Исходя из принципа развития плодородия, в интенсивном земледелии осуществляется научно-обоснованное воспроизводство плодородия почвы. Воспроизводство плодородия почвы бывает *простое* и *расширенное*. Возвращение почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию означает простое воспроизводство. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня - это расширенное воспроизводство плодородия.

Простое воспроизводство применимо для почв с оптимальным уровнем плодородия. Расширенное воспроизводство реализуется для почв с низким естественным уровнем плодородия, не способным обеспечить достаточную эффективность факторов интенсификации земледелия. Расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв - обязательное условие расши-

ренного воспроизводства продукции земледелия вообще.

Управление плодородием почвы в современной земледелии должно осуществляться на основе соответствующих моделей. Модель плодородия почвы представляет собой сочетание экспериментально установленных показателей плодородия, находящихся в тесной корреляции с величиной урожая. Модель плодородия разрабатывается для конкретных почвенно-климатических и производственных условий выращивания сельскохозяйственных культур.

Воспроизводство плодородия почвы в современной земледелии осуществляют двумя способами: вещественным и технологическим. Первый предполагает применение удобрений, мелиорантов, пестицидов и т.д., второй - севооборота, промежуточных культур, различных приемов обработки почвы и способов посева и др. Эти пути направлены на достижение единой цели, хотя механизм действия их различен.

Вещественные факторы воспроизводства оказывают наиболее сильное и многообразное воздействие на плодородие почвы. Технологическое воздействие не в состоянии компенсировать материальные потери почвенного плодородия; его эффект основан на мобилизации вещественных ресурсов почвы и краткосрочен. В итоге это приводит к снижению постоянных источников почвенного плодородия, хотя и обеспечивает кратковременный успех в повышении урожая сельскохозяйственных культур.

Естественная основа теории воспроизводства плодородия почвы закон возврата - частное проявление всеобщего закона сохранения вещества и энергии. Воспроизводство плодородия почвы начинают с определения оптимальных параметров модели плодородия. Модели плодородия строго дифференцированы в зависимости от природных условий хозяйства, специализации земледелия, экономического уровня производства.

Экспериментальное обоснование параметров плодородия конкретных земледельческих регионов позволяет дать объективную агрономическую оценку почвы. Это означает, что каждая модель плодородия почвы должна обеспечивать эффективное использование удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий обработки почвы, мелиораций, средств защиты растений.

**Рекультивация земель** - это важнейшая часть природообустройства, которая заключается в восстановлении свойств компонентов природы и самих компонентов, нарушенных человеком или загрязненных в процессе природопользования, функционирования техноприродных систем и другой антропогенной деятельности для последующего их использования и улучшения экологического состояния окружающей среды.

Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель.

Разработка проектов рекультивации нарушенных земель (ГОСТ 17.5.3.04-83) проводится с учетом следующих факторов:

- природные условия района (климатические, педологические, геологические, гидрологические и вегетационные);

- расположение нарушенного (нарушаемого) участка;
- перспективы развития района разработок;
- фактическое или прогнозируемое состояния нарушенных земель к моменту рекультивации (площади, формы техногенного рельефа, степени естественного зарастания, современного и перспективного использования нарушенных земель, наличия плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород, прогноза уровня грунтовых вод, подтопления, иссушения, эрозионных процессов, уровня загрязнения почвы);
- показатели химического и гранулометрического состава, агрохимических и агрофизических свойств, инженерно-геологической характеристики вскрышных и вмещающих пород и их смесей в отвалах в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.03-86;
- хозяйственные, социально-экономические и санитарно-гигиенические условия района размещения нарушенных земель;
- сроки использования рекультивированных земель с учетом возможности повторных нарушений;
- охрана окружающей среды от загрязнения ее пылью, газовыми выбросами и сточными водами в соответствии с установленными нормами ПДВ и ПДК.

Выбор направлений рекультивации определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.02-85 и осуществляется в два этапа: технический этап и биологический этап (ГОСТ 17.5.1.01-83).

На землях, нарушаемых при проведении геологоразведочных, изыскательских работ, бурении эксплуатационных скважин, снятие, складирование и хранение плодородного слоя почвы проводят по ГОСТ 17.4.3.02-85.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Опишите простое воспроизводство плодородия почвы?
2. Опишите расширенное воспроизводство плодородия почвы?
3. Что такое рекультивация земель?
4. Расскажите о существующих ГОСТах, стандартах и нормах при рекультивации земель?

## ГЛАВА 4. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И БОРЬБА С НИМИ

### 4.1. Понятие о сорняках. Вред, причиняемый сорняками. Источники засорения полей. Биологические особенности сорняков

По данным С.С.Никитина (1983) на территории бывшего СССР встречалось 1330 видов сорных растений. На сельскохозяйственных угодьях России сорная растительность включает свыше 1100 флористических видов. По условиям местообитания сорную растительность делят на пашенную, или сегетальную (сорнополевую), рудеральную (мусорную) и естественных угодий.

**Сегетальная растительность** образовалась и образуется на окультуренных сельскохозяйственных угодьях. Она предпочитает постоянно обрабатываемые земли и хорошо приспособлена к посевам определенной культуры. При прекращении обработки почвы сорные виды этой группы полностью выпадают из культивируемого травостоя.

**Рудеральная растительность** сформировалась и формируется на местообитаниях, не подвергающихся постоянной обработке. Сорняки этой группы обитают преимущественно на залежах, около жилых и хозяйственных построек и сооружений, на свалках бытовых и производственных отходов, по межам и обочинам.

**Сорняки естественных угодий** хорошо приспособлены к определенному типу естественных угодий, в основном распространены на лугах и пастбищах.

**Сорные растения** (сорняки) - это дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции.

Главенствующее значение в формировании видового состава сорняков имеют экологический режим местообитаний, обусловленный сознательной или бессознательной деятельностью человека, а также фитоценотические взаимоотношения между культурными и сорными растениями. В процессе хозяйственной деятельности изменяются жизненные формы не только культурных, но и сорных растений.

Виды сорных растений находятся во многих семействах, но более двух третей их в умеренной зоне относятся к 8... 11 семействам, а именно: **астровым** или **сложноцветным**, **бобовым** или **мотыльковым**, **звездичным**, **гречишным**, **губоцветным**, **маревым**, **капустным** или **крестоцветным**, **лютиковым**, **мятликовым** или **злаковым**, **норичниковым**, **сельдерейным** или **зонтичным**.

Несмотря на большое разнообразие видов сорных растений, многие из них имеют сходные признаки - особенности размножения, способы питания, продолжительность жизни, время появления всходов, требования к состоянию почвы, потребности к факторам жизни и т. д. Большинство сорняков приспособлено к конкретным условиям реакции почвенного раствора (рН) и влажности почв, обеспеченности их элементами питания.

По отношению **к уровню увлажнения почвы** можно выделить следующие группы сорных растений: **гигрофиты**, которые встречаются почти исключительно на сырой, слабоаэрируемой почве. К ним относятся, например, лютик ползучий, ситник лягушечный, сушеница топяная, мята полевая, хвощ полевой

и чистец болотный; *гигромезофиты*, которые предпочитают достаточно влажные и хорошо аэрируемые почвы. К ним относятся, например, осот полевой, марь белая, дымянкa аптечная, подмаренник цепкий, ярутка полевая и ромашка продырявленная; *ксерофиты*, которые предпочитают хорошо аэрируемые, теплые и временами просыхающие почвы. К этой группе относятся, например, просо куриное, щетинник зеленый, амброзия полыннолистная, щирица запрокинутая.

В отношении *реакции почвенного раствора* (рН) различают сорняки, предпочитающие известковые и кислые почвы, а также индифферентные виды. К видам, которые предпочитают более *щелочные почвы* относятся: лисохвост полевой, лютик полевой, бодяк полевой, горчица полевая, вьюнок полевой, вероника полевая, вероника персидская, овсюг, осот полевой, осот шероховатый, лебеда раскидистая, мак-самосейка, мак колючик, бородавник обыкновенный, яснотка пурпурная, яснотка стелющаяся. Индикаторными сорняками для почв со щелочной реакцией являются дрема ночная, желтушник левковный, марьяник полевой, чина клубненосная, живокость полевая и молочай маленький.

Более *кислые почвы* предпочитают пупавка полевая, вероника плющелистная, редька дикая, ромашка лекарственная, ромашка продырявленная, мятлики однолетний, нивяник посевной, вика мохнатая и метлица обыкновенная. Индикаторами являются торица полевая, щавелеки дивало однолетнее.

Не однозначно отношение сорняков *к содержанию питательных элементов в почве*, за исключением азота. К *нитрофильным* сорнякам на всех почвах относятся, например, марь белая, пастушья сумка, подмаренник цепкий, горец почечуйный, крестовник обыкновенный и звездчатка средняя.

На «теплых почвах» - щирица запрокинутая, пролесник однолетний, щетинник зеленый, крапива жгучая, галинсога мелколистная, просо куриное и паслен черный.

Сорные растения могут подавлять рост и развитие сельскохозяйственных культур главным образом за счет: а) своей высокой семенной продуктивности и пластичности по отношению к условиям произрастания; б) большей конкурентоспособности, особенно в условиях недостаточной густоты посевов культурных растений; в) снижения всхожести и жизнеспособности семян сельскохозяйственных культур путем выделения корнями сорняков в почву физиологически активных веществ, действующих как ингибиторы роста и развития.

**Биологические особенности сорных растений.** Быстрое и широкое распространение сорных растений происходит, в первую очередь, благодаря своей высокой семенной продуктивности. Например, одно растение мари белой дает 100-700 тысяч семян, ромашки пахучей – 54-165 тысяч, осота полевого – 19 тысяч семян и т.д. Именно поэтому необходимо особое внимание обращать на мероприятия, направленные на уничтожение сорняков до того, как они сформируют жизнеспособные семена.

Кроме высокой семенной продуктивности сорные растения отличаются тем, что их семена довольно длительные сроки сохраняют способность прорастать. Семена мари белой могут сохранять в почве жизнеспособность в течение 38 лет, редьки дикой – 3 года, звездчатки средней – около 30 лет, пастушьей

сумки – 35 лет и т. д.

Сорняки могут формировать семена, обладающие разноплодием, т. е. образуют семена трех типов, прорастающие через разное количество лет – марь белая, овсюг, лебеда блестящая, просо куриное, горец птичий и др.

Семена сорных растений отличаются недружностью прорастания из-за различной продолжительности покоя. Эта особенность дает возможность семенам сорняков прорасти длительный период, тем самым, сохраняя шанс выжить виду. Поэтому малейшее отклонение от эффективной агротехники приводит к засорению посевов культурных растений.

Семена абсолютного большинства сорняков лучше всего прорастают в слое почвы 4-8 см. Это необходимо учитывать при определении глубины вспашки, лущения жнивья, рыхления междурядий и боронования для того, чтобы достичь максимального эффекта при подавлении сорной растительности.

Сорняки – это конкуренты культурных растений, основной вред, причиняемый сорными растениями сельскохозяйственному производству, состоит не только в резком снижении урожаев сельскохозяйственных культур, но и в ухудшении качества получаемой продукции. Поэтому проблема борьбы с сорняками была и остается до настоящего времени актуальной.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение понятию «сегетальная растительность».
2. Что такое рудеральная растительность
3. Назовите классификацию сорняков?
4. Назовите классификацию сорной растительности по отношению к уровню увлажнения почвы?
5. Опишите биологические особенности сорных растений?

#### **4.2. Агробиологическая классификация сорняков. Характеристика основных представителей групп сорняков. Особенности их роста, развития и размножения, отношение к плодородию почвы, районы распространения. Карантинные сорняки**

Сорняки по-разному приспособлены к переживанию неблагоприятных периодов. По этой способности их группируют в следующие **жизненные группы**:

**Терофиты** - в эту группу входят однолетние сорняки, которые переживают неблагоприятный период (зиму) семенами. Весь цикл жизни проходит у них в течение одного года или еще более коротких сроков. К этой группе относится большинство сорняков умеренной зоны.

**Гемикриптофиты** - виды этой группы имеют побеги с органами для переживания (почки) вблизи поверхности земли, с помощью которых они перезимовывают. К этой группе относится достаточно большое число видов сорняков, обитающих на экстенсивно использованных землях.

**Криптофиты или геофиты** - у этой группы отмирают в течение вегетационного периода все наземные части и переживание ими неблагоприятных условий происходит в виде подземных органов (корневищ, луковиц, клубней,

корнеотпрысков). К ним относится относительно мало видов сорняков и распространены они преимущественно на многолетних насаждениях.

Большое значение для биологической характеристики сорняков имеет их продолжительность жизни. По этому признаку А.И.Мальцев сорняки классифицируют на малолетние и многолетние (табл. 7).

Малолетние сорняки плодоносят только один раз в жизни (**монокарпика**). Из них **однолетние** (эфемеры, яровые, зимующие и озимые) имеют одногодичный цикл развития (моноциклики), а **двулетние** - двухлетний цикл (двуциклики).

Однолетние имеют самое большое распространение среди сорняков, вредных в полеводстве, что объясняется предпочтением ими открытых, регулярно освобождаемых от вегетации, местообитаний. Среди них эфемеры являются растениями с очень коротким периодом вегетации (1,5...2 мес.), способными давать за сезон несколько поколений.

Таблица 7

Классификация сорных растений (А.И. Мальцев, 1936)

Тип	Подтип	Биологическая группа
Автотрофные	Малолетние	Эфемеры Яровые ранние Яровые поздние Зимующие Озимые Двулетние
	Многолетние	Корнеотпрысковые Корневищные Ползучие Луковичные Клубневые Стержнекорневые Кистекарневые
Гетеротрофные	Паразиты	Корневые Стеблевые
	Полупаразиты	Корневые Стеблевые

**Яровые ранние сорняки** мало требовательны к теплу, прорастают рано весной и заканчивают свое развитие до уборки культурных растений или одновременно с ними. Представителями этой группы являются: овсюг, марь белая, горец шероховатый, горчица полевая и редька дикая.

**Яровые поздние сорняки** чувствительны к холоду и прорастают только при достаточном прогревании почвы. Они находят хорошие условия для роста и развития в посевах поздних культур. Очень поздние всходы их до плодоношения погибают зимой от мороза. Из этой группы особенно распространены такие сорняки, как например, щирица запрокинутая, просо куриное или ежов-

ник обыкновенный и виды щетинника.

**Зимующие сорняки** заканчивают вегетацию при ранних весенних всходах в том же году, а при поздних всходах способны перезимовывать в любой фазе роста. После перезимовки они образуют розетку прикорневых листьев, быстро растущий стебель и рано заканчивают вегетацию. Этими свойствами они хорошо приспособлены к произрастанию и в яровых, и в озимых культурах. К этой группе относятся такие распространенные сорняки, как, например, пастушья сумка обыкновенная, ярутка полевая, василек синий, ромашка непахучая и дескурения Софии.

**Озимые сорняки** требуют для своего развития пониженных температур осенью и зимой. Независимо от времени прорастания они переходят в генеративную фазу только на следующий год. Эти сорняки полностью приспособлены к озимым культурам, как, например, метлица обыкновенная, кострец ржаной и кострец полевой.

**Двухлетние сорняки** проходят полный цикл развития за два года. В первый год жизни они образуют розетку листьев, а в следующий год переходят в генеративную фазу развития. Типичные двухлетние сорняки прорастают только осенью и плодоносят только после двух перезимовок. Они в агрофитоценозах встречаются реже, как правило, только еще на экстенсивно используемых землях, как, например, виды донника.

Среди **многолетних сорняков**, которые имеют полициклический способ жизни и плодоносят почти каждый год своей жизни (поликарпики), имеются различия между формами, которые почти исключительно размножаются генеративно и такими, которые размножаются преимущественно вегетативно при одновременной возможности к генеративному размножению.

**Агробиологическая классификация сорняков.** Малолетние сорняки относятся к следующим группам: эфемеры, яровые ранние, яровые поздние, зимующие, озимые, двухлетние. Многолетние разделяются на: мочковатокорневые, стержнекорневые, луковичные, клубневые, ползучие, корневищные, корнеотпрысковые. Паразитные и полупаразитные - на: стеблевые паразитные, корневые паразитные, полупаразитные.

*Малолетние сорняки* разделяют на однолетники и двухлетники.

*Однолетние (монокарпические) сорняки* размножаются только семенами, живут один год. Их подразделяют на биологические группы: эфемеры, яровые ранние, яровые поздние, зимующие и озимые.

**Эфемеры.** Из группы яровых ранних выделяются так называемые эфемеры, которые отличаются очень быстрым и коротким периодом развития и могут в один вегетационный период дать несколько (2...3) поколений. Размножаются семенами, которые прорастают при температуре 5-12 °С. Цветут в апреле-июне, побеги до 30-45 см.

Некоторые виды хорошо поедаются животными, предохраняют почву в начале вегетационного периода от водной и ветровой эрозии. Эти растения малотребовательны к экологическим условиям. Обычно засоряют озимые культуры. К эфемерам относятся, например, бурачок пустынный, звездчатка средняя, плоскодонник льнолистный и т.д.

*Яровые ранние* размножаются только семенами, всходят весной или летом и заканчивают свое развитие в течение одного вегетационного периода. Эти сорняки часто всходят и сильно разрастаются после уборки ранних культур, поэтому их иногда называют также пожнивными. Появившиеся осенью всходы сорняков погибают от заморозков.

Они обладают высокой семенной продуктивностью. Семена прорастают при температуре 7-20 градусов. Они создают значительные банки семян в почве. Некоторые виды имеют лекарственное значение (ромашка душистая, спорыш, горец почечуйный).

*Яровые поздние* - малолетние сорняки, семена которых прорастают при устойчивом прогревании почвы, а растения плодоносят и отмирают в течение одного вегетационного периода. Семена этих растений созревают после уборки основных яровых культур.

Размножаются семенами, которые долго сохраняют всхожесть в почве. Семена прорастают при температуре 10-12 градусов.

Некоторые виды являются кормовыми - многие виды лебеды: лебеда раскидистая, лоснящаяся, садовая, татарская.

*Зимующие сорняки* сходны по биологии роста и развития с озимыми или яровыми культурами. Семена зимующих сорняков, проросшие осенью, дают растения с сильно развитой прикорневой розеткой листьев, в следующем году заканчивают вегетацию и обсеменяются. Всходы зимующих сорняков, появившиеся весной, образуют формы без прикорневой розетки листьев. Они развиваются как яровые сорняки и плодоносят ко времени уборки культуры, а иногда позднее.

Семена зимующих сорняков при уборке урожая засоряют зерно и почву. Видовой состав зимующих сорняков разнообразен. Представители данной биологической группы экологически очень пластичны. В условиях интенсификации земледелия отмечается усиление продуктивности, ускорение их роста и развития при внесении удобрений. В пониженных местах и в годы с достаточным количеством осадков при некачественной обработке почвы, несоблюдении чередования культур развивают мощную надземную массу и представляют серьезную опасность для урожая. К ним относятся вероника полевая, марь гибридная, звездчатка-мокрица.

*Озимые сорняки* являются засорителями озимых хлебов, многолетних трав и развиваются так же, как и озимые культуры. Они, независимо от времени прорастания в течение вегетационного периода, в первый год образуют розетки и кустики. Для дальнейшего роста и развития им требуется перезимовка. После перезимовки они заканчивают цикл своего роста.

Семена у большинства озимых сорняков созревают одновременно с семенами культурных растений и сильно засоряют последние, например костер ржаной.

Двулетние (дициклические) сорные растения для полного развития от появления всходов до созревания семян требуют двух вегетационных периодов. Размножаются в первый год жизни семенами, во второй - вегетативными органами и разделяются на две биологические группы: настоящие (облигатные) и

факультативные.

*Настоящие двулетники* (донник лекарственный, лопух паутинный, болиголов пятнистый, ослиник двулетний, чертополох колючий, синяк обыкновенный) развиваются строго по свойственному им циклу - при появлении всходов весной они в течение лета остаются в состоянии розетки листьев или образуют стебли. В первый год они лишь накапливают в корнях запас питательных веществ, преимущественно в виде углеводов. На второй год после перезимовки у них развиваются стебли с цветками и семенами. Если всходы настоящих двулетних сорняков появляются в конце лета или осенью и в корнях не будет необходимого количества запасных питательных веществ, то они перезимовывают 2 раза и только после этого цветут, плодоносят и отмирают.

*Факультативные двулетники* (василек раскидистый, дрема белая, икотник серый, липучка растопыренная, морковь дикая, смолевка широколистная) в зависимости от экологических условий могут развиваться как настоящие двулетние сорные растения, либо однолетние зимующие сорняки. Такой цикл развития у них особенно часто бывает в южных районах страны.

### **Многолетние сорняки**

*Сорняки, жизненный цикл которых продолжается свыше двух лет, способные неоднократно плодоносить, размножающиеся семенами и вегетативно, называются многолетними.*

Многолетние (поликарпические) сорняки растут на одном месте не менее 2 лет. После созревания семян у них отмирают лишь надземные органы, а у некоторых видов они могут перезимовывать в зеленом состоянии. Органы, которые остаются в почве (корни, корневища, клубни, луковицы), могут жить долго и от них ежегодно отрастают новые побеги, образуются стебли, цветки и семена. Поэтому многолетние сорняки размножаются семенами и вегетативными органами. По способу вегетативного размножения и строения корневой системы они подразделяются на следующие группы:

*Мочковатокорневые.* Эти сорняки развивают мощную мочковатую, кистеобразную корневую систему, состоящую из большого количества боковых корешков и укороченного главного корня. Размножаются преимущественно семенами. Больших банков семян в почве не создают. Это влаголюбивые растения, устойчивые к уплотнению почвы. Представителями этой группы являются лютик едкий и лютик полевой, подорожник большой.

*Стержнекорневые.* Эта группа сорняков характеризуется наличием главного стержневого корня, проникающего в глубь почвы до 1,5...2 м. От центрального корня отходят боковые ответвления, которые могут дать начало новым растениям. Высота растений 0,7-1,5 м. Цветут в течение всего лета. В фазе розетки до первого цветения могут пребывать 3-4 года.

Стержнекорневые сорняки засоряют посевы всех сельскохозяйственных культур. В эту группу входят: короставник полевой, крестовник Якова, кровохлебка аптечная, кульбаба осенняя и др.

*Луковичные* размножаются как семенами, так и вегетативным путем (луковицами). При вегетативном размножении в нижней части стебля у основания

материнской луковицы образуются детки-луковички, которые при обработке почвы легко переносятся на новое место, где укореняются (лук круглый).

*Клубневые.* Это растения, у которых вегетативные органы размножения - клубнеобразные утолщения - появляются на подземных стеблях. Почки возобновления клубеньков покрыты листовыми чешуйками, отделяются от корневой системы материнского растения и при обработке почвы распространяются по полю. Кроме того, они размножаются и семенами, например клубнекамыш приморский, чина клубневая.

*Ползучие.* Эти сорные растения характеризуются вегетативным способом размножения, посредством стеблевых побегов (усы, плети), стелющихся по поверхности почвы и укореняющихся в узлах. Из каждого узла такой плети появляются придаточные корни и листья, развивающиеся затем в самостоятельное растение. Цветут обычно со второго года жизни. Это влаголюбивые растения, мало требовательные к плодородию почв. Засоряют пропашные и зерновые культуры. Некоторые имеют лекарственное значение (лапчатка гусиная).

*Корневищные* - это многолетние сорняки, размножающиеся преимущественно видоизмененными подземными побегами (корневищами), которые залегают в почве сравнительно неглубоко - на 10-12 см. Это одни из самых вредоносных сорняков. Они быстро расселяются и размножаются, заполняя корневищами весь пахотный слой. Подземные органы сильно иссушают и истощают почву, угнетают культурные растения. Обладая высокой экологической пластичностью и жизнеспособностью, такие сорняки создают трудности при их уничтожении. Они малотребовательны к плодородию почвы, засоряют посевы многих культурных растений. К этой группе относятся: кислица ключевая, колосняк ветвистый, крапива двудомная.

*Корнеотпрысковые.* К ним относятся многолетние сорняки, размножающиеся преимущественно корнями, дающими отпрыски. Возможно и семенное размножение. В течение вегетационного периода образуют из почек, заложенных на корневой системе, новую поросль (отпрыски). От одного растения распространяются и укореняются во все стороны новые сорняки. На полях возникают куртины сорняков. Новые растения могут образовываться от небольших отрезков и обломков корневой системы (осот полевой, вьюнок полевой и т.д.). Корнеотпрысковые сорняки обладают высокой экологической пластичностью, быстрым ритмом размножения и устойчивостью к неблагоприятным условиям. Это самые злостные и трудноискоренимые сорняки, корни их проникают на глубину до 10 м, отпрыски появляются с глубины более 1 м, корневые выделения снижают всхожесть и рост культурных растений.

### **Паразитные сорняки**

Паразитные сорные растения питаются за счет растения-хозяина, т.е. характеризуются гетеротрофным типом питания. У них имеются специальные присоски (гаустории), с помощью которых они присасываются к стеблям и корням растений и извлекают из них необходимые питательные вещества.

По месту расположения присосок различают стеблевые и корневые паразитные растения. Эти сорняки называют полными паразитами. Полные парази-

ты не имеют фотосинтетического аппарата и в течение всего цикла развития живут за счет растения-хозяина.

*К стеблевым паразитным растениям* относятся все виды повилики. Это однолетние растения, не имеющие корней и листьев. Стебель повилики чешуйчатый, ветвистый, очень тонкий. Все повилики являются карантинными сорняками (всего видов повилики – 216, в нашей стране произрастает – 35).

*К корневым паразитным растениям* относят, в первую очередь, все виды заразих (всего встречается 100 видов, в нашей стране – около 40). Они паразитируют на многих культурных растениях и сорняках. Вредоносность заразихи выражается не только в том, что она отнимает у растения-хозяина питательные вещества и воду, но и в том, что она отравляет его продуктами своей жизнедеятельности, вызывая гибель.

Заразихи – однолетние растения без зеленой окраски, не имеющие корней и листьев. Размножаются семенами, которые могут переноситься ветром на большие расстояния. Жизнеспособность семян 10 лет. После прорастания семени проросток проникает в корень растения-хозяина и образует на нем бугорок. От бугорка отрастает бесцветный мясистый стебель.

*Полупаразитные.* Наряду с полными паразитами встречаются полупаразитные сорные растения. **Эти сорняки наряду с присосками имеют зеленые листья, способные к фотосинтезу.** Полупаразитные сорные растения могут жить самостоятельно без растения-хозяина, но лучше развиваются, когда поселяются на растениях и питаются за их счет. Полупаразитные сорняки имеют зеленые листья. Это однолетние растения. Они засоряют посевы, луга, пастбища (зубчатка поздняя, мытник болотный, омела белая и др.).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите жизненные группы сорных растений?
2. Опишите однолетние (монокарпические) сорняки?
3. Опишите двулетние (дициклические) сорные растения?
4. Перечислите паразитные сорные растения?

### **4.3. Меры борьбы с сорняками: предупредительные и истребительные.**

#### **Комплексные меры борьбы, их сущность, последовательность и эффективность проведения**

На современном этапе борьба с сорными растениями рассматривается в плане регулирования фитосанитарного потенциала посевов и почвы в системе земледелия. Основные элементы последней (системы севооборотов, обработки почвы, удобрения, интегрированной защиты, машин, семеноводства, а также технологии и др.) при научно обоснованном применении могут способствовать регулированию обилия сорных растений до безвредного уровня. Принципиальной особенностью той или иной системы земледелия является системный подход к оценке отдельных ее элементов по влиянию на урожай и плодородие почвы. Следует подчеркнуть организационную сложность системы земледелия, по-

сколькx изменения любого ее элемента неминуемо вызывают изменения других элементов. Данное положение можно рассмотреть на таком элементе системы земледелия, как интегрированная (комплексная) защита растений от вредных организмов. Интеграция в этом случае позволяет с максимальной полнотой использовать регулирующие факторы и обеспечить системный подход в борьбе с сорняками.

В отношении сорных растений еще В.Р. Вильяме отмечал, что борьба с ними должна иметь характер системы, основанной на главных биологических свойствах сорняков, в противном случае все сведется к бессистемной кустарщине.

Сущность системного подхода состоит в оптимизации элементов системы земледелия, базирующейся на научно обоснованном сочетании *предупредительного, агротехнического, биологического, химического, физического* и других методов борьбы с вредными организмами (табл. 8). Это может обеспечить наивысший биологический и хозяйственный эффект приемов земледелия, повысить эффективность энергосберегающих почвозащитных технологий возделывания полевых культур.

Таблица 8

Взаимосвязь методов защиты полевых культур от сорняков  
в системе земледелия (Баздырев, 2004)

Методы защиты	Мероприятия	Элементы системы
Предупредительные	1. Карантин 2. Организационно-хозяйственные 3. Организация хранения органических удобрений	1. Организация территории и система севооборотов 2. Система семеноводства 3. Система мелиоративных мероприятий 4. Система машин 5. Система организации труда и управления
Истребительные	1. Механические (прополка, мотыжение, боронование, вспашка, скашивание и др.) 2. Биологические (использование вирусов, микроорганизмов, насекомых, конкурентоспособности и др.) 3. Химические (гербициды, фунгициды, инсектициды, ретарданты, комплексная химизация и др.)	1. Система обработки почвы 2. Система машин 3. Технологии возделывания с.-х. культур 4. Система севооборотов 5. Система удобрения 6. Система семеноводства 7. Интегрированная защита растений
Комплексные	Сочетание механических, биологических, химических и др.	1. Система севооборотов 2. Система обработки почвы 3. Система удобрения 4. Интегрированная защита растений 5. Технологии возделывания с.-х. культур 6. Система семеноводства 7. Система машин 8. Система контроля за экологической обстановкой и плодородием почвы 9. Система организации труда и управления

Знание биологии и экологии сеgetальных сорняков необходимо для разработки комплекса мер по борьбе с ними. Существует целый ряд самых разнообразных приемов борьбы с сорняками и успех дела во многом зависит от правильности выбора методов. Зачастую достаточно эффективными оказываются простейшие способы: очищение семян, предназначенных для сева (используются электромагнитные установки, но в случаях специализированных сорняков не всегда успешно); обкашивание дорог. Практикуют также выдерживание навоза, загрязненного семенами сорняков, в кучах до потери их всхожести.

На борьбу с сорняками направлен ряд агротехнических приемов: соблюдение сроков сева и уборки, внедрение севооборотов, подбор сортов. Перед высевом культуры часто проводят так называемые провоцирующие вспашки. Несколько пропашек ведут к расходованию запаса семян сорняков.

Химическая прополка стала одним из эффективных методов борьбы, однако в последние годы она вызывает все больше опасений, поскольку гербициды являются весьма устойчивыми веществами, и, следовательно, накапливаются в окружающей среде. При этом влияние их на компоненты биогеоценозов до сих пор почти не изучено.

В последнее время стали внедряться биологические методы борьбы с сорняками. Впрочем, пока имеются лишь отдельные примеры успешного применения биометодов.

Сорные виды часто переносятся человеком из страны в страну, с континента на континент - в качестве примеси в зерне, в балласте судов, в шерсти животных, на одежде и вещах путешественников и т. д. Ежегодно в разные страны завозят значительное число чужеземных видов, но возможности их натурализации ограничены конкуренцией местных растений. Только в случае, если вид достаточно агрессивный, т. е. способен к интенсивному размножению, имеет широкую экологическую амплитуду и конкурентную мощь, он может внедриться, да и то большей частью на нарушенные человеком территории. Сорные виды, распространенные в таких местообитаниях, объединяют в группу рудеральных (мусорных). Среди них всегда велик процент видов-неофитов. Сходство условий, создаваемых человеком повсюду около своих жилищ, возможно, является одной из причин почти космополитического распространения многих рудеральных сорняков: мятлика однолетнего, спорыша птичьего, крапивы и др. (Аналогичное явление выравнивания условий среды ведет к космополитизму многих видов водной флоры).

Занос чужеземных видов, как правило, приводит к нежелательным последствиям, наблюдается не обогащение, а, напротив, обеднение местной флоры. Достаточно конкурентно мощные виды-неофиты вытесняют местные виды. Такими пришельцами североамериканского происхождения в нашей флоре являются мелколепестник канадский, ромашка американская, щирица и другие.

Подобно сеgetальным сорнякам, растения рудеральных местообитаний являются давними спутниками человека. Семена спорыша, подорожника, а так же бодяка найдены на территории поселений каменного века. Однако вторичные (т. е. возникшие в результате нарушений местообитания) не обязательно могут иметь антропогенное происхождение. Они могут возникать, например, в

результате деятельности животных (выбросы у нор на лугах и в степи, птичьи колонии и т. п.). Виды, поселяющиеся на таких нарушенных участках, являются сорняками естественных растительных группировок. В роли сорняка может оказаться в принципе, любой вид местной флоры, а также культурное растение, выросшее по каким-то причинам в несвойственных ему условиях. Сорняки - это виды, произрастающие в местах, где они нежелательны.

Механическим и химическим способам борьбы с сорняками, засоряющими все сельскохозяйственные угодья, должны предшествовать предупредительные мероприятия, направленные против проникновения и распространения сорняков на поля. Предупредить занесение сорняков значительно легче, чем бороться с ними после массового их появления. Предупредительные мероприятия можно разделить на две группы: 1) меры, направленные против занесения и распространения на полях семенных и вегетативных зачатков сорных растений (очистка семенного материала, правильная подготовка, хранение и использование навоза, кормов и подстилки, уничтожение сорняков на необрабатываемых землях, обкашивание полей до созревания семян сорняков, использование засоренных отходов и грубых кормов в размолотом или запаренном виде); 2) меры, создающие наилучшие условия для роста и развития культурных растений (правильное чередование культур в севообороте, рациональная обработка почвы, соблюдение оптимальных сроков, способов посева и норм высева семян).

### **Очистка семенного материала**

При выборе технологического процесса очистки нужно установить степень засоренности вороха, виды сорняков-засорителей, физико-механические свойства семян основной культуры и сопутствующих растений и знать принципы действия и возможности каждой очистительной машины.

Семена сорняков делят на две группы: легкоотделимые, резко отличающиеся хотя бы по одному признаку от семян основной культуры; трудноотделимые, физико-механические свойства которых близки к признакам основной культуры. Крупные семена очистить от примеси легче, чем мелкие. Особенно сложно очистить и отсортировать семена многолетних и однолетних трав, а также культур, у которых более мелкие семена. В каждом конкретном случае следует подбирать машины: набор решет и триерных цилиндров с учетом физико-механических свойств семян основной культуры и их засорителей. При этом следует учитывать, что размеры семян культурных и сорных растений - величины непостоянные, они изменяются в широких пределах по зонам страны, а также по годам в зависимости от условий произрастания.

На разделении семян по их плотности (отношению массы семян к их объему при очистке и сортировании) основаны мокрый (в растворах солей) и сухой способы. Первый способ используют в основном для небольших партий суперэлиты, второй - для ценных семян первой репродукции на пневматических сортировальных столах.

На этих установках разделяют семена по комплексу физико-механических свойств: плотности, аэродинамике, состоянию поверхности, форме. При этом семена под воздействием воздушного потока и колебания де-

ки стола распределяются в виде подвижного слоя, воздушным потоком приводятся во взвешенное состояние и с большей плотностью опускаются вниз, с меньшей - оказываются в верхней части слоя.

Состояние поверхности семян используют при очистке их на электромагнитной очистительной машине, а также на горках с определенной рабочей поверхностью (полотняной, бархатной, резиновой) и змейках. К семенам, имеющим шероховатую поверхность, лучше прилипает железный порошок, чем к гладким. Благодаря этому они отделяются друг от друга при пропуске через электромагнитную машину. Такой способ очистки эффективен только при обработке семян культурных растений с гладкой поверхностью (клевер, люцерна и др.), а примеси - с шероховатой.

По степени удержания поверхностью семян железного порошка их можно условно разделить на четыре группы: первая - все семена (100%) гладкие; вторая - большинство (более 50%) семян гладкие; третья - большинство (более 50%) семян шероховатые; четвертая - все семена (100%) шероховатые.

Семена с различной поверхностью имеют неодинаковый коэффициент трения, который во многом зависит и от их массы. Чем тяжелее семена и менее шероховаты, тем меньше они будут увлекаться вверх по движущемуся полотну наклонной горки, основное количество их скатится вниз, и наоборот.

Качество очистки и производительность плоских решет зерноочистительных машин во многом зависят от величины подачи и режима их работы, а также от влажности семян. Чем выше влажность семян и больше подача, тем ниже качество очистки, так как полнота просеиваемости их через решета уменьшается. При очистке переувлажненных семян требуется увеличивать угол наклона плоских решет к горизонту, изменять направленность колебаний, их частоту и амплитуду.

На обрабатываемые земли семена сорняков могут быть занесены вместе с недоброкачественно очищенными семенами культурных растений. Причем в таком посевном материале чаще всего бывают семена тех сорняков, которые по характеру поверхности, форме, размеру, парусности и плотности мало отличаются от семян культурных растений, т. е. являются трудноотделимыми. В семенном материале культурных растений встречаются трудноотделимые семена следующих сорняков.

При выделении трудноотделимых семян сорных растений из семенного материала культуры в зависимости от степени его засоренности может теряться значительная доля урожая, не считая больших затрат труда и энергетических ресурсов на очистку семян.

В зависимости от того, по какому физико-механическому признаку отличаются семена сорных и культурных растений, применяют тот или иной способ их отделения друг от друга.

Например, семена сорняков с повышенной парусностью и меньшей плотностью отделяют потоком воздуха на воздушно-решетных зерноочистках или зернопультах. Семена, которые различаются по толщине, разделяют на решетках с удлиненными отверстиями; семена, имеющие разную ширину - на решетках с круглыми или квадратными отверстиями. По плотности очистку семенного ма-

териала проводят на сортировальных столах и кружалах.

Существует три способа механической очистки семян: предварительный (первичный), основной и специальный.

Предварительная очистка семян заключается в удалении из очищаемого семенного материала или продовольственного зерна легкоотделимой крупной примеси (соцветия бодяка и молокана, горчака и осота, вьюнка и резеды, кусочки соломы и остатки колосьев, чисти стеблей сорняков) на верхних решетках с крупными отверстиями; мелкой примеси (плоды мелкосемянных сорняков, мелкие обломки стеблей и соцветий сорняков) с помощью нижних решет с мелкими отверстиями и легкой примеси (летучки семян сорняков, мякина, пыль), которую отделяют струей воздуха от вентилятора

Задача основной очистки семян состоит в удалении тех органов сорных растений (чаще всего семян), которые прошли через решета предварительной очистки. Для этого можно использовать сложные зерноочистительные машины и поточные линии с сепарирующими (очищающими) органами.

Для специальной очистки используются пневматические сортировальные столы либо электромагнитные семяочистительные машины ЭМС-1А. При магнитной очистке семена, например льна от зерновок плевела льняного, очищаются не полностью. Одновременно с этим теряется безвозвратно иной раз до трети семян льна, а сам по себе магнитный порошок дорог и дефицитен. Поэтому очистку зерновой смеси проводят на пневмогравитационной установке, в основу которой положено просеивание семян при восходящем потоке воздуха.

Зерноочистительные машины должны работать на таком режиме, чтобы получить семенной материал, соответствующий требованиям ГОСТа по чистоте от семян сорных растений.

**Рациональная система подготовки, хранения навоза и птичьего помета, использования кормов.** Семена сорных растений также могут попадать в почву вместе со свежим навозом и птичьим пометом. В свою очередь, там они могут оказаться вместе с подстилкой или после скармливания скоту, птицам засоренных кормов и прохождения через пищеварительный тракт оставаться в жизнеспособном состоянии (марь белая подорожник, ромашка, крапива).

Чтобы предупредить попадание семян сорных растений в навоз, засоренные корма перед скармливанием животным надо подготовить соответствующим образом - зерновые отходы размолоть, а грубые корма запарить. При такой подготовке кормов, особенно при запаривании, семена большинства сорняков теряют жизнеспособность. Однако мелкие семена заразики, мелколепестника канадского, песчанки тимьянолистной, полевиčky малой и портулака огородного нередко не теряют всхожесть и после размола зерновых отходов.

Необходимое условие предохранения попадания семян сорняков вместе с навозом и птичьим пометом на поля - внесение последних в перепревшем состоянии. Особенно быстро теряют жизнеспособность семена сорняков при горячем хранении этих удобрений; при холодном хранении навоза и помета семена погибают лишь через 5-6 недель. Чем глубже в куче удобрений находятся семена, тем они быстрее теряют всхожесть. Чтобы ускорить разложение навоза и помета и одновременно уничтожить семена сорняков, их следует послойно

укладывать в навозохранилища или рыхлые кучи и в сухую погоду периодически поливать навозной жижей или водой. После этого кучи уплотняют, и температура внутри них достигает 70-72 °С, что приводит к полной гибели семян большинства сорняков в течение 4-6 месяцев. Однако некоторые из них, например семена вьюнка полевого, и при таком приготовлении навоза и помета не погибают. Поэтому за границей, в частности в Швеции, при укладывании на хранение навоз смешивают с цианамидом кальция, который является гербицидом для семян сорняков и минеральным удобрением для культурных растений. При таком компостировании к 1 м<sup>3</sup> навоза добавляют 6 кг минерального удобрения и хранят смесь в течение нескольких месяцев.

За последнее время в странах с хорошей обеспеченностью сеном и концентрированными кормами, с малым количеством скота и бесподстилочным его содержанием уделяется повышенное внимание оставлению соломы на поле, как наиболее рациональному способу ее использования.

Признано, что удобрение засоренной соломой ускоряет гибель семян сорных растений в пахотном слое еще и потому, что при ее разложении выделяются токсические вещества, которые хотя и незначительно, но тормозят их прорастание, особенно при достаточном увлажнении почвы.

**Система борьбы с сорняками на необрабатываемых земельных участках.** На обочине дорог сорняки можно уничтожить периодическим лушением, проводя его таким образом, чтобы в почву не попадали новые семена. Там, где лушение практически осуществить невозможно, сорняки можно уничтожить другими способами: скашиванием, выпалыванием или опрыскиванием гербицидами до цветения и плодоношения, огневой методом.

Одним из самых эффективных способов борьбы с сорняками на необрабатываемых землях является огневой при помощи специального культиватора КО-2,4 А, работающего на смеси газов пропана и бутана, а также переоборудованного тракторного опрыскивателя ОВТ-1.

Для борьбы с сорняками на пустырях, по обочинам дорог, возле линий электропередач применяют гербициды.

Чтобы подавить развитие сорных растений по обочинам дорог, на постоянных оросителях и дамбах, в балках целесообразно высевать смесь семян бобовых и злаковых многолетних трав. Образовавшийся через 1-2 года травяной покров снижает засоренность почвы и при систематическом скашивании дает дополнительный урожай грубых кормов.

**Предупредительные меры, создающие наилучшие условия для роста и развития культурных растений.** В системе предупредительных мер борьбы с сорняками важное место принадлежит созданию благоприятных условий для роста и развития культурных растений. Особенно большое значение имеет посев адаптированными сортами или гибридами, которые в соответствующих почвенно-климатических зонах дают самый высокий урожай. Посев их в оптимальные сроки обеспечивает появление дружных всходов, что создает неблагоприятные условия для сорных растений. Запоздывание с посевом, наоборот, ухудшает развитие культурных растений и увеличивает количество сорняков.

Существенное значение в предупреждении засоренности имеют опти-

мальные нормы высева возделываемых культур на 1 га. Уменьшение нормы высева приводит к изреживанию стеблестоя культурных растений и увеличению в посевах количества сорняков, особенно пожнивных.

Способ посева в подавлении сорных растений, особенно в первые дни их вегетации, имеет большое значение в основном для зерновых культур: перекрестный или узкорядный посевы наиболее эффективны на засоренных полях. Способы посева пропашных культур в угнетении сорняков имеют меньшее значение, однако ими пренебрегать также не следует.

В снижении потенциальной засоренности почвы и зерна существенную роль играет своевременная и высококачественная уборка урожая. За несколько дней до ее начала засоренное поле следует обкосить, так как на краях его обычно во время обработки почвы и свлакивания соломы остается много семенных и вегетативных зачатков сорняков. Уборку надо проводить без огрехов, обращая внимание на куртины высокостебельных многолетников и островки однолетников.

В ряде районов, где в период созревания хлебов стоит холодная погода, уборку их, особенно при большой засоренности посевов, проводят отдельно, скашивая зерновые в фазе восковой спелости зерна, а не позднее чем через 5 - 6 дней подбирают и обмолачивают валки. При таком способе уборки засоренных посевов семена многих сорняков (бодяка полевого, щирицы белой, молокана татарского и др.) дозревают в валках, а при обмолачивании значительная часть их попадает в почву или в бункер комбайна.

Раздельная уборка дает возможность проводить своевременную борьбу с сорняками в системе зяблевой обработки почвы, особенно в районах с коротким послежнивным периодом. К предупредительным способам борьбы с сорняками относятся также тщательная очистка сельскохозяйственных машин и орудий, особенно после уборки засоренных посевов или очистки очень засоренного зерна.

Необходимо содержать в чистом состоянии площадки токов, тщательно очищать мешкотару, зернохранилища и транспортные средства (кузова автомашин, тракторные и автомобильные прицепы, брички), используемые для подвозки засоренных грубых кормов, соломы, сена и других сельскохозяйственных материалов. Своевременное и тщательное проведение всех перечисленных предупредительных способов в значительной мере будет способствовать снижению засоренности обрабатываемых земельных угодий.

**Предупредительные карантинные мероприятия.** Одним из предупредительных мероприятий по борьбе с сорняками является противосорняковый карантин. Согласно утвержденному перечню в группу карантинных сорняков, ограниченно распространенных на территории Российской Федерации, включены амброзия полыннолистная, амброзия трехраздельная, амброзия многолетняя, горчак ползучий, повилки (все виды), паслен колючий, паслен трехцветковый, ценхрус малоцветковый; в группу карантинных сорняков, не зарегистрированных на территории Российской Федерации - бузинник пазушный (ива многолетняя), паслен линейнолистный, паслен каролинский, стриги (все виды), ипомея плющевидная, ипомея ямчатая, подсолнечник калифорнийский, под-

солнечник реснитчатый, череда волосистая.

Карантинные сорняки распространяются вместе с семенами культурных растений, чему способствует перемещение больших объемов посевного материала, продовольственного и фуражного зерна внутри страны и из-за рубежа. Чаще всего источниками распространения карантинных сорняков являются участки несельскохозяйственного пользования, дороги, оросительные и осушительные системы, ветры, пыльные бури и др.

Чтобы предупредить распространение карантинных сорняков в другие районы нашей страны, необходимо строго выполнять следующие карантинные мероприятия: 1) земельные участки, где есть карантинные сорняки, не отводить под семенные посевы сельскохозяйственных культур; 2) семенной материал не допускать к высеву без свидетельства Государственной семенной инспекции по качеству семян; 3) хранение и очистку семенного и другого материала, засоренного карантинными сорняками, проводить в отдельном помещении, категорически запрещать вывоз таких партий в другие хозяйства или районы; 4) отходы после очистки семенного материала или других партий зерна, которые были засорены карантинными сорняками, использовать в хозяйстве только в размолотом или запаренном виде, а малоценные, непригодные для кормовых целей, - сжигать, что оформить соответствующим актом; 5) солому и сено, засоренные карантинными сорняками, использовать только в тех хозяйствах, где они выращены, обязательно при запаривании, а навоз и подстилку складывать в отдельные бурты и применять как удобрения только в перепревшем состоянии; 6) тщательно очищать зернохранилище, мешкотару, зерноочистительные машины, а также тракторы, комбайны, сельскохозяйственные машины и орудия, транспортные средства от почвы, остатков соломы, половы, зерна, особенно при переездах с засоренных участков на поля, свободные от карантинных сорняков; 7) строго следить за чистотой оросительных систем и поливных земель от карантинных сорняков; необходимо иметь специальные отстойники для улавливания семян сорняков.

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

К числу важных профилактических мероприятий, направленных на предупреждение засоренности посевов, относится очистка семенного материала, которая регламентируется специальными ГОСТами.

Для выявления карантинных сорняков проводят специальные обследования полей. В посевах эту работу можно совмещать с апробацией сельскохозяйственных культур.

Борьбу с карантинными сорняками нужно проводить в комплексе с другими работами, осуществляемыми хозяйствах. Чтобы установить ареал карантинных сорняков и своевременно ликвидировать его первичные очаги, перио-

дически обследуют все посеы сельскохозяйственных культур и насаждений, где использованы импортные семена или посадочный материал, полученный из районов распространения карантинных сорняков.

**Агротехнические способы борьбы с сорняками.** В последние годы в условиях интенсивного земледелия в Центральном регионе России существенно изменилась технология обработки почвы в сторону усиления ее почвозащитной и экологической направленности, заметно возросла роль систем обработки, сохраняющих на поверхности стерню и предусматривающих уменьшение интенсивности основной и предпосевной обработки почвы и использование почвообрабатывающих орудий с активными рабочими органами.

С этих позиций, при разработке системы управления сорным компонентом агрофитоценоза необходимо изучить закономерности его формирования при разных по интенсивности и характеру воздействия на почву системах обработки.

Многолетними исследованиями установлено, что ежегодное применение систем минимальной обработки почвы без гербицидов приводит на 4-5 год к резкому увеличению засоренности посевов сельскохозяйственных культур. Анализ данных свидетельствует, что при минимализации обработки почвы заметно возрастает опасность потерь урожая от конкуренции сорных растений.

Исследования, выполненные под руководством А.В. Захаренко показали, что наиболее высокая засоренность посевов в зернопропашном севообороте в среднем за ротацию (6 лет) отмечена при системе фрезерной интенсивной обработки почвы, превысившая контрольный вариант с отвальной системой обработки на 16%. Невысоким уровнем засоренности посевов характеризовались комбинированная, а также трехъярусная и отвальная с фрезерованием системы обработки.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что в среднем за ротацию зернопропашного севооборота уровень засоренности посевов сельскохозяйственных культур при системах комбинированной, трехъярусной и отвальной с фрезерованием обработки почвы был ниже в сравнении с традиционной в Центральном регионе России отвальной системой обработки (вспашкой).

**Агротехнические меры борьбы с сорняками в системе зяблевой обработки почвы.** В условиях современного земледелия, которое предусматривает альтернативный подход к вопросам защиты растений от вредных объектов, особое внимание уделяется замене химических мер борьбы на агротехнические, использованию биологических средств защиты, приданию культурам устойчивости против заболеваний и вредителей (Мальцев, Ториков, Мельникова и др., 1998).

В агрофитоценозе, где отсутствуют посеы культурных растений, легко уничтожить растущие сорняки путем сплошной обработки почвы сразу после уборки урожая предшественника. Прежде всего, чтобы уменьшить потенциальную засоренность почвы, необходимо своевременно спровоцировать к прорастанию жизнеспособные семена сорняков в тот период, когда на поле нет культурных растений.

Метод провокации прорастания семян заключается в создании для них наиболее благоприятного аэрофизического и гидротермического режимов в теплое время года путем уплотнения или увлажнения сухой почвы, выравнива-

ния или рыхления поверхности влажной почвы и других приемов и последующего уничтожения проростков путем боронования, лущения, культивации или вспашки.

При зяблевой обработке почвы наиболее целесообразно осуществлять борьбу с сорняками в зависимости от их сочетания, т. е. от типа засоренности. Для каждого поля чаще всего характерно произрастание не одной, а нескольких биологических групп сорных растений. Однако и при таком смешанном (сложном) типе засоренности в общей массе сорняков преобладает какая-либо одна биологическая группа или вид. Против них следует осуществлять систему мероприятий и одновременно предусматривать эффективные меры для уничтожения сопутствующих злостных сорных растений, относящихся к другим биологическим группам.

Во время зяблевой обработки почвы чаще всего приходится иметь дело с такими четырьмя типами засоренности: 1) однолетний (семенной), когда преобладают однолетники, а также двулетники и многолетники, выросшие из семян (первый год жизни); 2) корнеотпрысковый, здесь преобладают многолетние сорняки бодяк полевой, вьюнок полевой, горчак ползучий, льнянка обыкновенная, латук (молокан) татарский, молочай, осот полевой и др.; 3) корневищный, когда преобладают многолетние сорняки гумай, пырей ползучий, свинорой пальчатый, софора лисохвостная, хвощ полевой и др.; 4) смешанный (сложный), здесь сочетаются виды, принадлежащие к предыдущим трем типам. При составлении планов-маршрутов комбайнов следует в первую очередь отводить для уборки сильно засоренные поля, чтобы предотвратить засорение почвы и своевременно осуществить необходимую систему борьбы с сорняками.

*1. Однолетний (семенной) тип засоренности.* Система мероприятий в борьбе с представителями данного типа засоренности должна способствовать уничтожению надземных органов растущих сорняков до их обсеменения, а также провоцировать семена, находящиеся в верхнем слое почвы, к прорастанию, чтобы затем уничтожить их всходы механическим или химическим способом.

Исходя из биологических особенностей сорных растений - представителей однолетнего типа засоренности, борьбу с ними и их потенциалами - семенами в системе зяблевой обработки почвы надо осуществлять в следующем летне-осеннем агротехническом комплексе:

1. Одновременно с уборкой урожая ранних культур или сразу после нее проводить лущение почвы на глубину 6 - 8 см (в районах достаточного увлажнения) или 8-10 см (в засушливых районах) дисковыми лущильниками. В районах, подверженных ветровой или водной эрозии, лущение стерни осуществляют культиваторами-плоскорезами на глубину 10-16 см с оставлением до 60 - 90% стерни на поверхности почвы.

В районах с недостаточным количеством осадков в летне-осенний период лущение почвы хотя и не способствует ускорению прорастания семян сорных растений, однако оно эффективно в подрезании вегетирующих сорняков и улучшает условия для проведения осенней вспашки. Кроме того, лущение ускоряет выход из состояния покоя семян, которые при увлажнении почвы после выпадения осадков быстро прорастают и всходы их потом могут быть уни-

чтожены при вспашке.

Лушение способствует не только подрезанию растущих сорняков, уменьшению потерь влаги из почвы, но и облегчает вспашку: взлущенная почва пашется легче, поверхность ее бывает более выровненной, менее глыбистой после любых предшественников.

2. В большинстве земледельческих районов вспашку проводят на глубину 22 - 25 см отвальными плугами с предплужниками. Для углубления пахотного слоя засоренных дерново-подзолистых, серых лесных и черноземных почв, кроме отвальных плугов с почвоуглубителями и плантажных, используют плуги с вырезными отвалами. Они оборачивают верхний слой и рыхлят обрабатываемую почву без перемещения ее нижних горизонтов.

Несмотря на высокую эффективность безотвальной вспашки, она способствует засорению полей. Особенно сильное развитие сорняков при этом наблюдается во влажные годы, поэтому безотвальную обработку почвы надо сочетать с применением гербицидов.

На ранней выровненной зяби, как правило, вскоре появляются всходы сорняков, особенно после выпадения осадков и наступления теплой погоды. Такая обработка почвы уменьшает потенциальные запасы семян сорных растений в почве.

В районах с коротким влажным послепахотным осенним периодом, устойчивым и глубоким снежным покровом в зимний период выравнивать поверхность пашни на засоренной почве, а также на склонах нецелесообразно.

На засоренных тяжелых глинистых бесструктурных торфяных и болотных почвах вместо обычной вспашки применяют фрезерную обработку, которая обеспечивает лучшее крошение и перемешивание почвенных частиц. Хотя в первый год после фрезерной обработки и увеличивается число сорняков на поле, однако в дальнейшем это приводит к снижению потенциальных запасов их семян в почве, что в конечном итоге обеспечивает очищение ее в будущем.

3. В зоне с коротким пожнивным периодом в годы с теплой и влажной осенью для уничтожения всходов сорняков и падалицы культурных растений на незаплывающих и не подверженных водной эрозии почвах целесообразно проводить поверхностную обработку выровненной зяби культиватором или луцильником на глубину 10-12 см. В северных районах Нечерноземной зоны европейской части страны, в Западной Сибири и на Дальнем Востоке, несмотря на появление массовых всходов сорных растений после ранней осенней вспашки, не всегда удается провести поверхностную обработку из-за сильного переувлажнения почвы, особенно на полях с пониженным рельефом. На таких полях осеннюю борьбу с сорняками переносят на весенний период.

2. *Корнеотпрысковый тип засоренности.* Представители этого типа засоренности произрастают в основном на рыхлых почвах и характеризуются мощной корневой системой, проникающей на глубину 9 м и более.

Главная задача при их искоренении состоит в том, чтобы исключить биосинтез и отложение запасных питательных веществ в подземные органы сорняков, что обеспечит их истощение. Для этого в поживный период, когда у большинства представителей данного типа засоренности происходит интенсив-

ный отток питательных веществ из надземных органов в подземные, необходимо проводить истощение их обработкой почвы, т. е. уничтожать надземные части, дробить подземные органы на возможно большую глубину.

Метод истощения корнеотпрысковых сорняков, разработанный В.Р. Вильямсом, состоит в том, чтобы при регулярном подрезании подземных органов или в системе зяблевой обработки почвы увеличить расход запасных питательных веществ на отрастание новых побегов, которые затем систематически уничтожаются.

Следует отметить, что при переходе от вспашки к плоскорезным и минимальным способам основной обработки семена сорняков концентрируются в верхнем слое почвы и получают возможность быстро прорасти, увеличивая фактическую засоренность. При этом ботанический состав сорной растительности изменяется в сторону преобладания злостных однолетников и многолетников.

На основании знаний биологических особенностей корнеотпрысковых сорняков борьбу с последними в летне-осенний период можно проводить по одной из следующих систем:

1. Сразу после уборки урожая ранних культур на сильно засоренных полях лущат почву лемешными лущильниками, культиваторами-плоскорезами, либо тяжелыми дисковыми боронами на глубину 10-14 см. На полях, подверженных водной эрозии, для лущения на такую же глубину с оставлением стерни на поверхности почвы используют культиваторы-плоскорезы. В средних областях европейской части страны через 10-15 дней лущение повторяют, а в южных через 15 - 20 дней после второго проводят третье лущение на такую же глубину. В практике сельскохозяйственного производства очень часто работу упрощают и для лущения используют не лемешные, а дисковые лущильники. Необходимо помнить, что при лемешном лущении корнеотпрысковые сорняки подрезаются полностью, а при дисковом - лишь на 50 %.

Через 10-15 дней после последнего лущения почвы проводят вспашку на глубину 30 - 35 см плугами с предплужниками, а на малоплодородных почвах - на всю глубину пахотного слоя и в таком состоянии оставляют поле до весны следующего года.

2. Через 10-15 дней после лущения почвы лемешными или дисковыми лущильниками отросшие розетки корнеотпрысковых сорняков опрыскивают гербицидами. Спустя 10-15 дней рекомендуется провести глубокую вспашку или рыхление культиватором-плоскорезом на полную глубину пахотного слоя и в таком состоянии оставить поле до весны следующего года.

3. При слабой засоренности корнеотпрысковыми сорняками после уборки поздних культур во всех почвенно-климатических зонах, а при сильной - в районах с коротким пожнивным периодом сразу после уборки урожая ранних культур нужно вспахать поле на глубину 28 - 30 см.

При вспашке почвы подземные органы корнеотпрысковых сорняков разрезаются на отрезки различной длины. Их жизнеспособность и регенерационная способность определяются влажностью и температурой почвы, глубиной заделки, а также длиной и числом почек возобновления. Чем влажнее почва и выше температура, а также длиннее отрезки, заделанные на небольшую глуби-

ну, и больше на них почек, тем активнее и быстрее появляются побеги на поверхности почвы. При влажности почвы 10 % отрезки корнеотпрысковых сорняков погибают от недостатка влаги, а при 40% -от недостатка воздуха. Оптимальная влажность почвы для приживаемости отрезков - 20 - 30 %.

В сухой почве отрезки корнеотпрысковых сорняков, образующиеся во время осенней вспашки, не приживаются и через 5 дней и более погибают от обезвоживания, поэтому они не представляют опасности как источник засорения. Во влажной почве такие отрезки за летне-осенний период могут образовывать самостоятельные растения, которые в следующем году формируют новые куртины корнеотпрысковых сорняков.

Несмотря на то, что в сухой почве отрезки не приживаются, все же вскоре после вспашки из почек, расположенных на корнях ниже среза, отрастают новые побеги, дающие начало новым растениям. Если побеги отросли после ранней выровненной вспашки, то вместо опрыскивания сорняков гербицидами целесообразно проводить одно-двукратную обработку почвы на глубину 10 - 12 см культиваторами (в увлажненных районах) или дисковыми луцильниками (в засушливых районах) либо сочетать применение гербицидов с поверхностной обработкой почвы. При такой системе борьбы с корнеотпрысковыми сорняками последние истощаются за осенний период и настолько ослабевают, что в следующем году бороться с ними значительно легче. Отрезки подземных органов, вывернутые при поздней вспашке на поверхность почвы, погибают в зимний период, когда температура достигает 8 - 10 °С.

*3. Корневищный тип засоренности.* Главная задача при уничтожении корневищных сорняков состоит в выведении почек из состояния покоя, их пробуждении, разделении подземных вегетативных органов - корневищ на возможно мелкие части, с тем чтобы последующими приемами, главным образом зяблевой обработкой почвы, привести их к полному истощению (удушению, высушиванию или вымораживанию) и гибели.

Метод удушения заключается в измельчении дисковыми орудиями корневищ, расположенных в верхнем (10-12 см) слое почвы, и последующей глубокой запашке отросших отрезков (шелец).

Метод высушивания (перегара) состоит в извлечении на поверхность почвы основной массы корневищ, естественном обезвоживании (высушивании) в течение 15 - 30 дней в сухую погоду, полной потере жизнеспособности и последующей запашке их на глубину 28 - 30 см.

Метод вымораживания заключается в извлечении на поверхность почвы основной массы подземных вегетативных органов корневищных сорняков при глубокой поздней осенней зяблевой вспашке и оставлении их в таком виде на зиму. Большая часть корневищ при этом в условиях малоснежных зим погибает или теряет жизнеспособность. Рано весной промороженные корневища заделывают глубоко в почву путем ее перепашки (в увлажненных районах) либо вычесывают пружинными органами культиваторов или тяжелыми баронами (в засушливых районах).

Для борьбы с корневищными сорняками в системе зяблевой обработки почвы целесообразно применять один из следующих летне-осенних комплексов:

1. Сразу после уборки урожая ранних культур проводят одно- или двукратное продольно-поперечное лушение почвы дисковыми луцильниками сначала на глубину 8 - 10, а через 2 недели - на глубину 12-15 см. Если в посевах встречается много глубокоукореняющихся корневищных сорняков (гумая, острца, тростника и хвоща), лушение лучше всего проводить лемешными луцильниками на глубину 12-15 см. Дисковые орудия при лушении поля с засоренной стерней измельчают корневища на отрезки длиной 5 - 20 см, но подрезают их не на полную глубину. Лемешные луцильники разрезают корневища на отрезки длиной 10 - 15 см, но подрезают их на всю глубину обработки, выворачивая на поверхность почвы. После лушения желательно, чтобы корневища, оказавшиеся на поверхности почвы, быстро высохли. После подсыхания корневищ целесообразно провести вспашку на глубину 28 - 30 см плугами с предплужниками, а на почвах с маломощным пахотным слоем - на всю глубину его, откуда почки не пробуждаются и не образуют побегов. После вспашки часть корневищ окажется на поверхности почвы и будет высушена в сухую осень либо повреждена зимними морозами.

2. При слабой или средней засоренности корневищными сорняками сразу после уборки урожая ранних культур проводят вспашку на глубину 28 - 30 см плугами с предплужниками, а после отрастания отрезков - дискование на глубину 12-15 см и в случае теплой продолжительной осени - безотвальную перепашку на глубину 18 - 20 см. Если поле засорено большим количеством корневищных сорняков, то после уборки урожая поздних культур желательна вспашка почвы на глубину 28 - 30 см.

4. *Смешанный (сложный) тип засоренности.* Характерными представителями этого самого распространенного типа засоренности являются сорные растения, принадлежащие к различным биологическим группам. Однако каким бы сложным ни было сочетание сорняков, на таком поле будут преобладать сорные растения, относящиеся к одному из перечисленных простых типов засоренности.

Главная задача в борьбе с представителями смешанного типа состоит в искоренении в первую очередь тех видов или биологических групп сорных растений, которые составляют основной фон. При доминировании сорняков, появляющихся из семян, применяют комплекс мероприятий, направленных на борьбу с однолетним типом засоренности. Если преобладают корнеотпрысковые сорняки, то осуществляют одну из пяти рекомендованных систем. В случае сильной засоренности корнеотпрысковыми и корневищными сорняками сначала лущат почву лемешными луцильниками, а затем в два следа дисковыми, в дальнейшем проводят осеннюю вспашку.

**Агротехнические меры борьбы с сорняками в предпосевной обработке почвы под яровые культуры.** Предпосевная обработка почвы представляет собой совокупность агротехнических приемов, проводимых незадолго до посева сельскохозяйственных культур. Вспаханная в конце лета или осенью почва за зиму настолько уплотняется, что весной требуется дополнительное рыхление: боронование, культивация, дискование или перепашка, чтобы высококачественно посеять яровые культуры и создать оптимальные условия для их роста

и развития в начале вегетации. Кроме создания благоприятных условий для прорастания семян культурных растений, их роста и развития, цель предпосевной обработки, особенно под подсев поздних яровых культур, - очищение верхнего слоя почвы от семян сорняков, а также истощение корневой системы двулетников и многолетников.

В предпосевной период представляется возможность проводить сплошную обработку почвы и уничтожить появившиеся проростки и всходы сорных растений. Однако борьба с сорняками в этот период затрудняется из-за кратковременности, так как необходима предпосевная обработка почвы под ранние яровые культуры, и из-за того, что к этому времени прорастают не все семена - большая часть из них дает всходы уже в посевах культурных растений, а побеги многолетников лишь в редких случаях (в условиях ранней весны) появляются до предпосевной культивации.

При раннем весеннем бороновании, осуществляемом с целью выравнивания поверхности пашни и уменьшения испарения влаги, одновременно создаются благоприятные условия для прорастания семян сорняков, расположенных в верхнем слое почвы, и частично уничтожаются розетки зимующих и озимых сорных растений, появившихся осенью после вспашки или поверхностной обработки почвы.

Кроме того, при весенних обработках почвы обеспечивается лучшее проникновение воздуха к семенам сорняков, благодаря чему выводится из состояния биологического покоя большое число жизнеспособных семян и обеспечивается появление массовых всходов сорных растений, которые затем могут быть уничтожены последующими поверхностными обработками или гербицидами.

На тяжелых почвах весеннюю культивацию зяби под посев ранних яровых культур часто проводят культиваторами с пружинными лапами, которые при хорошем заглублении обеспечивают заданную глубину рыхления, но вследствие ребристой подошвы не создают одинаковых условий для всех высеянных семян культурных растений, хотя и вычесывают часть жизнеспособных корневищ сорняков. Кроме того, при указанной культивации совершенно не подрезаются тронувшиеся в рост побеги многолетних корнеотпрысковых сорняков.

На тяжелых сильно увлажненных почвах в холодную и дождливую весну боронование не обязательно, целесообразно сразу проводить культивацию под посев ранних культур.

Предпосевная обработка почвы для ранних яровых культур дисковыми орудиями, что нередко практикуется в увлажненных районах Центрального региона на тяжелых глинистых почвах с глыбистой поверхностью (после летне-осенней вспашки пласта многолетних трав, особенно если ее провели мелко на запыренном поле или при наличии других корневищных сорняков), может увеличить засоренность посевов. Поэтому на таких полях лучше провести глубокую культивацию пружинными рабочими органами, или провести чизелевание на глубину 18 - 20 см с одновременным боронованием тяжелыми боронами.

При посеве на засоренных полях поздних яровых культур в предпосевной период можно провести более эффективную борьбу с сорняками всех биологических групп. После ранневесеннего боронования такие поля культивируют и

одновременно боронуют. Первый раз почву культивируют на глубину 10-12 см, заплывающие почвы, а также засоренные корнеотпрысковыми сорняками - на 14-16 см. Эту работу обычно осуществляют одновременно с обработкой почвы под посев ранних яровых культур или вслед за ней. Между первой и второй культивациями должен быть возможно больший разрыв во времени, чтобы проросло максимальное количество семян и отросли побеги многолетних сорных растений, которые затем можно уничтожить последующими обработками почвы.

Чтобы спровоцировать к прорастанию большее число семян сорняков, в ряде случаев (при интенсивном нарастании высоких температур на почвах, обладающих слабой водоудерживающей способностью) вслед за первой весенней культивацией под посев поздних культур целесообразно провести прикатывание поверхности почвы. На прикатанной почве весной всходы сорняков появляются на 3-5 дней раньше, чем на неприкатанной. Кроме того, благодаря повышению температуры (на 1-3°C) и лучшему сохранению влаги в почве при прикатывании в 1,5-3 раза увеличивается появление всходов сорняков, которые затем могут быть уничтожены предпосевной культивацией. В связи с тем, что семена сорняков прорастают в течение всего весеннего периода, прикатывать почву можно и после второй или третьей (предпосевной) культивации, проводимой перед посевом поздних яровых культур; последующими же боронованиями появившиеся всходы сорных растений уничтожаются.

Предпосевная культивация в день посева или за день до него способствует созданию благоприятных условий для прорастания культурных растений, так как сохраняется влага в верхнем слое почвы и уничтожаются проростки сорняков или появившиеся их всходы. На полях, предназначенных для посева поздних культур, где мало сорняков, достаточно двух культивации, а при большой засоренности их должно быть не менее трех. В годы с увлажненной весной на сильно засоренных полях при возделывании поздних культур, особенно проса, сорго, гречихи и суданки, посев их следует провести несколько позже, но в пределах оптимальных сроков, чтобы дополнительной предпосевной культивацией уничтожить проростки ранних и частично поздних сорняков.

**Борьба с сорняками в системе подготовки почвы под озимые культуры в зависимости от предшественников.** В связи с большим разнообразием предшественников озимых культур при подготовке почвы для их посева борьба с сорняками должна осуществляться в комплексе с другими агротехническими мероприятиями, с учетом характера и степени засоренности поля, погодных условий, складывающихся в период подготовки почвы, ее физического состояния, механического состава и предшественника.

Основную обработку почвы *на чистых (черных) парах* начинают в конце лета - начале осени, т. е. сразу после уборки урожая предшественника. Прежде всего, проводят одно- или двукратное лущение жнивья.

При однолетнем типе засоренности однократное лущение лучше проводить дисковыми лущильниками на следующую глубину: в центральных районах Нечерноземной зоны - на 5-7 см, в центрально-черноземных районах, юго-восточных районах европейской части, лесостепи и на Дальнем Востоке - на 6 - 8

см, на Северном Кавказе и в степных районах - на 6-10 см.

При наличии корнеотпрысковых сорняков двукратное лушение целесообразно проводить лемешными луцильниками, культиваторами - плоскорезами или дисковыми боровами БДТ-7 либо БДТ-3 на глубину 5-6 и 10-12 см.

На полях, где преобладают корневищные сорняки, двукратное продольно-поперечное лушение жнивья во всех зонах страны рекомендуется проводить на глубину 10-12 - 14 см.

Перед вспашкой вносят органические удобрения. На склонах эффективно позднее осеннее щелевание почвы на глубину 55 - 60 см, которое увеличивает запасы влаги на 20 - 30 % и повышает урожайность зерна озимой пшеницы на 3,5 ц/га.

При размещении черного пара после стерневых предшественников целесообразно провести послеуборочную обработку почвы - игольчатой бороной на глубину 5 - 6 см, лушение культиватором-плоскорезом на 10-12 см и рыхление культиватором-глубокорыхлителем на глубину от 20 - 22 до 28 - 30 см. В засушливых районах высокоэффективно в накоплении влаги в почве глубокое плоскорезное рыхление на 28 - 30 см с дополнительным щелеванием на глубину 50 - 55 см раз в ротацию севооборота.

В увлажненных районах за 20-30 дней до наступления оптимальных сроков посева озимых культур почву чистых паров перепашивают, чтобы разрыхлить ее после оседания и перемешать разложившийся навоз в пахотном слое. На запыреенных полях эффективно применение дисковых орудий. Перед посевом озимых культур проводят предпосевную культивацию на глубину заделки семян с одновременным боронованием.

В засушливых районах послойная весенне-летняя обработка в первую очередь должна быть направлена на максимальное сохранение влаги в почве. Для этого вскоре после ранневесеннего боронования проводят культивацию на глубину 10 - 12 см, при наличии бодяка полевого, осота полевого и вьюнка полевого - на 12-14 см, а на солонцовых почвах, засоренных горчаком ползучим, - на 16-18 см и более (чизель-культиватором или культиватором-плоскорезом), на почвах, засоренных пыреем - на глубину 12 - 14 см (дисковыми луцильниками). Все последующие обработки выполняются обычным культиватором каждый раз с уменьшением глубины на 1 -2 см с таким расчетом, чтобы последняя (предпосевная) была на глубину заделки семян озимой пшеницы.

Для провоцирования семян сорных растений к прорастанию после первой и второй культивации рекомендуется прикатать почву. При этом увеличивается до 60 - 70% всходов сорняков, которые уничтожаются последующими обработками почвы. При выпадении осадков в промежутках между культивациями целесообразно провести боронование. В жаркое время лета, когда долго нет дождей, а на паровом поле много побегов корнеотпрысковых сорняков, вместо культивации, которая иссушает почву, надо провести опрыскивание гербицидами группы 2,4-Д или реглоном.

Для весенне-летней обработки почвы на черных парах вначале используют орудия с рыхляще-подрезающими лапами, при наличии корнеотпрысковых сорняков - культиваторы-плоскорезы, корневищных - дисковые орудия. В сухое

время лета, чтобы избежать иссушения посевного слоя, используют культиваторы с ножевидными лапами, которые не оборачивают почву при работе, а на легких почвах применяют штанговые культиваторы. В первой половине лета почвы на чистых парах обрабатывают чаще, а во второй - реже, что уменьшает потерю влаги.

В засушливых и малоснежных районах с целью защиты озимых культур от вымерзания и ледяной корки, а также для накопления влаги в почве на чистых парах нередко высевают кулисные высокостебельные растения (горчицу, коноплю, подсолнечник, кукурузу), располагая их рядки поперек направления господствующих ветров. Озимые высевают поперек кулис. Хотя при этом кулисные растения частично повреждаются, однако посев озимых ведут по всей площади.

*На занятых парах*, в отличие от чистых, в летне-осенний или весенний период высевают парозанимающие культуры, урожай которых убирают на зеленый корм, сенаж или силос задолго до наступления оптимальных сроков посева озимых. Для формирования урожая парозанимающие культуры используют из почвы часть влаги и питательных веществ. Отличаясь друг от друга биологическими особенностями, культурные растения за неполный цикл своего развития по-разному используют влагу и пищу, неодинаково влияют на физические свойства пахотного слоя (плотность, связность), оставляют на поле различное количество растительных остатков, являющихся энергетическим материалом для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. В связи с этим в почве после занятых паров создаются менее благоприятные условия для озимых культур, чем на чистых. Если на чистых парах почва свободна от культурных растений от 10 до 13 месяцев, то на занятых - 2-3 месяца.

Чем длиннее период парования почвы (время между уборкой урожая парозанимающих культур и посевом озимых), тем лучше складываются условия для ее подготовки и накопления влаги и элементов питания для растений. Установлено, что в увлажненных районах урожайность озимых культур после занятых паров приближается или равна урожайности по чистым парам, а в засушливых - ниже. Способы обработки почвы на занятых парах имеют особенно большое значение в засушливые годы и меньшее - в увлажненные. Почву следует обрабатывать так, чтобы ко времени посева озимых культур обеспечить в пахотном слое (0 - 20 см) запас продуктивной влаги не менее 20 мм.

Парозанимающими культурами могут быть непропашные (однолетние бобовые травы, бобово-злаковые смеси озимых и яровых культур), пропашные (кукуруза на зеленый корм, ранний картофель, подсолнечник, кормовые бобы, сорго и др.) и сидеральные.

Под каждую парозанимающую культуру должна проводиться такая обработка почвы, которая обеспечивала бы максимальную урожайность ее зеленой массы. Она ничем не отличается от обработки, рекомендуемой под соответствующую культуру после того или иного предшественника. Поэтому главное внимание здесь будет уделено послеуборочной обработке почвы под озимые культуры. Несмотря на то, что скашивание непропашных парозанимающих культур проводится раньше, чем пропашных, в почве, особенно в верхнем слое,

остается мало влаги. Это приводит к ухудшению качества обработки почвы и снижению урожайности.

Обработку почвы надо проводить сразу после уборки урожая, так как в жаркие дни влаги теряется больше. При обработке почвы через 10-15 дней после скашивания кукурузы на зеленый корм дополнительно теряется 100-150 т/га воды, главным образом из верхнего слоя.

Задача обработки почвы под озимые культуры после занятого пара - обеспечить оптимальную плотность посевного слоя, так как от этого зависят их рост и развитие, перезимовка и урожайность. Таким образом, вспашка почвы должна проводиться не менее чем за 20 - 30 дней до посева озимых культур, чтобы под влиянием последующих обработок и естественных причин обрабатываемый слой успел уплотниться с образованием семенного ложа.

Поэтому в районах, где период между скашиванием парозанимающих культур и посевом сокращается (увлажненные центрально-черноземные районы и особенно Нечерноземная зона), эффективность поверхностной обработки возрастает. В засушливых районах (часть лесостепной и вся степная зона европейской части страны), где между обработкой почвы и посевом озимых культур проходит более продолжительное время, при длительном отсутствии осадков преимущество имеет также поверхностное рыхление различными орудиями, а при выпадении дождей - ранняя вспашка с последующей многократной культивацией и боронованием.

После уборки урожая парозанимающих культур сразу проводят основную обработку почвы, а непосредственно перед посевом озимых - предпосевную. Между основной и предпосевной обработками почва некоторое время должна находиться в нетронутом состоянии, для того чтобы в ней стабилизировались микробиологические процессы и, в первую очередь, повысилась энергия нитрификации для обеспечения молодых растений озимых культур азотной пищей при одновременном положительном фосфорно-калийном балансе.

При определении способа основной обработки почвы после парозанимающих культур должны учитываться сроки уборки их урожая, механический состав и влажность верхнего слоя, тип и степень засоренности. Чем раньше проводится уборка урожая парозанимающих культур, влажнее и более засорена многолетними сорняками почва, тем глубже должна быть основная обработка.

После парозанимающих непахотных культур при наличии многолетних сорняков, достаточном увлажнении пахотного слоя сразу после скашивания проводят лущение почвы дисковым лущильником, а через 8-10 дней - вспашку на глубину 18 - 22 см плугом с предплужниками в агрегате с боронами или кольчато-шпоровыми катками. Если же после лущения почвы долго нет дождей, то вспашку проводят только после достаточного увлажнения пахотного слоя. Предпосевную обработку почвы на таких полях выполняют культиваторами в агрегате с боронами на глубину заделки семян озимых культур.

При выпадении осадков после вспашки полезно провести боронование, особенно на тяжелосуглинистых почвах, способных образовать корку. В очень сухие годы поверхностная обработка почвы на глубину 8-10 - 12 см может быть многократной, так как при ней меньше теряется влаги из почвы.

Поскольку при мелком бесплужном рыхлении раньше и больше отрастает побегов многолетних корнеотпрысковых сорняков, то его надо проводить через каждые 8-10 дней. Ко времени посева озимых культур посевной слой следует довести до мелкокомковатого состояния с таким расчетом, чтобы в случае выпадения небольших осадков можно было исключить предпосевные обработки почвы, которые обычно приводят к иссушению почвы.

На полях, сильно засоренных корнеотпрысковыми сорняками, а также со слитными переувлажненными почвами эффективнее ранняя вспашка с последующей многократной обработкой. Вспашку почвы лучше проводить плугами с предплужниками в агрегате с кольчато-шпоровыми катками (в засушливые годы) или боронами (в увлажненные годы).

Скашивание зеленой массы парозанимающих культур, а вместе с ними растущих сорняков уменьшает потенциальные запасы семян последних в почве. Однако в пахотном слое (глубже 10 см) многие семена сорных растений не теряют жизнеспособность. При вспашке они выворачиваются на поверхность и засоряют посевы.

*Непаровые предшественники.* Между уборкой урожая зернобобовых, зерновых и других культур и сроком посева озимых остается меньше времени, чем после скашивания парозанимающих культур. Чем позже убирается урожай непаровых предшественников, тем больше совпадают основная и предпосевная обработки. Из-за кратковременности периода между уборкой предшествующих культур и посевом озимых, недостатка осадков нельзя провести высококачественное рыхление посевного слоя и довести его до мелкокомковатого состояния, особенно после зерновых культур на тяжелосуглинистых черноземах засушливых районов.

После вспашки такой почвы пласт оборачивается не полностью и на поверхности образуются крупные глыбы. Для их разрушения требуются дополнительные обработки почвы, а после небольшого дождя глыбы полностью промачиваются. Ко времени оптимальных сроков посева озимых культур вспаханная почва не успевает уплотниться, твердое ложе для семян не образуется. Все это приводит к неравномерному появлению всходов, слабому их укоренению, повреждению и даже гибели. После каждого непарового предшественника обработка почвы под озимые культуры имеет свои особенности.

Обработка почвы после гороха и других зернобобовых зависит от срока уборки их урожая, степени и типа засоренности, а также влажности почвы. На окультуренных полях при раннем сроке уборки и отсутствии многолетних сорняков и недостаточной увлажненности пахотного слоя (в основном в южных районах) более эффективна поверхностная обработка дисковыми боронами или культиваторами-плоскорезами на глубину 8 - 10 см с боронованием. В увлажненные годы, при засоренности полей многолетними сорняками, сразу после обмолачивания валков и сбора соломы проводят рыхление почвы дисковыми орудиями с последующей вспашкой на глубину 18 - 20 см. Чем больше таких сорняков и влажнее почва, тем глубже должна быть вспашка, которую осуществляют плугом с предплужниками в агрегате с кольчато-шпоровыми катками и боронами.

Обработка почвы после зерновых культур. Сравнительно раннее освобождение поля дает возможность провести полупаровую обработку почвы после зерновых культур под озимые. Существенным недостатком такой обработки является почти полное иссушение корнеобитаемого слоя, что приводит к повышению связности тяжелосуглинистой почвы и ухудшению качества ее обработки.

При размещении озимых культур после озимых в почве накапливаются семена зимующих сорняков, а стерня на поверхности способствует развитию вредных насекомых и возбудителей грибных болезней растений. Появление падалицы озимых и яровых зерновых культур приводит к иссушению почвы. И хотя всходы яровой пшеницы, ячменя и овса позднее погибают от заморозков, в период осенней вегетации они затеняют озимые растения, которые при этом плохо проходят закалку и в зиму уходят ослабленными. На погибшей от заморозков падалице яровой пшеницы, ячменя и овса осенью и весной развиваются плесневые грибы и другие болезни, которые наносят существенный вред озимым культурам.

В Центральном регионе период между уборкой урожая зерновых культур и оптимальными сроками посева озимой ржи и пшеницы короткий. Поэтому уборку урожая на таких полях надо проводить в первую очередь. Свежевспаханная дерново-подзолистая и серая лесная почвы обладают слабой биологической активностью. Применение поверхностной обработки почвы в этих районах снижает урожайность зерна озимых культур после зерновых на 4,5 - 8,6 ц/га при общей урожайности 35 - 40 ц. Причиной этого является пораженность растений корневыми гнилями (на 6 - 11 %) и, как следствие, высокая изреженность посевов с последующей высокой засоренностью. В связи с этим основную обработку почвы под озимые культуры после ячменя и других зерновых рекомендуется проводить комбинированным пахотным агрегатом, состоящим из плуга, выравнивателя и катка. Предпосевное рыхление выполняют агрегатами РВК-3 или ВИП-5,6 на глубину 6 - 8 см. Хорошие результаты получены при использовании лемешного луцильника для основного рыхления почвы на 10-12 см с последующим прикатыванием агрегатом ВИП-5,6 в сочетании с предпосевной обработкой РВК-3.

*Размещение после многолетних трав.* Несмотря на положительное значение многолетних трав как предшественников озимых культур, физическое состояние почвы после них не всегда благоприятно для последних. Густая сеть корней многолетних трав, пронизывая верхний слой почвы, при сосредоточенном количестве мертвых органических остатков делает дернину упругой, трудно поддающейся оборачиванию и крошению при вспашке, особенно в засушливые годы.

Корневая система большинства многолетних бобовых трав проникает глубоко в почву - до 3 - 7 м. После того как скошена надземная масса и подрезана верхняя часть корней орудиями обработки, нижележащая нетронутая корневая система в течение 2 - 3 суток не теряет жизнеспособности. В результате в верхнем слое повышается влажность почвы за счет перекачки воды из корнеобитаемой зоны. Эту особенность корневой системы многолетних бобовых трав надо учитывать при подготовке почвы под озимые культуры в засушливые годы.

Способ глубокой обработки почвы на таких полях зависит от состава компонентов травосмеси, срока скашивания, механического состава, степени увлажненности почвы, а также продолжительности послеукосного периода до наступления оптимальных сроков посева озимых культур. В северных районах возделывания озимых обработку почвы надо проводить после первого укоса многолетних трав, в южных - после первого и второго.

При возделывании люцерны или клевера на одном поле несколько лет с каждым годом увеличивается засоренность их посевов за счет изреженности травостоя этих растений. На таких полях даже в южных районах полупаровую обработку почвы под озимые культуры лучше провести после первого укоса. Оставление таких трав на второй укос, несмотря на тщательную обработку почвы при отсутствии дождей, приводит к резкому снижению урожайности зерна.

Анализ многолетних исследований показал, что общий принцип обработки пласта многолетних трав под озимые культуры таков: ранняя комбинированная вспашка с последующим дополнительным поверхностным рыхлением (по типу полупара). Вспашку почвы обязательно надо проводить сразу после скашивания многолетних трав, в противном случае пахотный слой быстро пересыхает, что затрудняет его обработку. В ряде хозяйств вместо агротехнических способов борьбы с сорняками используют гербициды, изготовленные на основе глифасатов.

На полях, предназначенных для посева озимых культур, нельзя пасти животных, так как при этом почва сильно уплотняется и иссушается а качество обработки ухудшается, что приводит к снижению урожайности зерновых.

*Размещение после пропашных культур.* К этой группе предшественников относятся кукуруза на силос и зерно картофеля, кормовые бобы, подсолнечник, клещевина сахарная свекла. Большинство из них потребляет из почвы много питательных веществ и влаги. Кроме того, из-за недостатка высокоэффективных гербицидов и невозможности уничтожить все сорняки механизированным уходом за посевами, если исключить ручную прополку при возделывании этих культур, нередко повышается засоренность почвы. Уборка урожая их совпадает с оптимальным сроком посева озимых культур. На полях, предназначенных под посев озимых культур, надо высевать сорта и гибриды пропашных с коротким периодом вегетации, что дает возможность раньше их убирать и сразу приступить к подготовке почвы.

Более интенсивное использование пахотных земель и необходимость непрерывного возделывания сельскохозяйственных культур практически на каждом поле вызывают напряженность в обработке почвы после поздноубираемых пропашных. В связи с этим стали ощутимы недостатки традиционной технологии подготовки почвы - вспашки под озимые культуры. После нее почва обычно бывает крупноглыбистой и сопровождается потерями влаги - остаточной и выпадающей в виде осадков. Кроме того, большая энергоемкость вспашки задерживает подготовку почвы, вызывает изреженность всходов и ухудшает условия перезимовки озимых.

Вслед за скашиванием кукурузы на силос в тот же день проводят обработку почвы дисковыми орудиями, затем культиватором-плоскорезом в агрега-

те с бороной БИГ-3 и кольчато-шпоровым катком. Опоздание с этой работой хотя бы на 1-2 дня приводит к уменьшению запасов влаги в почве на 10 - 20 т/га при одновременном снижении урожайности зерна озимой пшеницы не менее чем на 0,5 ц/га. Чтобы высококачественно обработать почву, кукурузу скашивают на низком срезе. После этого предшественника рекомендуется неглубокое многократное бесплужное рыхление почвы или обработка комбинированным агрегатом АКП-2,5, в основном на глубину заделки семян озимых

**Борьба с сорняками в период ухода за посевами.** На засоренных полях вскоре после посева яровых и в начале весенней вегетации озимых культур с наступлением тепла появляются всходы либо отрастают побеги зимующих, двулетних или многолетних сорняков. Следует подчеркнуть, что во всех почвенно-климатических зонах страны наибольший вред яровым культурам наносят те сорняки, которые вырастают в весенне-летний период, а озимым - зимующие и многолетние. Поэтому борьба с ними должна осуществляться с первых дней весенней вегетации озимых или вскоре после посева и появления всходов яровых культур.

Если в системе зяблевой обработки почвы, в пару и в предпосевной период борьба с сорняками проводится путем сплошных обработок почвы, то уже непосредственно в посевах всех без исключения культур уничтожить сорняки механическим путем, не повредив культурные растения, невозможно. Борьба с сорняками осложняется в этот период тем, что, например, боронованием можно уничтожить лишь часть проростков и всходов сорных растений, совершенно не повредив побеги многолетников.

В самом начале вегетации некоторые мелкосемянные культурные растения имеют слабую корневую систему, что сдерживает проведение боронования во время массового появления всходов семенных сорняков. В посевах пропашных культур во время междурядных обработок даже с использованием рядковых пропашных боронок нельзя уничтожить механическим способом многолетние и хорошо укоренившиеся однолетние сорняки в рядках, гнездах или лентах, т. е. непосредственно возле культурных растений. Ручная прополка посевов отходит в прошлое, и на смену ей пришли гербициды, умелое и научно обоснованное применение которых в сочетании с механизированным уходом дает значительный агротехнический и экономический эффект.

Вскоре после посева на поверхности почвы появляются всходы сорняков. Интенсивность прорастания семян в этот период зависит от температуры, влажности, аэрации, плотности и механического состава почвы, а также физиологической зрелости (периода покоя семян). Изменяя некоторые из указанных факторов путем соответствующих агротехнических приемов, можно создать благоприятные условия для прорастания семян основной массы сорных растений или нарушить биоэкологическую связь между ними и внешней средой.

Одним из таких агроприемов является послепосевное прикатывание. Его лучше всего проводить кольчато-шпоровыми катками. Они выравнивают и разрыхляют поверхность почвы, дробят ее комки, увеличивают плотность подповерхностного, слоя и этим самым улучшают микробиологические процессы и гидротермические факторы в почве, создавая благоприятные условия для про-

растания семян культурных и большинства сорных растений.

Однако этот прием полезен лишь на мягких, хорошо разрыхленных, с высокой водоудерживающей способностью почвах в случае, если после посева в слое, где расположена масса семян, способных дать всходы, ощущается дефицит влаги. После прикатывания влага из нижних слоев подтягивается и семена сближаются с увлажненными таким путем частицами почвы.

При этом следует заметить, что при прорастании семена не всех видов сорных растений одинаково положительно реагируют на уплотнение почвы. Например, семена амброзии полыннолистной лучше прорастают на рыхлых почвах, а щетинника зеленого - на уплотненных. Это обусловлено плотностью семенной оболочки и различной потребностью семян во влаге при набухании и прорастании. При достаточном увлажнении на тяжелых заплывающих и других сильно уплотняющихся почвах прикатывание проводить не следует, так как оно может оказаться вредным из-за образования корки на их поверхности.

**Химические методы борьбы с сорняками.** Обобщение результатов учетов засоренности, выполненных научными учреждениями, свидетельствуют, что в Российской Федерации более 70 млн. га посевов характеризуются средней и сильной засоренностью, где получить удовлетворительный урожай без применения системы регулирующих мероприятий, включающей гербициды, практически невозможно.

Уничтожение и подавление сорняков только агротехническими и биологическими способами не всегда дают желаемые результаты. В земледелии удобрения и гербициды как основные средства химизации часто применяют на одном и том же поле, поэтому их действие взаимосвязано. Благодаря удобрениям интенсивнее растут культурные растения и сорняки. Гербициды же, уничтожая сорняки, улучшают условия питания культурных растений, сокращают вынос сорняками элементов питания. Грамотное использование химических средств защиты растений способствует увеличению урожаев, повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции растениеводства, наиболее полной и быстрой окупаемости средств, вложенных в сельское хозяйство. Предстоит еще многое сделать, чтобы химические средства защиты растений применяли как дополнение к перечисленным ранее методам.

Эффективность гербицидов в снижении потенциальной засоренности почвы обусловлена, прежде всего снижением семенной продуктивности сорняков вследствие их гибели и угнетения оставшихся в посевах. Кроме этого, гербициды оказывают непосредственное воздействие на семена сорняков, находящихся в почве, а также оказывают заметное влияние на жизнеспособность семян, формирующихся на обработанных гербицидами вегетирующих сорняках. В зависимости от технической эффективности применяемых гербицидов, химическая прополка снижает засоренность пахотного слоя почвы к концу вегетации на 10-20 % и более.

Негативные стороны химического метода борьбы с сорняками наиболее полно проявляются в условиях неправильного проведения агротехнических мероприятий, при освоении новых элементов системы земледелия.

Интенсивная химизация с систематическим использованием одних и тех

же препаратов ведет к снижению эффективности их действия, монополии химического метода, недооценке агротехнических и биологических приемов борьбы с сорняками.

При систематическом применении одних и тех же гербицидов в течение ряда лет происходит изменение сорного компонента в сторону резкого увеличения количества устойчивых и уменьшения количества чувствительных к применяемым гербицидам видов сорняков. Так, при систематическом применении галоидфеноксикислот в посевах зерновых культур широкое распространение получают такие виды сорняков, как горец вьюнковый и птичий, дымянкa аптечная, звездчатка средняя, просо куриное, лютик едкий, овсюг, подмаренник цепкий, трехреберник непахучий, имевшие ранее второстепенное значение. При этом общая засоренность может увеличиваться за счет распространения устойчивых видов.

По утверждению А.В. Захаренко (2001) длительное применение гербицидов группы 2,4-Д в посевах зерновых культур увеличивает численность устойчивых к ним видов сорняков, особенно на фоне энергосберегающих систем обработки почвы. По чувствительности к наиболее распространенным в условиях производства гербицидам группы 2,4-Д сорные растения различаются как: чувствительные (марь белая, ярутка полевая, редька дикая и др.), погибающие от минимальной дозы их применения; среднечувствительные (бодяк полевой, осот полевой, фиалка полевая и др.), теряющие свою жизнеспособность при применении лишь полных доз препарата; устойчивые (звездчатка средняя, дымянкa аптечная, трехреберник непахучий и др.), которые не реагируют на применение обычных доз гербицидов данной группы.

Научно обоснованное применение пестицидов в современном земледелии - одно из условий перевода возделывания сельскохозяйственных культур на промышленную технологию, поскольку в этом случае обеспечивается более полное использование культурными растениями питательных веществ, влаги, тепла и других факторов плодородия, т. е. создаются реальные условия для получения планируемого урожая высокого качества.

Необходимо разработать такие технологии и формы организации производства, при которых отрицательные последствия применения химической защиты растений проявлялись бы как можно реже и слабее, а еще лучше не проявлялись бы вовсе.

В системе мер борьбы с сорняками иногда ведущее место занимают химические методы, особенно при использовании прогрессивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Гербициды - неотъемлемая часть «беспашотной» системы земледелия. При использовании почвозащитных технологий обработки часто создаются предпосылки для усиления засоренности полей. Потому систематическое применение гербицидов позволяет поддерживать допустимый уровень засоренности посевов.

Химическая «прополка» особенно необходима на участках, подверженных водной эрозии. Если на несмытых почвах сорняки заглушаются культурными растениями, то на эродированных они растут и развиваются значительно лучше. При этом обычные агротехнические приемы механической обработки

почвы, уничтожающие сорняки на склоновых землях, можно применять ограниченно, поскольку они сопровождаются распылением почвы и усилением эрозионных процессов. Это связано еще и с тем, что на склоновых землях развивается агрофитоценоз, значительно отличающийся от агрофитоценоза равнинных земель. При использовании почвозащитных технологий засоренность без применения гербицидов усиливается в 5 раз и более. Кроме того, некачественная обработка полей, нарушение чередования культур в севообороте и высев недоброкачественных семян приводят к господству на полях сорняков, причем особо злостных: осота, пырея, хвоща, ромашки, метлицы. Вести борьбу с ними при помощи гербицидов в таких условиях невозможно и бесполезно.

Использование гербицидов предполагает строжайшее соблюдение норм, сроков, способов их внесения, выполнения правил техники безопасности, а также условий, определяющих максимальный технический и экономический эффект и обеспечивающих охрану окружающей среды от загрязнения.

Нормы, сроки и способы применения гербицидов приведены в справочниках, их необходимо ежегодно уточнять по Списку препаратов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. При выборе препарата учитывают степень засоренности полей, видовой состав сорняков, уровень биологической возможности культуры угнетать сорняки, а также почвенную разность.

Действие почвенных гербицидов наиболее эффективно при температуре воздуха от 15 до 25°C, влажности почвы не менее 20 % и мелкокомковатой ее структуре. Нельзя применять гербициды на участках с сильно пересохшим верхним слоем.

Повсходовые гербициды наиболее эффективны при температуре воздуха 18...22°C, однако активность препаратов снижается, если в течение 2...5 ч. после обработки пройдет дождь.

Интенсивное применение удобрений и известкование почвы изменяют условия минерального питания растений и их чувствительность к гербицидам. При помощи удобрений можно создать условия питания, обеспечивающие получение хороших урожаев и высокий уровень устойчивости культурных растений к гербицидам.

Так, усиление фосфорного и уровня общего питания повышает устойчивость хлебных злаков к гербицидам группы 2,4-Д, а калийного и азотного снижает. Аналогичное действие удобрений проявляется и в изменении реакции сорных растений на гербициды, особенно такие, которые относительно устойчивы при слабом их угнетении культурой. Однако улучшение азотного питания при достаточной влагообеспеченности почвы резко повышает биологическую возможность хлебных злаков угнетать сорняки, затеняя их. При этом относительно устойчивые к 2,4-Д двудольные виды сорных растений становятся более чувствительными к гербициду, так как при затенении ослабляется разложение гербицида и наступают необратимые реакции - сорняки гибнут.

На сбалансированном фоне питания устойчивые прибавки урожая получают от применения гербицидов на многих культурах, но особенно велика их роль для культур сплошного посева - зерновых. Это обусловлено тем, что по сбалансированному фону удобрений обеспечивается высокая устойчивость

хлебных злаков к гербицидам и повышается чувствительность всех видов двудольных сорняков к ним.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите группы предупредительных мероприятий по борьбе с сорной растительностью?
2. Опишите предварительную очистку семян?
3. Расскажите об основной системе очистки семян?
4. Какова рациональная система подготовки, хранения навоза и птичьего помета, использования кормов?
5. Основные меры борьбы с сорняками на необрабатываемых земельных участках?
6. Каковы предупредительные меры, создающие наилучшие условия для роста и развития культурных растений?
7. Расскажите об основных агротехнических способах борьбы с сорняками?
8. Каковы основные методы борьбы с сорняками в период ухода за посевами?
9. Опишите основные химические методы борьбы с сорняками?

### **4.4. Методы учета засоренности посевов и почвы.**

#### **Понятие о картах засоренности полей, их назначение**

Для разработки и осуществления планомерных мероприятий по борьбе с сорной растительностью необходимо в каждом предприятии систематически проводить обследование и учет засоренности полей севооборотов, а также других сельскохозяйственных угодий.

*Засоренность полей изменяется под влиянием многих причин, в том числе агротехнических мероприятий.* Поэтому обследование полей на засоренность необходимо проводить ежегодно. Эта работа выполняется два раза в год: в начале лета для учета наличия ранних сорняков и в конце лета - поздних, яровых, озимых зимующих, двухлетних и многолетних сорняков. Учет сорняков следует проводить перед прополкой.

В результате обследования и учета дается оценка засоренности полей по количеству (в баллах) растений на 1 кв. м, по массе (сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая) в граммах на 1 кв. м, по проективному покрытию, т. е. доля поверхности почвы, занимаемой горизонтальной проекцией надземных частей растений, выраженной в процентах. Для подсчета сорняков обычно пользуются рамочками разного размера - 0,1; 0,25; 0,50; 1 кв. м и более.

**Наиболее часто используются следующие методы учета засоренности полей:** глазомерный (визуальный), количественный и количественно-массовый.

Глазомерный метод разрабатывался многими учеными, но наибольшее распространение получил метод А. И. Мальцева. В основе его лежит соотношение количества сорных и культурных растений на единице площади сплошных рядковых посевов.

Глазомерная оценка засоренности полей используется в производственных условиях на больших площадях.

С 1982 г. применяются единая для всей страны методика оценки засоренности сельскохозяйственных угодий и методика картирования сорнополевой растительности.

**Техника определения засоренности угодий включает:** 1) основное сплошное обследование; 2) оперативное обследование.

**Основное сплошное обследование.** Каждое поле (участок) проходят по наибольшей диагонали и через равные расстояния накладывают рамку размером  $50 \times 50 = 0,25 \text{ м}^2$ . Количество проб: на площади до 50 га - 10 точек, от 50 до 100 га - 15, свыше 100 га - 20 точек. Внутри рамки подсчитывают общее количество сорняков и каждого вида в отдельности. Результаты подсчета заносят в форму.

Сорняки, не попавшие в рамку, но имеющиеся на поле, особенно вредоносные и карантинные, также фиксируют. Неизвестные обследователю сорняки заносятся в строку «Прочие виды».

Обследованные площади группируются по степени засоренности (по количеству сорняков на  $1 \text{ м}^2$ ): до 5; 6-15; 16-50; 51- 100; более 100.

Ведомости первичного учета засоренности по каждому полю хранятся у главного агронома хозяйства не менее 10 лет и служат источником информации о динамике засоренности полей.

Материалы основного обследования используются для разработки комплексных мер борьбы с сорняками и заказа пестицидов.

**Оперативное обследование на засоренность полей проводится визуально перед началом работ по борьбе с сорняками в следующие сроки:** яровых зерновых культур и риса - в фазе начала кущения; озимых зерновых - в конце осенней вегетации и вслед за возобновлением вегетации; кукурузы - в фазе 2-3 листьев; зерновых бобовых - при высоте до 8 см; льна-долгунца - в фазе «елочки»; суданки, могоара - в фазе кущения; пропашных культур - перед прополкой, т. е. междурядной обработкой; многолетних трав - до фазы кущения злакового растения и в фазе первого тройчатого листа или при отрастании бобового растения; чистых паров и необрабатываемых земель - при массовом появлении сорняков; в плодоовощных насаждениях - перед первой обработкой почвы в междурядьях.

По результатам оперативного обследования уточняются видовой состав сорняков, площадь полей для обработки гербицидами или для борьбы с ними другими методами.

Полученные результаты сплошного основного обследования полей на засоренность представляют огромную производственную ценность для планирования мероприятий по борьбе с засоренностью посевов.

Данные учета засоренности оформляются в виде карт (картограмм) засоренности полей севооборотов хозяйства с подробным описанием характера и степени засоренности каждого поля в отдельности.

**Решающее значение в оценке и контроле за изменением засоренности посевов принадлежит систематически составляемым картам на протяжении ряда лет.** Сопоставление данных засоренности каждого поля минимум за последние 3-5 лет характеризует динамику количественного и видового состава

засоренности посевов независимо от погодных условий отдельных вегетационных периодов, которая фиксируется в книге истории полей.

Ежегодное обследование полей на засоренность и составление картограмм с пояснительной запиской и приложением гербария сорняков к ней - неотъемлемая профессиональная обязанность агронома.

**Кроме глазомерного и количественного методов учета засоренности полей** в научно-исследовательских учреждениях применяется более точный и детальный количественно-весовой метод. Сущность его состоит в том, что на делянках полевого опыта по изучению, например, изменения засоренности посева под влиянием применения гербицидов или новых приемов обработки почвы в борьбе с сорняками, в пробе (рамочка 0,25 м<sup>2</sup>) не только подсчитываются количество сорняков, но и их масса. Для этого сорняки подрезают на уровне почвы и взвешивают в сыром, а затем - в высушенном виде.

**Засоренность почвы семенами и вегетативными органами размножения учитывается особыми методами.**

Для определения запаса семян сорняков специальным буром с известным диаметром с нужной глубины пахотного слоя (0- 10; 10-20; 20-30 см) берут почвенный образец, который доставляют в лабораторию. С использованием тяжелого раствора можно отделить семена сорняков от почвенной массы, а затем, определив площадь режущей части бура и коэффициент пересчета на 1 м<sup>2</sup>, рассчитать запас семян сорняков в том или другом слое вначале на 1 м<sup>2</sup>, а затем на 1 га.

Запасы вегетативных органов размножения сорняков определяются на пробных площадках (на одной четвертой или на одной шестнадцатой квадратного метра) путем осторожного откапывания, извлечения, например, корневищ и очищения их от приставшей почвы. Затем ведутся подсчеты: масса корневищ, количество почек или глазков на корневищах, а также протяженность их по отдельным слоям почвы в пересчете на 1 га.

В целях предупреждения возможного заноса семян сорняков на поля вместе с семенами высеваемых культур, а также получения высококачественной продукции необходимо определять засоренность семенного материала всех сельскохозяйственных культур, продовольственной и технической продукции растениеводства. Для этого существуют специальные государственные стандарты на качество семенного материала, продовольственного зерна и т. д.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите наиболее часто используемые методы учета засоренности полей?
2. Какова методика определения засоренности сельхозугодий?
3. Расскажите об основном сплошном способе обследования полей на засоренность?
4. Дайте краткую характеристику оперативному обследованию засоренности полей?
5. Опишите методику определения засоренности почвы семенами и вегетативными органами размножения.

## ГЛАВА 5. СЕВООБОРОТЫ

### 5.1. Агротехническое и организационно-экономическое значение севооборота. Понятие о монокультуре и севообороте.

#### Причины, вызывающие необходимость чередования культур.

#### Предшественники сельскохозяйственных культур в севообороте.

#### Группировка и характеристика, их классификация и роль в севообороте

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

Сущность севооборота составляет чередование культур, которое неразрывно связано со всеми агромероприятиями (системой удобрений, обработкой почвы, уходом за растениями и т.д.)

Основными задачами севооборота является: повышение плодородия почвы и рациональное использование ее питательных веществ; увеличение урожайности и повышение качества растениеводческой продукции; уменьшение засоренности посевов, их поражаемости болезнями и вредителями; уменьшение вредного влияния ветровой и водной эрозии

Изучение биологических особенностей растений и их влияния на свойства почвы (способность восстанавливать и повышать ее плодородие) позволило дать научное объяснение севооборотов и доказать необходимость чередования сельскохозяйственных культур.

Главное значение севооборотов состоит в том, что каждая сельскохозяйственная культура размещается в лучших условиях для роста и развития и в то же время благоприятно влияет на плодородие почвы для следующей за ней культуры.

Бессменное возделывание одной и той же сельскохозяйственной культуры на одном поле в течение, длительного времени называют бессменной культурой.

Бессменные посевы не следует путать с такими понятиями, как монокультура и повторная культура.

Монокультура - единственная сельскохозяйственная культура, возделываемая в хозяйстве (например, виноград, чай, кормовые травы и др.).

Повторная культура – сельскохозяйственная культура, возделываемая на одном и том же поле два года подряд и более.

Академик Д.Н. Прянишников (1865 – 1948) обобщил и развил дальше теорию обоснования чередования сельскохозяйственных культур, объединил все причины в четыре группы: биологические, химические, физические и экономические.

Биологические причины связаны с увеличением засоренности посевов, сильным поражением растений болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур при повторном и бессменном их возделывании.

Химические причины проявляются в том, что различные сельскохозяйственные культуры потребляют из почвы неодинаковое количество различных элементов минерального питания. Корневая система растений проникает в почву на разную глубину, и после уборки урожая в почве остаются несходные по

количеству и качеству растительные остатки.

Физические причины заключаются в том, что сельскохозяйственные культуры и технология их возделывания по-разному влияют на физические свойства и увлажненность почвы. Многолетние травы и пропашные культуры улучшают агрофизические показатели плодородия – строение пахотного слоя, структуру почвы. Это свойство присуще и однолетним растениям, но в меньшей мере.

Экономические причины связаны с различием в количестве и распределении трудовых затрат в отдельные периоды вегетации сельскохозяйственных культур. Поэтому специализация хозяйства определяет состав и соотношение возделываемых культур в соответствии с планируемыми перспективами по реализации сельскохозяйственной продукции и возможностями предполагаемого рынка. Исходя из этих предпосылок, разрабатывается экономически обоснованная структура посевных площадей, которая служит экономическим фундаментом планируемого конкретного севооборота.

Применение севооборотов в условиях интенсивного земледелия сильнее влияет на урожайность культур по сравнению с бессменным выращиванием сельскохозяйственных растений. Эффективность севооборота проявляется в дополнительном получении продукции без существенных материальных затрат, что имеет немаловажное экономическое значение.

***Предшественники полевых культур и их оценка.*** На основании биологических особенностей растений и влияния их на почву можно дать следующую примерную оценку качества предшественников в севообороте.

Отличные предшественники: чистый, кулисный, занятый, сидеральные пары, пласт многолетних бобовых трав и их смесей со злаковыми (злаковые - тимофеевка луговая, житняк, овсяница луговая, райграс, пырей бескорневищный, костер безостый и др.; бобовые - клевер красный, люцерна, эспарцет, а также смеси злаковых и бобовых);

Хорошие предшественники: оборот пласта многолетних трав, пропашные (картофель, корнеплоды, кукуруза, подсолнечник на силос в подтаежной и северной лесостепной зонах (при отсутствии заразики подсолнечниковой) и зерновые бобовые культуры (горох, бобы, вика, чечевица, соя, нут и др.); озимые зерновые (рожь, пшеница, ячмень), однолетние травы (вико-овсяная и горохо-овсяная смеси, суданская трава, чумиза и др.);

Удовлетворительные предшественники: подсолнечник на семена, лён, яровые зерновые культуры, идущие после хороших предшественников;

Неудовлетворительные предшественники: яровые зерновые культуры, которые возделывались по удовлетворительным предшественникам. Отличные предшественники – пары.

*Чистым паром* называется поле, свободное в течение вегетационного периода от возделываемых растений.

В период парования пахотный слой поддерживается в необходимом по рыхлости или плотности состоянии, почва очищается от сорных растений, вредителей и возбудителей болезней. Во время обработки пара усиливаются процессы минерализации органического вещества почвы и удобрений. При отсут-

ствии в поле растений накапливаются питательные вещества в доступной форме, которые используются первой культурой, высеваемой по чистому пару. Содержание подвижных форм азота в пахотном слое почвы вовремя посева озимых культур по чистому пару обычно в 2-3 раза больше, чем по непаровым предшественникам, и в 1,5 раза больше по сравнению с занятыми парами. Растения, посеянные по чистому пару, хорошо обеспечены влагой, запас влаги в чистом пару в 1,5-2,5 раза больше, чем по непаровым предшественникам. Лучшая обеспеченность водой, азотом позволяет получать зерно пшеницы с более высоким содержанием белка на 1-2 % и сырой клейковины на 5-7 %.

Недостатки пара: поле чистого пара не дает продукции, и подвержено ветровой и водной эрозией.

Чистый пар является отличным предшественником для посева озимых зерновых культур и яровой пшеницы. Пропашные, зернофуражные культуры высевают второй культурой после чистого пара.

*Кулисный пар* - разновидность чистого пара, с тем только отличием, что первый засевают кулисами из высокостебельных растений (горчица, подсолнечник). Они служат для задержания снега и борьбы с эрозией почвы.

Пар, засеянный растениями, рано освобождающими поле, называют занятым. На таком поле в первой половине вегетационного периода возделывают культуру с наиболее ранним сроком уборки. Время, которое остается от уборки урожая парозанимающей культуры до посева озимых и яровых, используют для обработки почвы, как и на чистом пару. Установлено, что урожай озимых и яровых зерновых культур по занятым парам несколько ниже, чем по чистым. Однако это перекрывается урожаем парозанимающих культур. В районах, где выпадает достаточное количество осадков, озимые при посеве по занятым парам дают урожай почти такие же, как и по чистым парам.

*Сидеральный пар* - это тоже занятый пар, засеваемый бобовыми (люпин, донник) и другими растениями для заделки в почву на зеленое удобрение.

*Многолетние бобовые и злаковые травы.* Многолетние бобовые и их смеси с многолетними злаковыми травами обогащают почву органическим веществом и азотом, улучшают её структуру и физические свойства. При выращивании многолетних трав на одном поле несколько лет подряд почва постепенно уплотняется, что усиливает отмирание корнеотпрысковых сорняков. Ранние укосы трав не позволяют созревать многолетним сорнякам. После многолетних трав получают хорошие урожаи льна, конопли, пшеницы, проса, капусты. Ранние укосы клевера в подтаежной зоне позволяют высевать озимую рожь. Многолетние травы высевают под покров однолетних трав, ячменя, овса, пшеницы.

К недостаткам многолетних трав надо отнести сильное иссушение почвы и увеличение численности проволочника в ней. В засушливых районах многолетние травы являются хорошим предшественником проса.

Все злаковые травы медленно растут в 1-й, а некоторые и во 2-й год жизни. Плодоносить они начинают со 2-3 года жизни.

*Пропашные культуры.* Из пропашных культур картофель является хорошим предшественником для многих культур.

При высокой агротехнике картофель оставляет после себя поле довольно

рыхлым и чистым от сорняков, поэтому является хорошим предшественником яровых зерновых, зерновых бобовых, кукурузы, масличных.

Важным условием получения высоких урожаев *сахарной свеклы* является размещение её на чистых от сорняков полях, обеспеченных влагой и элементами питания. Сахарная свекла плохо переносит повторные посевы, так как она выносит большое количество питательных веществ из почвы, и на её корнях поселяется много вредных микроорганизмов. Кроме того, при повторных посевах свекла сильно повреждается вредителями, грибными заболеваниями. Сахарную свеклу лучше всего размещать после озимых, идущих по занятому и чистому пару, картофеля, кукурузы. После сахарной свеклы хорошие урожаи дают яровые зерновые и бобовые культуры. Сахарную свеклу нельзя сеять до и после овса, так как эти культуры сильно повреждаются нематодой, не рекомендуется размещать сахарную свеклу после подсолнечника и многолетних трав и наоборот, так как эти культуры сильно иссушают почву.

*Кукуруза* занимает в севообороте пропашное поле. Лучшими предшественниками кукурузы являются озимая пшеница, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, зерновые бобовые и пропашные культуры. На плодородных, хорошо окультуренных полях и при внесении удобрений кукурузу можно возделывать повторно и бесменно до 10-15 лет. Кукуруза сама является хорошим предшественником для яровых и зерновых культур.

*Подсолнечник*. Хорошими предшественниками подсолнечника являются кукуруза, зерновые бобовые культуры, а так же яровые колосовые культуры (пшеница, ячмень).

Подсолнечник не следует высевать после культур с мощной корневой системой, иссушающей нижние горизонты почвы (люцерны, сахарной свеклы, суданской травы). В районах недостаточного увлажнения в севообороте с этими культурами подсолнечник размещают через 3-4 года после их посева, и возвращают подсолнечник на прежнее место не ранее чем через 7-8 лет. Более раннее возвращение приводит к распространению на полях заразихи, ложной мучнистой росы, склеротинии и вредителей. Сам подсолнечник - хороший предшественник для яровой пшеницы, овса, ячменя и др. зерновых культур, однако они нередко засоряются падалицей подсолнечника. Поэтому необходимо подсолнечник убирать своевременно без потерь, а осенью проводить глубокую обработку почвы, чтобы уничтожить проростки осыпавшихся семян. Подсолнечник оказывает угнетающее влияние на картофель.

*Горох*. В районах достаточного увлажнения горох размещают перед озимыми хлебами в качестве парозанимающей культуры, а так же перед яровыми зерновыми и пропашными и техническими культурами. Благодаря азотфиксирующей деятельности клубеньковых бактерий, поселяющихся на их корнях, почва обогащается органическим веществом и биологическим азотом (50 кг на га).

*Соя*. В севообороте посевы сои размещают на чистых от сорняков полях после озимых, многолетних трав, по занятому сидеральному пару и кукурузы. Сама соя обогащает почву азотом и является ценным предшественником для зерновых и технических культур.

*Фасоль* - бобовая культура, усваивает азот из атмосферы и поэтому явля-

ется ценным предшественником для яровых хлебов и технических культур.

*Вика яровая* имеет нежный, сильно полегающий стебель и поэтому ее возделывают в смеси с овсом. В ее корневых и пожнивных остатках в почве на площади один гектар содержится 40-50 кг азота. Она малотребовательна к предшественникам. Хорошо удаётся после озимых, пропашных культур, яровых хлебов.

Вика яровая очень хороший предшественник для большинства, полевых культур: озимых, яровой пшеницы, ячменя, овса, пропашных культур.

*Озимая рожь* сравнительно засухоустойчивая культура, менее требовательна к плодородию почвы, корневая система её отличается повышенной усвояющей способностью, особенно - труднорастворимых соединений фосфора. Эту культуру можно возделывать даже на почвах с повышенной кислотностью и солонцеватостью.

Её высевают по чистым (черным и ранним) парам, занятым парам - горохо-овсяному, вико-овсяному, гороху, раннему картофелю, а в подтаежной зоне - и по пласту многолетних трав. Озимая рожь выносит повторные посевы. Она служит хорошим предшественником для яровых зерновых, пропашных, зернобобовых и технических культур (льна).

*Горчица.* Лучшие предшественники горчицы озимые, зерновые бобовые и пропашные культуры. Ее не следует размещать после масличных семейства капустные (капусты, горчицы, рапса, сурепицы, рыжика), так как они имеют общих вредителей (земляная блошка).

Сама горчица - хороший предшественник яровых колосовых хлебов и кукурузы, а так же хорошая покровная культура для люцерны.

*Рапс и сурепица.* Лучшие предшественники озимых рапса и сурепицы на семена - черный и занятый пары, многолетние травы. Их не следует возвращать на поле ранее чем через 4 года, а так же размещать после крестоцветных культур и на полях, сильно засоренных крестоцветными сорняками. Озимые рапс и сурепицу сеют на 2-3 недели раньше озимых зерновых культур.

Лучшими предшественниками ярового рапса и сурепицы являются зерновые колосовые после пара, пропашные культуры, оборот пласта многолетних трав. Сами рапс и сурепица - хорошие предшественники для пшеницы, ячменя, снижают развитие корневых гнилей этих культур и других зерновых культур.

*Однолетние травы.* Бобовые однолетние травы повышают содержание азота в почве за счет жизнедеятельности особых бактерий, живущих на корнях и усваивающих азот прямо из воздуха, хорошо очищает поля от сорной растительности. Однолетние травы являются хорошими предшественниками для яровой пшеницы, овса, ячменя, озимых культур, пропашных, бахчевых культур. Предшественниками однолетних трав являются кукуруза, многолетние травы, озимые, пропашные, зерновые и другие культуры.

*Яровая пшеница.* Лучшими предшественниками яровой пшеницы являются пары, способствующие очищению полей от сорняков, накоплению влаги и питательных веществ. В Западной Сибири яровую пшеницу высевают по пласту и обороту пласта многолетних трав, после кукурузы, подсолнечника (на силос), картофеля, зерновых бобовых, озимой ржи. Яровую пшеницу можно высевать по отличным предшественникам 2-3 раза подряд и возвращать на преж-

нее место через 1-2 года. Однако повторные посевы ведут к резкому снижению урожая и к дополнительным затратам (борьба с сорняками, вредителями, болезнями, внесение минеральных удобрений).

*Яровой ячмень.* Лучший предшественник для ячменя - пропашные культуры (кукуруза, картофель, сахарная свекла). Ячмень, посеянный после этих культур пригоден для пивоварения (зерно содержит много крахмала). Хорошими предшественниками являются озимые, идущие по чистому пару, бобовые. Можно высевать его и после яровой пшеницы, если она размещалась по чистому пару, многолетних трав и т.д.

*Овес.* Хорошим предшественником для него служат бобовые растения, особенно горох. Очень ценными предшественниками для овса являются пропашные культуры, лен-долгунец, озимые культуры, пласт и оборот пласта многолетних трав. Его не рекомендуют высевать после свеклы, и наоборот из-за общего вредителя - нематоды. Овес плохо удается при возделывании два года подряд на одном и том же поле.

*Просо.* К лучшим его предшественникам относятся пласт многолетних трав, пропашные культуры (сахарная свекла, картофель), озимые и зерновые бобовые культуры. После кукурузы не нужно сеять просо из-за поражения последней кукурузным мотыльком.

*Гречиха.* Предшественниками гречихи являются озимые, зернобобовые, пропашные, ячмень, пласт и оборот пласта многолетних трав, сахарная свекла. По пару гречиху можно высевать два года подряд.

*Лён.* На окультуренных и хорошо удобренных почвах лён можно размещать по пшенице, ячменю. Лён нельзя сеять повторно. При бессменной культуре или частом (раньше, чем через 5-6 лет) возвращении на один и тот же участок наступает льноутомление-снижение или полная гибель урожая льна вследствие накопления в почве патогенов-возбудителей фузариоза, антракноза и полиспороза. Льноутомлению способствует также одностороннее истощение почвы и развитие специфических сорняков льна (рыжик льняной, плевел льняной). Лён сеют в 7-8-польном севообороте с одним полем льна.

*Рыжик яровой* является хорошим предшественником для яровых зерновых культур, пропашных. Нельзя сеять рыжик после культур из семейства капустных (рыжик, рапс, сурепица, горчица) и крестоцветных, так как они имеют общих вредителей.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение понятию «севооборот»?
2. Назовите основные задачи севооборота?
3. Какая разница между понятиями «монокультура» и «повторная культура»?
4. С чем связана биологическая причина чередования культур?
5. Как проявляется химическая причина чередования культур?
6. В чем заключается физическая причина севооборота?
7. Какова экономическая причина применения севооборота?
8. Перечислите «отличные и хорошие» предшественники?
9. Назовите «плохие» предшественники?

## **5.2. Классификация и принципы севооборотов. Типы и виды севооборотов. Основные звенья полевых, кормовых и специальных севооборотов. Особенности севооборотов для крестьянских (фермерских) хозяйств**

*Классификация севооборотов.* Полевым называется севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур и кормов.

Полевые севообороты подразделяются на два подтипа - универсальные и специализированные.

В полевых универсальных севооборотах большая часть пашни обычно занята зерновыми культурами, остальная - техническими и кормовыми. В засушливых районах часть пашни в таком севообороте отводится под чистые пары.

Специализированным называется севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной культуры или культур одной группы. Во многих районах России получили распространение специализированные полевые зерновые севообороты, в которых удельный вес зерновых и зернобобовых культур достигает 75-85 %. В полевом специализированном свекловичном севообороте удельный вес сахарной свеклы может достигать 30 %, а при орошении - 40%.

При производстве картофеля удельный вес этой культуры в специализированном полевом севообороте на высоком агрофоне может быть увеличен до 40 %.

Кормовым называется севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов. Большую часть площади пашни в кормовых севооборотах отводят под посевы различных видов кормовых культур.

Кормовые севообороты в зависимости от их места расположения и состава возделываемых культур делятся на два подтипа: прифермские и сенокосно-пастбищные.

Прифермским называется севооборот, предназначенный для производства сочных и зеленых кормов и поля которого расположены вблизи животноводческих ферм. Такие севообороты иногда называют корнеплодно-силосными, подчеркивая их значение и конкретизируя задачи производства сочных корнеплодов и силосной массы. Их размещение вблизи ферм связано с необходимостью снижения затрат на транспортировку большой массы этих видов кормов.

Сенокосно-пастбищным называется кормовой севооборот, предназначенный для производства сена, сенажа и выпаса скота. В таком севообороте возделывают многолетние и однолетние травы. Его вводят при окультуривании естественных кормовых угодий, организуя многопольное чередование лугов и пастбищ и используя их для выпаса скота и заготовки кормов.

Фуражное зерно производят в полевых, кормовых, иногда и в специальных севооборотах.

Специальным называется севооборот, предназначенный для возделывания культур, требующих специальных условий и особой агротехники. К таким культурам относятся овощи, бахчевые, конопля, табак, рис, лекарственные, эфиромасличные растения и др. Как правило, это особо требовательные к условиям произрастания культуры. Специальные севообороты размещают на участ-

ках с высоким плодородием почвы, часто с оросительными системами. При возделывании овощей, других специальных культур широко применяют высокие дозы органических и минеральных удобрений, большое внимание уделяют уходу за растениями, их защите от вредителей, болезней и сорняков. Специальные севообороты подразделяют на восемь подтипов.

Особое место среди специальных севооборотов занимают почвозащитные севообороты. Их назначение - защита почвы от водной или ветровой эрозии при одновременном производстве продовольственной, технической или кормовой продукции. На склоновых землях Нечерноземной и лесостепной зоны для защиты почвы от водной эрозии размещают севообороты, на полях которых возделывают лишь многолетние и однолетние травы (травопольные севообороты) или посевы трав сочетают с посевами зерновых, в первую очередь озимых культур (травяно-зерновые севообороты). В степных районах для защиты почвы от ветровой эрозии в севообороты вводят поля многолетних трав с полосным их размещением.

Среди севооборотов, применяющихся в нашей стране, можно выделить следующие виды: зернопаровые, зерно-пропашные, зерно-паро-травяные, зернотравяные, плодосменные (зерно-травяно-пропашные), зерно-травяно-паропропашные, травяно-пропашные, пропашные, травопольные, сидеральные, травяно-зерновые, паропропашные.

Зернопаровым называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева и имеется поле чистого пара. Например: 1 - чистый пар, 2 - яровая пшеница, 3 - яровая пшеница, 4 - овес.

Зернопаровые севообороты известны в России с XIV-XV вв. Они были основой трехполки: 1 - паровое поле, 2 - озимое зерновое, 3 - яровое зерновое.

В наше время зернопаровой севооборот - основа почвозащитных систем земледелия в засушливых степях Южного Урала, Западной Сибири, Алтая и других степных районов восточной части страны. В условиях сурового континентального климата с коротким засушливым летом при отсутствии пропашных и зернобобовых культур чистые пары в этих районах являются единственным хорошим предшественником яровой пшеницы. Они обеспечивают устойчивость урожая этой культуры за счет накопления влаги в почве и эффективной борьбы с сорняками. Здесь наиболее распространены трех-, четырех- и пятипольные зернопаровые севообороты с повторными посевами яровой пшеницы, которые в пятипольном севообороте прерываются ячменем или овсом: 1 - чистый пар, 2 - яровая пшеница, 3 - яровая пшеница, 4 - ячмень, 5 - яровая пшеница.

Зернопаропропашным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с чистым паром и пропашными культурами. Удельный вес зерновых культур в таких севооборотах может достигать 70 % площади пашни, а с посевами кукурузы на зерно и больше.

Зернопаропропашные севообороты возникли на основе зерно-паровых и являются разновидностью улучшенных зерновых многопольных севооборотов (часто насчитывающих 10-12 полей). Они широко распространены в полусухих степных и лесостепных районах европейской части России: в Поволжье, на Юго-Востоке, на Северном Кавказе, в южной части ЦЧЗ. Типичным

примером такого севооборота служит десятипольный севооборот одного из хозяйств Волгоградской области: 1 - чистый пар, 2- озимая пшеница, 3 - кукуруза на зерно, 4 - яровая пшеница, 5- ячмень, 6 - горох, 7-озимая рожь, 8 - яровая пшеница, 9- просо, 10- подсолнечник.

В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края распространен другой зернопаропропашной севооборот: 1 - чистый пар, 2-озимая пшеница, 3 - озимая пшеница, 4- кукуруза на зерно, 5-подсолнечник, 6 - горохоовсяная смесь на корм, 7- озимая пшеница, 8 - озимая пшеница, 9- кукуруза на зерно, 10 - ячмень.

В Среднем и Нижнем Поволжье, в степных полузасушливых районах Северного Кавказа и Южного Урала используют более короткую ротацию упрощенного зернопаропропашного севооборота: 1 - чистый пар, 2-зерновые, 3 - зерновые, 4 - пропашные, 5 - зерновые, 6- зерновые.

Зернопаропропашные севообороты с высоким удельным весом чистого пара и пропашных культур слабо защищены от эрозии почвы. Поэтому здесь необходимо проводить специальные мероприятия по защите почвы от водной (на склоновых землях с уклоном более 1,5-2°) и ветровой (в степных районах) эрозии.

Зернопропашным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры, чередующиеся с пропашными культурами. Это севообороты более увлажненных районов зернового производства, где нет необходимости иметь поля чистых паров - в Центрально-Черноземной зоне, на Северном Кавказе, в Нечерноземной зоне, на Дальнем Востоке. В зернопропашном севообороте после пропашных культур следуют один или два года подряд зерновые, крупяные или зернобобовые культуры и снова идет пропашная культура. Чередование в специализированном картофельном севообороте на легких почвах Нечерноземной зоны следующее: 1 - картофель ранний, 2- озимая рожь, 3 - люпин на зерно, 4- картофель, 5 -овес. Или пример дальневосточного соевого севооборота: 1 - соя, 2 - пшеница, 3 - пшеница, 4 - соя, 5 - ячмень.

Как и предшествующий вид, зернопропашные севообороты на склоновых землях и в открытой степи требуют проведения специальных мероприятий по защите почвы от эрозии.

Зернопаротравяным называется севооборот, в котором преобладают посеы зерновых культур и имеются чистые пары и многолетние травы. В таких севооборотах могут быть и поля технических непропашных культур - льна-долгунца. Примером зернопаротравяного севооборота может быть волоколамское восьмиполье: 1 - чистый пар, 2- озимые зерновые с подсевом клевера, 3-4 - клевер, 5-яровые зерновые или лен-долгунец, 6 -чистый пар, 7- озимые, 8- яровые зерновые.

Зернопаротравяные севообороты являются разновидностью улучшенных зерновых севооборотов в северной зоне европейской части России.

В северо-восточной части Нечерноземной зоны используют восьмипольный севооборот: 1 - чистый пар, 2- озимая рожь, 3 - ячмень с подсевом многолетних трав, 4-5- многолетние травы, 6- озимая рожь, 7- овес, 8- ячмень.

Зернотравяным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, а остальная площадь пашни занята посевами мно-

голетних и однолетних трав.

Как и зернопаротравяные севообороты, зернотравяные являются разновидностью улучшенных зерновых севооборотов. Примером перехода от трехполки к более совершенным системам земледелия служит все то же волоколамское восьмиполье с двумя полями многолетних трав и с двумя полями чистого пара.

В дальнейшем эти севообороты претерпели изменения, выражаемые в замене чистых паров занятыми и расширении площади посевов многолетних трав.

В современных условиях зернотравяные севообороты применяют в хозяйствах Нечерноземной зоны, где пропашные культуры занимают небольшую площадь или выделены в отдельный севооборот (прифермский и др.). Наиболее распространены 7- и 8-польные чередования: 1 - занятый пар, 2- озимые, 3 - яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 4- 5- многолетние травы, 6-озимые, 7- яровые зерновые. В 8-польном севообороте после многолетних трав перед озимыми добавляется поле льна-долгунца.

В случае введения чистого пара вместо занятого - а в последние годы это практикуют все чаще - семяполье превращается из зерно-травяного в зернопаротравяное.

В связи с тем, что в зернотравяном севообороте многолетние травы, озимые и другие культуры с высоким почвозащитным эффектом занимают большую часть площади пашни, такие севообороты размещают и используют для защиты почвы от водной эрозии на землях с крутизной склона до 5-7°.

Другим направлением совершенствования севооборотов от зернопарового трехполья к многопольным севооборотам с посевами многолетних трав стало включение в них посевов пропашных культур. Таким образом появилось чередование, которое получило название зернотравянопаропропашной севооборот.

Зернотравянопаропропашным называется севооборот, в котором посеvy зерновых культур чередуют с чистым паром, многолетними травами и пропашными культурами. По структуре посевных площадей такой севооборот уже приближается к плодосмену, но в нем еще остается поле чистого пара: 1 - чистый пар, 2- озимая пшеница, 3 - картофель, 4 - ячмень с подсевом многолетних трав, 5- 6- многолетние травы, 7- озимая пшеница, 8- овес. При замене чистого пара на занятый и введении еще одного поля пропашных культур эта переходная форма превращается в классическую схему плодосменного севооборота.

Плодосменным называют севооборот, в котором зерновые культуры занимают до половины площади пашни и чередуются с пропашными и бобовыми культурами. Классическим примером плодосменного севооборота является норкфолькский севооборот: 1 - пропашные, 2 - яровые зерновые с подсевом клевера, 3- клевер, 4 - озимые зерновые, в котором зерновые занимают 50 %, пропашные и бобовые - по 25 %. Такое соотношение в структуре посевных площадей позволяет оптимально выдержать принцип плодосмена - чередование, при котором на полях постоянно происходит смена культур, резко отличающихся по биологии и технологии возделывания. В плодосменном севообороте возделывание зерновых прерывается то пропашной культурой из другого семейства и с особой технологией возделывания, то бобовыми культурами. И

те, и другие являются лучшими предшественниками для зерновых культур.

В современных типичных плодосменных севооборотах бобовые культуры часто представлены бобовыми многолетними травами в смеси со злаковыми двухлетнего использования или несколькими полями зернобобовых культур. В плодосменных севооборотах может быть 2-3 поля пропашных культур - картофеля, сахарной свеклы, кукурузы и др. Продолжительность ротации современного плодосменного севооборота достигает 8-12 лет.

Классическим примером современного плодосменного севооборота является восьмиполье, широко распространенное в ЦФО РФ: 1-2 - многолетние травы, 3 - озимые зерновые, 4 - картофель, 5 - яровые зерновые или зернобобовые, 6 - озимые зерновые, 7-кукуруза на силос, 8- яровые зерновые с подсевом многолетних трав. В лесостепной зоне европейской части страны и в районах Кубани с достаточным обеспечением влагой типично такое чередование в полевом плодосменном севообороте: / - занятый пар, 2-озимая пшеница, 3 - сахарная свекла, 4 - яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 5 - многолетние травы, 6- озимая пшеница, 7- кукуруза на зерно и силос, 8- горох, 9 - озимая пшеница, 10- кукуруза на зерно, 11 - просо, подсолнечник.

Плодосменные севообороты широко используют на орошаемых землях южных районов страны, где хорошо проявляется высокий агротехнический эффект 2-3-летнего использования бобовой многолетней травы-люцерны.

Плодосменные севообороты, имеющие по 2-3 поля пропашных культур, обладают небольшой почвозащитной функцией и на склонах крутизной более 2° должны дополняться системой специальных почвозащитных мероприятий.

Травопольным называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами многолетних трав. Оставшаяся часть обычно занята однолетними травами, иногда зернофуражными культурами. Этот вид севооборота относят к кормовому типу, и он служит основой для организации интенсивного лугопастбищного хозяйства с чередованием: 7-5-многолетние травы, 6-однолетние травы с подсевом многолетних трав. Когда производство зеленых и грубых кормов сочетают с производством зернофуражных кормов и с возделыванием непропашных технических культур, то травопольный севооборот может иметь такой вид: 1-4- многолетние травы, 5- зерновые или лен-долгунец, 6- однолетние травы, 7- яровые зерновые с подсевом многолетних трав. Этот вид севооборота ближе к травянозерновому.

Травянозерновым называется севооборот, в котором половина или большая часть пашни занята многолетними и однолетними травами, а остальная часть - зерновыми культурами. Примером такого севооборота для Нечерноземной зоны может быть следующее чередование: 1-4- многолетние травы, 5- озимая пшеница, 6 - овес, 7-ячмень, 8-однолетние травы с подсевом многолетних трав. Он предназначен для производства грубых кормов и зернофуража и как кормовой севооборот дополняет прифермские и сено-косно-пастбищные севообороты.

Травянопропашные севообороты используют как полевые на орошаемых землях южных районов страны для производства зерна, технических культур, кормов: 1-2 - люцерна, 3- сахарная свекла, 4- кукуруза на зерно, 5- зернобобо-

вые, 6- сахарная свекла, 7-ячмень с подсевом люцерны. На торфяно-болотных почвах юго-западной части Нечерноземной зоны применяют такой травяно-пропашной севооборот: 1-3- многолетние травы, 4-озимые, 5-сахарная свекла, 6-картофель, 7-кукуруза, 8-кукуруза и зернобобовые, 9- однолетние травы с подсевом многолетних трав.

На овощных плантациях распространены специальные овоще-кормовые севообороты с двухлетним использованием многолетних трав: 1-2 - многолетние травы, 3 - капуста, 4 - томат, 5-огурец, 6-лук, 7-столовые корнеплоды, - однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Пропашным называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами пропашных культур. Это наиболее интенсивный вид севооборота, и при высокой степени его насыщения пропашными культурами они следуют друг за другом в течение нескольких лет подряд. Однако из-за их видовых различий можно избежать негативных явлений, которые обычно возникают при повторном и бессменном возделывании одного и того же вида пропашной культуры.

В конце XIX - начале XX в. пропашные севообороты появились в отдельных хозяйствах России, которые специализировались на производстве фабричной сахарной свеклы, заводского картофеля, овощей, хлопчатника.

Полевые пропашные севообороты в настоящее время используют, прежде всего, в районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях. Например, в Центральном районе Краснодарского края применяют такой полевой севооборот: 1 - кукуруза на зерно, 2-подсолнечник, 3-зернобобовые, 4-озимая пшеница, 5 -сахарная свекла, 6 - кукуруза на зерно, 7- кукуруза на силос, свозимая пшеница, 9-сахарная свекла, 10- озимый ячмень с пожнивным посевом кукурузы.

На орошаемых землях Юго-Востока, Северного Кавказа, других южных районов большинство овощных севооборотов является пропашными. В Нечерноземной зоне, в увлажненных районах лесостепной зоны кормовые прифермские севообороты имеют короткую ротацию, в которой преобладают пропашные культуры: 1 - однолетние травы, 2 - кормовые корнеплоды и картофель, 3 - кукуруза на силос, 4 - подсолнечник на силос.

Существенным недостатком пропашных севооборотов является их незащищенность от водной эрозии. Поэтому их следует размещать на равнинных или со слабым уклоном землях с использованием почвозащитной технологии возделывания пропашных культур. Сидеральным называется севооборот, в котором одно или несколько полей отводят для выращивания сидеральных культур. Сидеральные севообороты используют на песчаных и супесчаных почвах, которые, например в Нечерноземной зоне, занимают около 30 % площади пашни. На таких почвах можно применять сидеральные севообороты со следующим чередованием: 1 - люпин на зеленое удобрение (сидерат), 2 - озимая рожь, 3 - картофель, 4 - овес. В южных районах Нечерноземной зоны удобрительный эффект основной сидеральной культуры может быть усилен пожнивной сидерацией в сочетании с использованием соломы: - люпин однолетний на зеленое удобрение, 2 - озимая рожь, 3 - картофель, 4 - однолетние травы на корм, 5-озимая рожь + пожнивный сидерат (горчица белая, рапс и др.) с удобрением со-

ломой, 6- кукуруза на силос, 7-овес.

Кроме однолетнего люпина в качестве сидеральной культуры можно использовать сераделлу, донник, клевер, многолетний люпин, другие бобовые культуры, а также горчицу белую, рапс, масличную редьку и другие растения семейства капустных.

В дополнение к основным посевам указанные сидераты выращивают и как промежуточные культуры, что имеет большое экономическое значение.

### **Принципы построения севооборотов**

В основу разработки схем полевых, кормовых и специальных севооборотов положены следующие принципы их построения.

*Принцип адаптивности.* Предусматривает соответствие культур, возделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим условиям и перспективной структуре посевных площадей конкретного хозяйства.

*Принцип биологической и хозяйственно-экономической целесообразности.* Определяет возможность использования в севообороте озимых или яровых форм зерновых культур, чистого или занятого пара, чистых или смешанных посевов однолетних или многолетних трав, беспокровного или подпокровного посева, выводных полей, посевов промежуточных, сидеральных культур и т.д.

*Принцип плодосменности.* Предполагает ежегодную смену культур из разных хозяйственно-биологических групп, существенно различающихся по биологии и технологии возделывания. Реализация этого принципа наиболее эффективна в плодосменных севооборотах со следующей структурой посевных площадей: зерновые культуры - 50%, бобовые - 25 %, пропашные - 25%.

*Принцип периодичности.* Предусматривает необходимость соблюдения времени возврата одной и той же культуры на прежнее место возделывания. Для большинства культур этот период не превышает 2-3 лет, но у некоторых он достигает 5-7 лет (зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес); просо, гречиха; кукуруза; зерновые бобовые (горох, вика, чина); люпин; картофель; сахарная свекла; лен-долгунец; подсолнечник; многолетние травы; кормовые, корнеплоды; табак; рапс).

*Принцип совместимости и самосовместимости.* Определяет возможность использования для основных культур предшественников одной и той же хозяйственно-биологической группы или повторных их посевов. Например, посев яровых зерновых после озимых или после яровой зерновой культуры другого вида, ячмень после яровой пшеницы или после овса и т.д., а также повторные посевы озимой или яровой пшеницы после чистого пара, повторные посевы кукурузы, картофеля, риса в особых условиях агротехники. Этот принцип не допускает размещения культур одного семейства друг после друга.

*Принцип уплотненного использования пашни.* Предполагает включение в севообороты посевов промежуточных культур с целью увеличения коэффициента использования пашни. Реализуется в условиях интенсивного земледелия в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях для организации зеленого конвейера и сидерации. В южных районах возможно получение двух полноценных урожаев зерна, клубнеплодов и другой продукции.

*Принцип специализации.* Предусматривает возможность предельного научно обоснованного насыщения севооборота одной или несколькими культурами из одной хозяйственно-биологической группы. Реализуется в условиях интенсивного земледелия для построения специализированных зерновых, свекловичных, картофельных и других севооборотов.

Все принципы построения севооборотов тесно взаимосвязаны друг с другом и подчинены разработке правильной научно обоснованной схемы чередования культур, отвечающей основным задачам конкретного хозяйства или его подразделения по производству сельскохозяйственной продукции и повышению плодородия почвы при минимальных затратах труда и средств производства.

При построении всех типов и видов севооборотов необходимо хорошее знание лучших предшественников для основных сельскохозяйственных культур, возможностей их использования на почвах с разным плодородием в конкретных климатических условиях и в зависимости от уровня обеспечения земледелия средствами производства: удобрениями, техникой, семенами, препаратами для защиты растений и др.

В нашей стране разработаны научно обоснованные рекомендации сельскохозяйственному производству по построению севооборотов. Перечень предшественников основных культур приведен в порядке убывания их ценности - от лучших к удовлетворительным. Но в зависимости от зональных условий, уровня интенсификации земледелия ценность предшественников может меняться.

При выборе лучших предшественников, следуя принципу периодичности, учитывают период возврата сельскохозяйственных культур на прежнее место выращивания.

На связных почвах центральных областей Нечерноземной зоны в пригородных хозяйствах применяют 3-4-5-польные прифермские пропашные севообороты: 1 - кукуруза на силос, 2- кормовые корнеплоды, 3- силосные ранние, 4- озимые зерновые; 1-2 - кукуруза, 3- кормовые корнеплоды; 1 - однолетние травы с подсевом клевера, 2- клевер, 3 - картофель, 4- кормовые корнеплоды, 5 - кукуруза на силос. На легких почвах этого региона используют такой прифермский севооборот: 1 - кукуруза на зеленый корм или силос + озимые промежуточные культуры на зеленый корм, 2 - люпин на зеленый корм, 3-кормовые корнеплоды и картофель, 4- зернофуражные.

В пропашных прифермских севооборотах удельный вес пропашных культур обычно более 50 %.

Применение травянопропашных прифермских севооборотов требует также правильного использования пласта многолетних трав под пропашные культуры. Оптимальным является размещение после многолетних трав кукурузы и других силосных культур, которые хорошо потребляют азот, накопленный бобовым предшественником, и не полегают. По обороту пласта лучше размещать кормовые корнеплоды, картофель. Пласт многолетних трав хорошо используют кормовые культуры из семейства капустных: рапс, кормовая капуста, турнепс, брюква и др.

Травяной период прифермского травянопропашного севооборота часто

используют для организации временных пастбищ. С этой целью период выращивания многолетних трав увеличивают до 3-4 лет и, начиная со второй половины второго года пользования, посеvy многолетних трав используют для выпаса скота.

Можно построить чередование травянопропашного севооборота с увеличенным травяным периодом: 1 - однолетние травы на корм с подсевом сложных смесей многолетних трав, 2-5- многолетние травы, 6- кукуруза на силос, 7- кормовые корнеплоды.

Такие севообороты используют в животноводческих хозяйствах молочного направления при стойлово-пастбищном содержании скота.

Для организации зеленого конвейера и получения травяной муки в свинооткормочных и других хозяйствах применяют кормовые севообороты с посевами промежуточных культур.

Часто в прифермских севооборотах целесообразно использование хорошего действия и последствия пласта многолетних трав, пропашных для получения высоких урожаев зернофуражных и других зерновых культур. В этом случае изменяется структура посевных площадей, и травянопропашные севообороты преобразуются в зернотравянопропашные со всеми признаками плодосмена и с удлинением ротации до 8 лет: 1-2 - многолетние травы, 3 - озимые зерновые, 4 - кукуруза на силос, 5 - яровые зерновые, 6 - кормовые корнеплоды и картофель, 7-яровые зерновые, 8-однолетние травы на корм с подсевом многолетних трав или 1-2 - многолетние травы, 3- кукуруза на силос, 4-картофель и кормовые корнеплоды, 5- яровые зерновые, 6- кукуруза на силос, 7- яровые зерновые, 8- однолетние травы на корм с подсевом многолетних трав.

Зернопропашные прифермские севообороты обычно имеют короткую ротацию, при которой кормовые пропашные и зерновые культуры занимают примерно одинаковую площадь и чередуются друг с другом. Например: 1 - кукуруза на силос, 2 - зерновые, 3 - кормовые корнеплоды и картофель, 4 - зерновые. В зернопропашных севооборотах нет многолетних трав, но могут быть однолетние травы или зерновые бобовые как предшественники озимых зерновых культур: 1 - однолетние травы или зернобобовые, 2 - озимые зерновые, 3-4- кукуруза на силос, 5- яровые зерновые, 6- кормовые корнеплоды и картофель.

Сенокосно-пастбищный подтип кормовых севооборотов предназначен для производства сена и зеленого пастбищного корма. Его основа - посеvy многолетних трав длительного использования, которые преобладают в структуре посевных площадей травопольного или многопольно-травяного севооборота. Простейший пример такого севооборота: 1-7- многолетние травы, 8- однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Сенокосно-пастбищные севообороты дополняют прифермские. Их размещают на луговых угодьях в поймах рек, на осушенных болотах, а также на нижней части склонов пахотных земель при создании культурных лугов и пастбищ.

Для длительного использования в сенокосно-пастбищных севооборотах эффективны сложные (многокомпонентные) смеси многолетних бобовых и злаковых трав (из 4-5 и более видов). Состав смесей определяется из числа районированных сортов с учетом их урожайности, пригодности для сенокосного и

пастбищного использования и качества кормовой продукции.

В первые два года жизни многолетние травы имеют еще недостаточно плотную дернину и существует опасность их вытаптывания скотом. Поэтому в это время их используют как сенокосы для заготовки сена, сенажа, травяной муки и только с третьего года жизни - под пастбище. С этой целью в сенокосно-пастбищных севооборотах ежегодно выделяют несколько полей с многолетними травами, которые используют как переменные пастбища краткосрочного пользования - от 2 до 5 лет.

Таким образом, сенокосно-пастбищное использование многолетней травы длится 4-7 лет. За это время на поле образуется мощная дернина, под воздействием многолетних трав улучшается структура почвы, увеличиваются запасы органического и питательных веществ в почве, улучшаются другие показатели ее плодородия. Но анаэробные условия в уплотненной почве, физиологическое старение многолетних трав приводят к изреживанию и ухудшению состава травостоя, в котором с каждым годом увеличивается число сорных растений.

Поэтому через 4-7 лет использования многолетних трав поле распахивают и в течение нескольких лет на нем возделывают однолетние культуры.

Таким образом, ротацию сенокосно-пастбищного севооборота можно разделить на два периода - луговой и полевой. В луговой период поле занимают многолетними травами, в полевой период - однолетними культурами. Продолжительность лугового периода 3-7 лет, полевого - 2-4 года.

В качестве однолетних культур в таких севооборотах можно возделывать полевые, кормовые и технические культуры. На прилегающих к фермам полях это могут быть кукуруза на силос, кормовые корнеплоды, однолетние травы, на отдаленных полях - зерновые культуры, однолетние травы, лен-долгунец. В первом случае может быть следующее чередование: 1-7- многолетние травы, 8- кукуруза на силос, 9- кормовые корнеплоды, 10- однолетние травы с подсевом многолетних трав. Для отдаленных массивов и на эрозионно опасных землях пригоден другой вариант лугопастбищного севооборота: 1-7- многолетние травы, 8- озимые зерновые, 9 - лен-долгунец и яровые зерновые, 10- однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Оценку кормовых севооборотов проводят по выходу с 1 га пашни кормовых единиц, сырого протеина, особенно ценных аминокислот, каротина и других витаминов при одновременном определении себестоимости одной кормовой или кормопротеиновой единицы.

При наличии в кормовых севооборотах зерновых, технических и других культур проводят общую денежную оценку продукции в среднем с 1 га площади пашни по ценам, сложившимся на данный момент на рынках сбыта. Такая оценка может быть дополнена энергетической оценкой по затратам энергии на единицу продукции.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите классификацию севооборотов?
2. Дайте определение полевому севообороту?
3. На какие два подтипа подразделяются полевые севообороты?

4. Что такое «специализированный севооборот»?
5. Как называется севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов?
6. В чем заключается сущность прифермерских севооборотов?
7. Опишите зернопропашной севооборот?
8. Дайте определение и краткую характеристику плодосменного севооборота?
9. Назовите основные принципы построения севооборотов?
10. Опишите продуктивность прифермерских севооборотов?

### **5.3. Введение и освоение севооборотов. Организация территории с учетом агропроизводственной группировки почв. Составление ротационных таблиц**

Введение и освоение севооборотов проходит через два этапа.

Первый этап - введение севооборота проводится в порядке землеустройства и включает в себя организационно-хозяйственные, агротехнические и землеустроительные мероприятия. В каждом хозяйстве разрабатывается перспективный план развития хозяйства с учетом его специализации. При этом предусматривается полное использование сельскохозяйственных угодий с тем, чтобы получить наибольший выход сельскохозяйственной продукции с единицы площади при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции.

При составлении перспективного плана определяется рациональная структура посевных площадей применительно к природным и экономическим условиям хозяйства, разрабатывается система правильных полевых, кормовых и специальных севооборотов с соответствующим в них соотношением культур. Определяется количество полей в севообороте, их размер и научно обоснованное чередование культурных растений.

При установлении структуры посевных площадей исходят из задач перспективного плана развития хозяйства, выполнения заданий по государственным закупкам сельскохозяйственных продуктов и полного удовлетворения потребностей хозяйства в необходимых продуктах, семенном материале, создании прочной кормовой базы для животноводства. При разработке севооборотов также учитываются трудовые ресурсы и степень механизации производственных процессов в хозяйстве.

При установлении числа севооборотов для хозяйства принимаются во внимание местоположение населенных пунктов, количество бригад и животноводческих ферм и их расположение, естественные границы земельных массивов и других условий.

Севообороты вводят с учетом типа почв и почвенных разностей, рельефа местности, окультуренности полей, биологических особенностей культур, их отношений к внешним условиям. Перед началом работ по составлению проекта системы севооборотов производят детальное обследование состояния и использования сельскохозяйственных угодий хозяйства. Одновременно с проектированием системы севооборотов разрабатывают агротехнику каждой культуры и комплекс необходимых агротехнических мероприятий для повышения плодо-

родия почвы и непрерывного роста урожаев сельскохозяйственных культур.

Принятая система чередования культур должна сопровождаться соответствующей системой обработки почвы и сочетаться с рациональной системой удобрений в севообороте.

После установления количества различных типов и видов севооборотов их переносят в натуру в порядке землеустройства. При проектировании севооборотов следует стремиться, чтобы каждое поле представляло единый и однородный массив с правильной конфигурацией, по возможности прямоугольной формы, для лучшего использования сложной сельскохозяйственной техники. В засушливых районах при проектировании границ полей намечают также посадки полезащитных лесных насаждений, а в районах, подверженных эрозии - почвозащитные лесные насаждения.

При наличии в хозяйстве почв, резко различающихся по плодородию, нередко вводят несколько видов севооборотов с различной структурой посевных площадей применительно к отдельным почвенным разностям или на группе сходных почв. Например, на песчаных почвах вводят севооборот с одним составом культур, а на глинистых или тяжелосуглинистых - севообороты с иным составом культур.

При разработке и внедрении севооборотов широко используют почвенные карты и данные почвенных обследований, предшествующих землеустройству.

Второй этап - освоение севооборотов продолжается от двух до трех-четырех лет для полевых севооборотов и несколько больше для некоторых специальных севооборотов.

Севооборот считается освоенным, если запланированные культуры занимают соответствующие площади и размещены после предшественников в соответствии с принятым планом чередования культур при одновременном внедрении высокой агротехники.

Вынужденные и целесообразные замены одной культуры другой, не нарушающие основного принципа чередования культур, не ведущие к снижению плодородия почвы и распространению на полях сорной растительности, не являются нарушением севооборота. Например, при гибели озимых замену их яровыми зерновыми или при гибели клевера замену его вико-овсяной смесью нельзя считать нарушением севооборота.

Для освоения севооборотов в первую очередь необходимо выполнить следующее: 1) ликвидировать пестрополье в полях севооборота; 2) размещать посевы строго в границах каждого поля; 3) использовать под посевы или под чистые пары земли, включенные в поля севооборота, например перелог, выгоны или залежные земли; 4) в соответствии с принятым чередованием культур размещать посевы после установленных для них предшественников; 5) внедрять высокую агротехнику во всех полях севооборота, 6) в сочетании с правильным чередованием культур вносить нужное количество удобрений. При освоении севооборотов разрабатываются планы перехода к новым севооборотам и агрообоснование к ним.

**Организация территории с учетом агропроизводственной группировки почв.** Агропроизводственная группировка почв - это объединение отдель-

ных контуров видов и разновидностей почв в большие группы (массивы) с близкими агрономическим свойствам и уровню плодородия, для которых можно предложить одинаковое сельскохозяйственное использование и относительно одинаковые приемы агротехники, меры повышения плодородия. По масштабу обобщения агропроизводственные группировки почв бывают общегосударственными, региональными и хозяйственными. Общегосударственные агропроизводственные группировки почв составляют для учета площадей почв по угодьям, группы выделяют по единству генетических особенностей и агрономическим показателям почвы, учитывая зональные и провинциальные условия. Региональные группировки проводятся для областей, районов и используются для рационального размещения посевов сельскохозяйственных культур, разработки систем земледелия, распределения удобрений, химических мелиорантов, пестицидов и др. Хозяйственные группировки состоят для государственных, коллективных, сельскохозяйственных и фермерских хозяйств на основе обобщения и интерпретации материалов почвенных обследований. Агрочувствительные группировки являются обязательным, завершающим этапом крупномасштабного обследования почв каждого хозяйства. Его материалы являются производственным документом, необходимым для практической деятельности агроперсоналу, что позволяет рационально использовать почвы, земельные ресурсы хозяйства в целом, мелиоранты, удобрения, применять рациональную систему обработки, противоэрозионные мероприятия. Основная задача агропроизводственной группировки почв заключается в том, чтобы представить всю, порой слишком большое разнообразие генетических почвенных видов, различий и характеристик в виде небольшого, а по возможности наименьшего, числа индивидуализированных с агрономической точки зрения грунтовых групп. Это упрощает планы почв, делает их доступными для широких агрономических кругов и помогает в решении практических вопросов земледелия.

Различают комплексные (общие) и специализированные (специальные) агропроизводственные группировки почв. Наиболее распространены комплексные группировки, когда почвы объединяют по комплексу свойств, характеризующих их потенциальное плодородие и позволяют на разных масштабных уровнях определять пригодность почвенного покрова для выращивания тех или иных сельскохозяйственных культур, решать общие вопросы землеустройства и земледелия (устанавливать границы полей и сельскохозяйственных угодий, системы обработки почвы, применение удобрений и т.п.). При объединении почв в агрогрупп необходимо соблюдать двух главных принципов: Многочисленные грунтовые отмены необходимо свести в минимальное количество агропромышленных групп; выделены агрогрупп Должны существенно различаться между собой в агрономическом отношении.

В агропроизводственные группы объединяют близкие в производственном отношении грунтовые виды, принадлежащие к одному типу почвообразования, или близкие по стадиям развития в рамках данного типа. Различные виды дерново-подзолистых почв объединяют только с дерново-подзолистыми почвами, серых лесных - с серыми лесными, черноземов типичных - только с черноземами, которые не претерпела деградационных процессов (оподзолен-

ня, оглеения и др.). Нельзя объединить дерново-подзолистые почвы с черноземами или солонцеватыми почвами, потому что они различны как по генетическим, так и по агрономическим показателям.

В отдельных случаях допускается объединение видов, относящихся к различным генетическим подтипов и являются переходными между различными типами почв. Так, черноземы типичные допускается объединить с черноземами слабооподзоленными или со слабосмытыми, то есть когда признаки созданные вторым почвообразовательным процессом еще не получили четкого проявления и не влияют существенно на агрономические свойства почв. При агропроизводственной группировке в условиях проявления водной эрозии почв следует также учитывать и принципы контурно - мелиоративное организации территории (КМОТ).

Согласно концепции КМОТ все земли хозяйства подразделяют на эколого-технологические группы (по крутизне склонов, эродированности почв, наличия котловин и характера угодий, севооборотов, агротехники и т.д.): 0-3<sup>0</sup> - земли водоразделов и слабоположистых склонов, где внедряют зернопропашные севообороты с максимальным насыщения пропашным культурами; 3-7<sup>0</sup> - где практикуются почвозащитные зерно-травяные и травяно-зерновые севообороты с исключением пропашных; > 7<sup>0</sup> - средне-и сильноэродированных почвами, подлежащей сплошной заложены многолетней травами. Сильноэродированных расчленены овраги и промоинами склоны крутизной более 12<sup>0</sup> подлежат сплошное залесению. К одной агрогрупп объединяют только виды почв, близких по условиям залеганию и степени влияния на них почвообразовательного процесса. Например, слабо-, средне-и сильноподзолистые виды не могут войти в одну агропроизводственной группы, хотя они близки по генезису и относятся к одному почвенного типа. Степень их оподзоления настолько разный, что каждый из видов требует различных агротехнических и мелиоративных мероприятий. В данном случае можно объединить только слабо-и среднеоподзолистые или средне-и сильнооподзолистые виды. Объединить слабо-и сильнооподзолистые почвы нельзя. Оподзоленные почвы лесостепи (черноземы оподзоленные, темно-серые, серые, светло-серые лесные) можно объединить только в две агропроизводственные группы: черноземы оподзоленные и темно-серые, серые и светло-серые лесные почвы. Почвы первой агрогрупп менее оподзоленные, чем почвы второй, в меньшей степени кислые, содержат больше гумуса, кальция, преимущественно оструктурены, в меньшей степени нуждаются в известковании и в целом более плодородные. При использовании почв второй группы возникает потребность в повышении доз удобрений, пополнении запасов органического вещества, известковании и т.д.

Нельзя объединять в одну агрогруппу солончаковые и солонцеватые почвы. Сильно солонцеватые почвы и особенно солонцы бесструктурные обладают отрицательными технологическими свойствами и легко заплывают, образуют почвенную корку, вязкие и пластические во влажном и твердые и плотные в сухом состоянии. Корковые солонцы почти бесплодны. Слабо-и среднесолонцеватые почвы могут быть улучшены гипсованием, соответствующей агротехникой, внесением органических удобрений и фитомелиорацией.

**Составление ротационных таблиц.** Планом освоения севооборотов устанавливается чередование культур и площади посева на весь период освоения, который длится для полевых севооборотов 1-3 года, для кормовых с тремя и более полями многолетних трав - 4-5 лет.

Основной задачей переходного периода является выполнение и перевыполнение государственного плана-заказа, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, внедрение в производство достижений науки и передового опыта. План освоения севооборота составляется отдельно по годам до полного освоения севооборота.

С порядком составления плана освоения севооборота познакомимся на примере следующего севооборота: 1) пар вико-овсяный, 2) озимые, 3) картофель, 4) картофель ранний, 5) озимые, 6) картофель, 7) ячмень.

Работа выполняется в такой последовательности:

1. В план освоения севооборота заносят фактическое размещение культур в год, предшествующий освоению, и в год освоения севооборота с тем, чтобы было видно, по каким предшественникам размещались культуры (табл.9).

Таблица 9

План освоения полевого 7-польного севооборота

№ полей	Состав полей по угольям и площадь, га	Фактическое размещение культур				План размещения культур в годы освоения севооборота					
		в предыдущем году		в текущем году		первый год		второй год		третий год	
		культура	площадь, га	культура	площадь, га	культура	площадь, га	культура	площадь, га	культура	площадь, га
I	Пашня 117	Многолетние травы 1-го года пользования	72	Многолетние травы 2-го года пользования (озимые)	72	Озимые	117	Картофель	117	Картофель ранний (озимые)	117
		Ячмень	45	Вико-овсяная смесь (озимые)	45						
II	Пашня 120	Лен Озимая рожь	40 20	Ячмень с подсевом трав	40	Многолетние травы 1-го года пользования (озимые)	40	Озимые	120	Картофель	120
		Картофель	60	Лен	80	Картофель ранний (озимые)	80				
III	Пашня 115	Озимая пшеница	80	Картофель	100	Ячмень	100	Вико-овсяная смесь (озимые)	100	Озимые	115
		Картофель Ячмень с подсевом трав	20 15	Многолетние травы 1-го года пользования	15	Многолетние травы 2-го года пользования	15	Многолетние травы 2-го года пользования (озимые)	15		

№ полей	Состав полей по угольям и площадь, га	Фактическое размещение культур				План размещения культур в годы освоения севооборота					
		в предыдущем году		в текущем году		первый год		второй год		третий год	
		культура	площадь, га	культура	площадь, га	культура	площадь, га	культура	площадь, га	культура	площадь, га
IV	Пашня 118	Вико-овсяная смесь Овес	74 44	Озимые Вико-овсяная смесь (озимые)	74 44	Картофель Озимые	74 44	Ячмень	118	Вико-овсяная смесь (озимые)	118
V	Пашня 92 Залежь 25	Многолетние травы 2-го года пользования Залежь	92 25	Озимые Ячмень с подсевом трав	92 25	Картофель ранний (озимые) Многолетние травы 1-го года пользования (озимые)	92 25	Озимые	117	Картофель	117
VI	Пашня 119	Многолетние травы 1-го года пользования	119	Многолетние травы 2-го года пользования (озимые)	119	Озимые	119	Картофель	119	Ячмень	119
VII	Пашня 115	Ячмень с подсевом трав	115	Многолетние травы 1-го года пользования	115	Картофель	115	Картофель ранний (озимые)	115	Озимые	115

2. Намечают площади освоения новых земель, если такие земли входят в севооборот. В данном примере на первый год освоения севооборота таких площадей нет.

3. В соответствующие графы плана перехода заносят те культуры, которые посеяны в прошлые годы, но убирать их будут в данном году. К таким культурам относятся многолетние травы, озимые хлеба и некоторые другие многолетние растения (переходящие культуры).

В нашем примере такие записи на первый год освоения севооборота следует сделать в I, II, IV, V, VI полях. Чтобы избежать путаницы с размещением озимых в годы перехода, целесообразно посева озимых данного года (переходящая культура) указывать в скобках, а предшественник (озимые)-без скобок. Например, запись на текущий год в IV поле свидетельствует, что 74 га в этом поле были заняты озимыми культурами и в первый год освоения эта площадь может быть использована под яровую культуру. Остальная часть поля (44 га) в текущем году была занята вико-овсяной смесью, а осенью на этой площади посеяли озимые, которые будут убираться в первый год освоения севооборота.

Сделав соответствующие записи, подсчитаем, что в первый год освоения под многолетними травами 1-го года пользования будет занято 65 га. Согласно новой структуре посевных площадей, в новом севообороте не предусматривается возделывание многолетних трав. Следовательно, с площадей, занятых многолетними травами 1-го года пользования в первый год освоения урожай можно использовать на сено, сенаж, силос или зеленый корм с тем, чтобы на этой площади посеять озимые. Причем остальную площадь целесообразно занять такой культурой, которая рано освобождает поле.

В дальнейшем это поле можно будет использовать под озимые. Например, в V поле 92 га можно занять картофелем ранним, а во II поле 60 га - вико-овсяной смесью или картофелем ранним.

Согласно схеме севооборота, под зерновыми культурами должно быть использовано 351 га. В первом году перехода озимые занимают 280 га, следовательно, под яровые зерновые следует занять всего 71 га. Целесообразно разместить ячмень в III поле, заняв 100 га пашни после картофеля. VII поле можно целиком занять картофелем.

Подводя итоги первого года освоения севооборота, можно сделать вывод, что зерновыми культурами и картофелем занято больше пашни, чем это предусматривалось новым севооборотом. В то же время под вико-овсяную смесь выделено площади меньше плана. Следовательно, возможный недостаток в сочных кормах следует восполнить за счет картофеля, естественных сенокосов и пастбищ, повышения урожайности многолетних трав, а также за счет концентрированных кормов собственного производства.

План размещения культур на второй год освоения составляется в аналогичной для первого года последовательности.

Талица 10

Ротационная таблица полевого 7-польного севооборота

№ полей	Годы ротации						
	первый	второй	третий	четвертый	пятый	шестой	седьмой
I	Картофель ранний (озимые)	Озимые	Картофель	Ячмень	Вико-овсяная смесь (озимые)	Озимые	Картофель
II	Картофель	Картофель ранний (озимые)	Озимые	Картофель	Ячмень	Вико-овсяная смесь (озимые)	Озимые
III	Озимые	Картофель	Картофель ранний (озимые)	Озимые	Картофель	Ячмень	Вико-овсяная смесь (озимые)
IV	Вико-овсяная смесь (озимые)	Озимые	Картофель	Картофель ранний (озимые)	Озимые	Картофель	Ячмень
V	Картофель	Ячмень	Вико-овсяная смесь (озимые)	Озимые	Картофель	Картофель ранний (озимые)	Озимые
VI	Ячмень	Вико-овсяная смесь (озимые)	Озимые	Картофель	Картофель ранний (озимые)	Озимые	Картофель
VII	Озимые	Картофель	Ячмень	Вико-овсяная смесь (озимые)	Озимые	Картофель	Картофель ранний (озимые)

1. В соответствующие графы записывают переходящие культуры (озимые во II и III полях).....

2. Три поля (I, VI, VII) заняты культурами согласно схеме нового севооборота. Следовательно, для этих полей переходный период можно считать законченным и чередование культур осуществлять по новой схеме севооборота.

3. IV поле можно целиком занять ячменем, а III вико-овсяной смесью и многолетними травами 3-го года пользования.

Итак, переход к новому севообороту завершен в три года. В принципе можно считать переход завершенным в два года, так как ведущие культуры заняли свои места и размещены по лучшим предшественникам, а 15 га многолетних трав (поле III) вряд ли окажут существенное влияние на экономику хозяй-

ства даже в том случае, если их распахать и поле занять целиком вико-овсяной смесью.

После освоения севооборота смена культур в дальнейшем на каждом поле осуществляется в соответствии с установленным чередованием, причем год освоения севооборота считается первым годом первой ротации севооборота. Продолжив переходный план еще на 6 лет, получим ротационную таблицу, которая показывает чередование культур в пространстве (по полям) и во времени.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте краткую характеристику первому этапу введения севооборота?
2. Опишите второй этап освоения севооборота?
3. Что такое «агропроизводственная группировка почв»?
4. Назовите основные агропроизводственные группировки почв?
5. Для каких целей составляют ротационные таблицы?

## **ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ**

### **6.1. Научные основы обработки почвы. Механическая обработка почвы как метод воспроизводства плодородия и обеспечение культурных растений оптимальными условиями жизни. Задачи обработки почвы. Технологические операции. Физико-механические свойства почвы, их влияние на качество обработки**

По мнению известного российского ученого П.А. Костычева - главной задачей обработки почвы является создание благоприятной ее структуры. Он считал, что глубина обработки занимает главное место в системе возделывания сельскохозяйственных культур. Однако, вопрос о глубине обработки почвы всегда был и остается актуальным и наиболее спорным.

О преимуществе глубокой обработки почвы указывали русские ученые А.Т. Болотов, А.В. Советов и И.А. Стебут. Они считали, что почва должна быть обработана на такую глубину, которая бы удовлетворяла растения всеми почвенными ресурсами.

Теория обработки почвы в первой половине XX века развивалась по направлению классической пахоты. Академик В.Р. Вильямс считал, что за период вегетации происходит изменение пахотного слоя. Чтобы придать почве прочнокомковатую структуру, необходимо поднять на ее поверхность почву из ниже лежащего горизонта, не смешивая его с верхним бесструктурным слоем.

Идеи о мелких обработках почвы зарождались еще в девятнадцатом веке. Впервые мелкое поверхностное рыхление вместо вспашки предложил русский ученый И.Е. Овсинский (1900). Им была разработана новая система обработки почвы, которая включала в себя поверхностную обработку почвы и полосно-рядовой посев.

Попытки замены вспашки поверхностной обработкой почвы были во Франции, Англии, США, Германии и в других странах. Американский фермер

Э. Фолкнер говорил о целесообразности использования обработок почвы без оборота пласта, которые обеспечивают благоприятные водный и питательный режимы почвы.

Народный академик, известный в России полевод Т.С. Мальцев предложил заменить вспашку поверхностным рыхлением, которая сохраняет влагу, заделывает на оптимальную глубину семена сорняков и провоцирует их рост, активизирует биологические процессы. По его мнению, в севообороте нужно чередовать поверхностные обработки почвы с глубокой вспашкой с периодичностью 1 раз в 4-5 лет. Предложенная система обработки почвы прошла проверку во всех зонах нашей страны и получила разнообразную оценку. Эту систему начали активно внедрять в Зауралье, в Центрально-Черноземной зоне и на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной полосы.

В засушливых зонах России многие ученые рекомендуют проводить поверхностные обработки почвы дисковыми орудиями. По мнению академиков Т.С. Мальцева и А.И. Бараева, минимальные обработки почвы по сравнению с отвальными сдерживают процесс минерализации органического вещества.

В настоящее время повсеместно и широко внедряется безотвальная система, отвергающая вспашку. Она предусматривает рыхление на глубину пахотного слоя с сохранением на поверхности поля пожнивных остатков с целью защиты почвы от эрозии и борьбы с засухой.

В отдельных сельскохозяйственных предприятиях внедряется система NO-TILL. Этот термин используется в Северной Америке, а в Англии - «нулевая обработка». Данная технология предусматривает посев культур в мульчированную (покрытую) пожнивными остатками почву специальными почвообрабатывающими - посевными агрегатами. Это технология берегающего земледелия, при которой отсутствует какая-либо обработка почвы.

Внедрение нулевой обработки должно предусматривать:

- уничтожение многолетних злаковых и двудольных сорняков при помощи раундапа и других глифосатсодержащих гербицидов с нормами их расхода 6-8 л/га;

- выравнивание поверхности обрабатываемых площадей;
- разуплотнение подпахотного горизонта с использованием биологических и механических приемов.

Повышению эффективности нулевой обработки будут способствовать:

- создание из всех растительных остатков равномерного мульчирующего слоя (мульчи), которая обеспечивает сохранение влаги и защиту почвы от перегрева в жару;

- строгое соблюдение технологии возделывания культур от обработки почвы до уборки урожая;

- сохранение пожнивных и стерневых остатков для защиты почвы от ветровой и водной эрозии;

- чередование культур в севообороте для избегания почвоутомления.

В хозяйствах, выращивающих картофель и другие пропашные культуры, с целью улучшения агрофизических свойств почвы и их фитосанитарного со-

стояния используется **комбинированная разноглубинная система**, предусматривающая сочетание отвальной вспашки и безотвальной обработки почвы.

Нецелесообразно применять минимальную обработку почвы:

- на суглинистых и глинистых полугидроморфных почвах, приуроченных к выравненным территориям (будет происходить заболачивание);
- почвах с содержанием водопрочных агрегатов менее 40%;
- склоновых участках, подверженных водной эрозией, из-за усиления поверхностного стока воды. На этих участках следует проводить залужение многолетними травами.

Все эти проблемные вопросы современного земледелия требуют особого осмысления и изучения с учетом специфики почвенно-климатических условий возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры. Поиск оптимальных способов механической обработки почвы, направленных на улучшение почвенных режимов, благоприятно сказывающихся на росте, развитии и продуктивности культурных растений, осуществляется на протяжении всей истории земледельческой науки и практики.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что должно предусматривать внедрение нулевой обработки?
2. Каковы основные задачи обработки почвы?

## **6.2. Приемы основной обработки почвы, агротребования. Специальные приемы основной обработки почвы: фрезерование, вспашка плантажным плугом, двух- и трехъярусная вспашка. Орудия для основной обработки почвы**

Под обработкой понимают механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в целях создания оптимальных почвенных условий для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии. Обработка почвы - основное агротехническое средство регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов и, главное, поддержания хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов. Качественно обрабатывая почву, мы повышаем эффективное плодородие и урожайность культур.

Основные задачи системы обработки почвы в современном земледелии следующие:

1. полное уничтожение растущих сорняков, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижение потенциальной засоренности, улучшение общей фитосанитарной обстановки в полях севооборота;
2. повышение противоэрозионной устойчивости почвы и защита ее от эрозии;
3. заделка и равномерное распределение в почве растительных остатков и удобрений;
4. придание наилучшего строения и структурного состояния посевному слою почвы с целью размещения семян на установленную глубину, создание

условий для высокопроизводительного использования почвообрабатывающих и уборочных машин.

*Способы и приемы обработки почвы.* Для создания оптимальных условий жизни растений используют различные способы и приемы обработки почвы.

Способ обработки почвы - это механическое воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на плотность сложения и расположение генетических и разнокачественных по плодородию горизонтов обрабатываемого слоя почвы. Различают отвальный, безотвальный, роторный и комбинированный способы обработки почвы.

Отвальный способ предусматривает обработку отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных по плодородию слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением, перемешиванием, подрезанием и заделкой растительных остатков и удобрений в почву.

Безотвальный способ предусматривает обработку безотвальными почвообрабатывающими орудиями и машинами без изменения расположения разнокачественных по плодородию слоев и генетических горизонтов с целью рыхления или уплотнения, подрезания сорняков и сохранения растительных остатков на поверхности почвы.

Роторный способ предусматривает обработку вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин для устранения дифференциации обрабатываемого слоя по плотности его сложения и плодородию активным крошением и перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием однородного слоя.

Комбинированные способы включают обработку комбинированными и обычными почвообрабатывающими орудиями и машинами, обеспечивающими различное сочетание по горизонтам и слоям, а также по срокам осуществления отвального, безотвального и роторного способов обработки почвы.

Способы обработки почвы применяют для повышения эффективного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. При этом учитывают климатические условия, тип почвы и степень ее окультуренности, требования возделываемых культур.

Прием обработки почвы - однократное механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий тем или иным способом для выполнения одной или нескольких технологических операций на определенную глубину.

По глубине обработки выделяют приемы основной, поверхностной и специальной обработки почвы.

Под основной обработкой понимают наиболее глубокую обработку почвы, существенно изменяющую ее сложение под определенную культуру севооборота. К основной обработке относят вспашку и глубокое рыхление.

Поверхностная обработка - это обработка почвы различными орудиями на глубину, не превышающую 12... 14 см. Сюда относят лущение, культивацию, боронование, прикатывание, шлейфование, малование.

Самым важным и трудоемким приемом основной обработки почвы является вспашка

*Вспашка.* Это основной технологический прием обработки почвы. Вспашка предназначена для рыхления и оборота пласта почвы. Рыхление облегчает доступ воздуха, воды и питательных веществ к корням растений, способствует накоплению и сохранению влаги в пахотном слое, помогает корневой системе лучше развиваться, усиливает жизнедеятельность полезных микроорганизмов. При обороте пласта верхний, потерявший структуру слой укладывается на дно борозды, а нижний, комковатый слой поднимается наверх, в почву заделываются дернина, остатки культурных растений, сорняки и их семена, вредители растений, а также удобрения.

Выделяют следующие основные виды пахоты: полный оборот пласта на  $180^{\circ}$ , вспашка с взметом пласта и культурная вспашка.

*Полный оборот пласта* применяется при освоении новых и задерненных участков и выполняется специальными плугами с винтовыми и полувинтовыми отвалами. При обороте задерненная часть пласта полностью переворачивается и укладывается на дно борозды.

*Вспашка со взметом пласта* означает неполное опрокидывание пласта почвы и его постановки на  $135^{\circ}$  на ребро. Такая пахота ведется плугами общего назначения без предплужника при перепашке пара, зяби и запашке навоза.

*Культурная вспашка* наиболее полно удовлетворяет требованиям агротехники. Она применяется для обработки старопахотных земель и является самым распространенным приемом основной обработки почвы. Выполняют ее плугами общего назначения, оснащенными предплужниками. При культурной вспашке в верхнем слое почвы сначала предплужником вырезается тонкий слой пласта на  $2/3$  ширины основного пласта и сбрасывается в борозду, а затем вырезается остальная часть основного пласта, которая при этом оборачивается на  $130... 150^{\circ}$  и накрывает ранее вырезанную тонкую часть пласта.

Агрономической наукой выработаны жесткие агротехнические требования к вспашке. При выполнении пахоты необходимо соблюдать заданную глубину обработки, отклонение допускается не более 1 см на ровном поле и  $\pm 2$  см на неровном. Размеры поперечного сечения пластов должны быть одинаковыми, а их оборот - полным и с качественной заделкой сорняков, жнивья и внесенных на поверхность удобрений. Поверхность пашни должна быть слитной, а при зяблевой вспашке - слегка гребнистой. Необходимо, чтобы пахотный агрегат двигался прямолинейно и не оставлял огрехов. Высота свального гребня должна быть не более 70 мм, а глубина развальной борозды - не более половины глубины вспашки. При больших неровностях рельефа поля пахоту ведут поперек склона.

*Специальные приемы основной обработки почвы.* К специальным приемам относятся двухъярусная обработка почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части или перемещением верхнего слоя на место нижнего с помощью плугов типа ПНЯ-4-40; трехъярусная обработка почвы на глубину до 50 см с частичным или полным перемещением слоев: гумусный слой остается на поверхности, а подзолистый и иллюви-

альный меняются местами с помощью плугов ПТН-3-40; обработка почвы плантажными плугами с предплужниками на глубину 40 см для создания слоистого профиля при окультуривании песчаных и супесчаных почв; щелевание почвы, обеспечивающее глубокое (до 60 см) ее прорезание для перевода поверхностного стока во внутренний с целью накопления влаги и защиты почвы от водной эрозии с помощью щелевателей ЩН-4; кротование переувлажненных и склоновых земель для отвода избытка воды по дренам - кротовинам, создаваемых с помощью щелереза-кротователя ЩН-2-140 на глубине 40 -50 см.

Фрезерование почвы, рыхление, крошение и перемешивание почвы на глубину 20 - 25 см. В результате получается ровная, хорошо разрыхлённая поверхность. Ф. п. осуществляется прицепными или навесными фрезами типа ФБН-0,9, ФБН-1,5, КФГ-3,6 и др. По принципу фрезерования могут работать роторные плуги типа РП 2,7, которые применяют для разделки осушенных болот и заболоченных земель, на задернелых и закороченных лугах и пастбищах при их улучшении, в овощеводстве и цветоводстве для обработки почвы в теплицах, парниках, на припарниковых участках, в питомниках и др.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что понимается под обработкой почвы?
2. Каковы основные задачи системы обработки?
3. Дайте определение понятию «способ обработки почвы»?
4. Назовите основные виды обработки почвы и дайте краткую их характеристику?
5. Что такое «прием обработки почвы»?
6. Дайте краткую характеристику вспашки?
7. Назовите виды специальной обработки почвы?

### **6.3. Мелкая и поверхностная обработка почвы, агротребования.**

#### **Орудия поверхностной обработки почвы. Системы обработки почвы**

Мелкая и поверхностная обработка почвы выполняются очень многими приемами. Рассмотрим основные из них.

*Лушение* - при проведении этого приема почва рыхлится, крошится, перемешивается, подрезаются подземные части растений. Оборачивание почвы не такое полное, как при вспашке.

После лушения стерни на поверхности почвы образуется мелкокомковатый слой, уменьшающий испарение влаги, уничтожаются сорные растения. Однако при этом не все семена сорных растений удается уничтожить и значительная их часть прорастает. Но при последующей вспашке почвы эти всходы сорняков уничтожаются.

В настоящее время для лушения почвы используют лемешные и дисковые луцильники. Лемешные луцильники (плуги-луцильники) представляют собой уменьшенную копию отвального плуга без предплужников. Ширина захвата корпуса луцильника до 25 см, глубина обработки до 18 см. Для лучшей заделки растительных остатков корпуса луцильников имеют полувинтовую рабочую

(лемешноотвальную) поверхность. При лушении стерни и уходе за парами глубина обработки почвы луцильниками обычно составляет 8 - 12 см. Иногда они используются для вспашки легких почв с маломощным пахотным горизонтом.

Основным рабочим органом дисковых луцильников является сферический диск. Такая форма диска позволяет оборачивать пласт почвы. Диски собираются на оси в батарее. Ось свободно вращается в подшипниках (рис. 24). Из таких батарей (секций) составляется луцильный агрегат (луцильник). Луцильники имеют большую ширину захвата (от 5 до 20 м), так как лушение в большинстве случаев надо проводить быстро. Диски вращаются под действием сил реакции почвы, вызванных движением агрегата: поскольку диск сферический, с увеличением угла атаки (от 20 до - 350) растут общее сопротивление и вертикальная составляющая реакции почвы, заглубляющая диск. Поэтому чем больше угол атаки, тем глубже лушение и полнее оборот пласта. Когда угол атаки дисков меньше 20°, обрабатываемый пласт почвы практически не оборачивается и агрегат действует как дисковая борона.

*Культивация* предусматривает рыхление, крошение, частичное перемешивание почвы, подрезание корней растений, может проводиться для уничтожения сорняков на всем поле или в междурядьях растений, для рыхления почвы и выравнивания поверхности, для заделки удобрений, окучивания рядков растений и т. д. Культиваторы для сплошной обработки поля имеют различные рабочие органы. Стрельчатые плоскорежущие лапы предназначены в основном для подрезания корней растений, они слабо рыхлят почву.

Существует множество разновидностей лап культиваторов, которые могут совмещать детали разных их видов. Игольчатые диски-звездочки и штанга применяются в основном в зонах недостаточного увлажнения и в дефляционно опасных районах. Игольчатые диски стоят на ротационных мотыгах, при движении диски вращаются, иглы выдергивают молодые растения, рыхлят поверхностный слой, уничтожают корку. Штанговые культиваторы имеют рабочий орган, представляющий собой стержень-штангу квадратного сечения, которая движется вместе с агрегатом на глубине залегания корневищ сорняков и одновременно медленно поворачивается от ходовых колес культиватора, не давая возможности сорнякам зависать - они вырываются и выбрасываются на поверхность. На поверхности остается до 70% стерни.

Для междурядной обработки почв применяются как вышеописанные, так и специальные виды лап. Односторонние плоскорежущие лапы-бритвы бывают право - и леворежущими, их ставят так, чтобы стойки располагались со стороны рядков растений на расстоянии 6-11 см от них и сзади лап другого вида, они обеспечивают наиболее полное подрезание сорняков в междурядьях, бритвы бывают самой разной длины, размеры соответствуют стандартным междурядьям у пропашных культур.

Окучники и лапы-отвальчики относятся к присыпающим рабочим органам культиваторов. Окучник состоит из неразъемного корпуса со стойкой, сменного носка для рыхления дна борозды и крыльев. Глубину окучивания выбирают такой, чтобы растения присыпались примерно до 1/3 высоты. Высота гребней может достигать 25 см.

Лапы-отвальчики применяют, когда культурные растения еще малы для окучивания, а сорняки набирают силу. Они снимают тонкий слой почвы в междурядьях и отбрасывают его в рядки, засыпая мелкие сорняки.

Для нарезки борозд в зонах поливного земледелия применяют арычники-бороздорезы, по устройству они сходны с культиваторами-окучниками.

Для обработки поливных земель, а также иногда для междурядной обработки применяются роторные культиваторы с вертикальной осью вращения.

*Боронование* предусматривает крошение, рыхление, частичное перемешивание почвы и выравнивание поверхности, уничтожение всходов и проростков сорняков, применяется для ухода за посевами культурных растений. При бороновании почвы рыхлятся на незначительную глубину (до 6-8 см). Некоторые бороны имеют возможность обрабатывать почву до глубины 20 см, но такую обработку нельзя уже называть боронованием.

Боронование применяется как прием ухода за парами, посевами сельскохозяйственных культур и лугопастбищных трав. Боронование можно проводить отдельно или одновременно со вспашкой, культивацией, посевом и другими приемами.

*Ротационные бороны* применяются для разрушения корки на посевах, боронования стерневых полей в дефляционно опасных районах и др. Рабочие органы этих борон - игольчатые диски с игольчатыми зубьями, свободно посаженные на валах. При рыхлении корки диски работают «затылком», а при прореживании всходов, для уничтожения сорняков и более интенсивного рыхления в обратную сторону - «клювом».

Бывают бороны с активным приводом - роторные и вибробороны. Пружинные бороны предназначены для рыхления почвы и вычесывания корневищных и корнеотпрысковых сорняков. Рабочие органы дисковых борон - диски различной формы: сферические, вырезные сферические, плоские. Тяжелые бороны с вырезными сферическими дисками чаще используются для разделки дернины растений, для обработки плотных почв, в этом случае глубина обработки небольшая, характерная для боронования. Такая борона может применяться при необходимости и для основной обработки почвы на глубину до 20 см.

Есть бороны, специально предназначенные для обработки междурядий: ротационная боронка, прополочная борона и др.

*Прикатывание* применяется для уплотнения почвы. При этом происходит дробление глыб и комков, а также, в зависимости от вида катков, выравнивание поверхности или создание на ней микрорельефа, разрушение почвенной или ледяной корки и др. Гладкие водоналивные катки применяют для осадки почвы и выравнивания поверхности. Такие катки преимущественно не разрушают почвенные агрегаты, а вдавливают их в почву. Давление на почву регулируется объемом воды, заливаемой в катки, а также скоростью обработки. Кольчатые катки предназначены для уплотнения нижних слоев почвы при воздействии на нее узкими острыми кольцами, при вдавливании колец одновременно рыхлится верхний слой. Кольчато-зубчатые катки состоят из колец двух видов: с клиновидным ободом и с зубцами. Они хорошо дробят глыбы. Кольчато-шпоровые катки получили наибольшее распространение. Они лучше других катков дробят

глыбы. Давление катка на почву можно изменять количеством балласта. Борончатые катки (рис. 28,5) хорошо разрушают комки и корку. Прутковые или решетчатые катки изготовляют из круглых прутьев или уголков с промежутками между ними, прикрепленных к обручам или дискам. Они служат для дробления глыб и уплотнения почвы; комки почвы, попавшие внутрь катка, разбиваются при его вращении и выпадают.

*Выравнивание почвы* выполняется путем перемещения почвы вдоль поверхности, разрушения и вдавливания глыб и комков. Особое значение выравнивание поверхности почвы имеет на поливных почвах. Предварительное выравнивание (планировка) поверхности поля производится мощными мелиоративными машинами: бульдозерами, скреперами, грейдерами. Затем планировка проводится уже специальными почвообрабатывающими орудиями: малами, планировщиками, выравнивателями, шлейф-боронами волокушами и др. Название приемов обработки почвы при выравнивании производно от названия орудия - малование, шлейфование и т.д. Выравнивание поверхности почвы происходит и при некоторых вышеописанных приемах обработки, особенно при бороновании.

В настоящее время в практике полеводства для выравнивания почвы нашел широкое применение комбинированный агрегат - рыхлитель, выравниватель, каток (РВК). Передняя часть его состоит из пружинных зубьев, которые рыхлят почву, затем шлейфбалка выравнивает поверхность, а кольчатошпоровый каток прикатывает почву. Существует много разновидностей как этого, так и других комбинированных выравнивающих агрегатов.

Почвообрабатывающие орудия, применяемые на полях, в обрабатываемом слое которых могут быть скрытые препятствия (камни, валуны, стволы деревьев и т. д.), вызывающие поломку рабочих органов, должны быть оборудованы предохранительными устройствами. На плугах чаще применяют гидropневматические предохранители, основным элементом которых служат гидropневмоаккумуляторы. При наезде на препятствия корпус плуга, закрепленный на раме шарнирно, поворачивается, перемещая шток гидроцилиндра, который поршнем через гидросистему воздействует на газовую камеру гидropневмоаккумулятора, сжимая находящийся там газ, и накапливает энергию. После преодоления препятствия плуг под давлением сжатого газа, а также за счет наклона корпуса возвращается в рабочее положение. На культиваторах применяют предохранители пружинного типа, которые также позволяют их рабочим органам откидываться при наезде на препятствия, а затем возвращают их в рабочее положение.

### **Система обработки почвы**

При интенсивном земледелии главными задачами обработки почвы остаются регулирование эффективного плодородия почвы, баланса органического вещества, питательного режима растений, улучшение фитосанитарных условий в севообороте, создание благоприятных условий для посева, ухода за растениями и уборки урожая. Любым отдельно взятым приемом невозможно решить все эти задачи. Возникает необходимость применения нескольких способов и при-

емов обработки почвы в определенной последовательности. Система обработки почвы - совокупность способов и приемов основной, предпосевной и послепосевной обработок, выполняемых в определенной взаимосвязанной последовательности, вытекающей из главных задач, обусловленных биологией возделываемых культур, их местом в севообороте и зональными почвенно-климатическими особенностями.

При составлении системы обработки почвы необходимо учитывать количество и характер выпадающих осадков и их распределение в году, сумму положительных температур, продолжительность вегетационного периода, гранулометрический состав почвы, мощность пахотного слоя, содержание гумуса, степень увлажнения почвы, подверженность эрозии. Необходимо учитывать, из-под какой культуры и когда освобождается поле, степень засоренности и какая биологическая группа сорняков преобладает. Всякая система обработки почвы осуществляется с учетом биологических особенностей и порядка чередования возделываемых в севообороте культур.

Система обработки почвы должна быть составлена с учетом энергосбережения и иметь почвозащитную направленность. В основу ее классификации положены следующие признаки:

1. Биологические и технологические особенности возделываемых культур: под яровые зерновые и зернобобовые; пропашные; озимые; промежуточные (покосные, пожнивные).

2. Предшественники: после озимых и яровых зерновых; многолетних трав; пропашных; однолетних трав в занятом пару (сидеральный пар); чистые пары.

3. Подверженности эрозии и засоренности радионуклидами: водной эрозии; ветровой эрозии; загрязненных радионуклидами.

4. Гранулометрический состав и тип почв: песчаные и супесчаные; легко-среднесуглинистые; тяжелосуглинистые; торфяные; переувлажненные минеральные.

5. Время проведения: основная; предпосевная; послепосевная. Это первая наиболее глубокая обработка, выполняемая после уборки предшествующей культуры определенным способом, самостоятельно или в сочетании с приемами поверхностной обработки для решения главных задач обработки. Она коренным образом улучшает почвенные условия жизни сельскохозяйственных культур. В результате ее проведения изменяется строение пахотного слоя почвы, обеспечиваются наиболее благоприятные условия для протекания биологических, физико-химических и физических процессов, усиливается круговорот питательных веществ. Вследствие улучшения газообмена, оптимизации водного и теплового режимов усиливается активность почвенной микрофлоры, что увеличивает содержание в ней доступных для растений форм азота, фосфора, калия, магния, серы, железа и других жизненно важных элементов питания растений. Основная обработка почвы значительно очищает почву от семян и вегетативных органов размножения сорной растительности, зачатков болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. При ее осуществлении заделываются в почву удобрения, растительные остатки, создаются условия для защиты почвы от эрозионных процессов, миграции радионуклидов в подпахотные слои почвы.

Основная обработка почвы проводится в летне-осенний период (зяблевая, под озимые культуры) или в весенне-летний период в год посева яровых культур. При выборе способа и приемов основной обработки почвы учитывают биологические особенности и технологию возделываемой культуры, предшественник, почвенно-климатические условия, тип засоренности, подверженность эрозии почвы. С учетом этих особенностей устанавливают и сроки проведения основной обработки.

Под яровые культуры основную обработку, как правило, проводят в летне-осенний период или весной. Оптимальными сроками основной обработки под яровые культуры являются осенние, они имеют большое преимущество перед весенними в решении главных задач обработки почвы. Весенние сроки основной обработки почвы под яровые культуры обуславливаются необходимостью внесения органических удобрений (под пропашные) или организационными причинами. Основная обработка почвы под озимые, поукосные и пожнив-ные культуры определяется предшественником и сроками его уборки, гранулометрическим составом и степенью увлажнения почвы. К приемам основной обработки почвы относятся: вспашка, безотвальная обработка, чизельная, фрезерование.

Вспашка - важнейший прием обработки почвы и проводится для создания в почве наиболее благоприятных условия для роста и развития растений. Основная задача - рыхление пахотного слоя с оборотом пласта и перемешиванием частиц, с полной заделкой дернины, жнивья, других послеуборочных растительных остатков, а также органических и минеральных удобрений. Чем лучше вспахана почва, т. е. чем полнее оборот пласта по всему полю, чем качественнее рыхление почвы, тем лучшие условия создаются для роста и развития культурных растений, а значит и выше урожайность сельскохозяйственных культур. Для вспашки применяют плуги разных конструкций и форм отвалов.

Качество плужной обработки почвы в значительной степени зависит от формы отвала. Плуги по форме отвала делятся на винтовые, цилиндрические, полувинтовые и культурные. Форма отвала влияет на оборачивание, крошение пахотного слоя.

При вспашке плугом с винтовой формой отвала пласт хорошо оборачивается, но плохо рыхлится. Плуги с винтовой формой отвала применяются для обработки связных сильно задернелых почв (целина, залежь, луг, пастбище) и обязательно с дисковыми ножами.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение термину «лущение почвы»?
2. Назовите агротехнические требования к лущению?
3. С помощью какого почвообрабатывающего органа происходит лущение почвы?
4. Дайте определение понятию «культивация почвы»?
5. Перечислите основные агротехнические требования к культивации?
6. Агротехнические требования, предъявляемые к боронованию?
8. Каковы основные орудия для боронования почвы?

#### **6.4. Полупаровая обработка почвы**

Под полупаровой обработкой понимают совокупность приемов сплошной обработки почвы после рано убираемых непаровых предшественников, выполняемых в летне-осенний период. К непаровым предшественникам относят озимую пшеницу, озимую рожь, ячмень, кукурузу на зерно, гречиху и др. После непаровых предшественников почву в летне-осенний период обрабатывают по типу чистого пара.

Полупаровая обработка получила широкое распространение в южных регионах (Северный Кавказ, Среднее и Нижнее Поволжье и др.), где после уборки рано убираемых предшественников стоит продолжительная (2,5- 3,5 мес) теплая осень. За это время выпадает значительное количество осадков, например в Ростовской области 80- 100 мм, в Краснодарском крае - 110-130 мм. Полупаровая обработка способствует накоплению воды в почве.

Основными задачами полупаровой обработки являются: не допустить иссушения почвы и качественно ее обработать, очистить почву от семян и вегетативных органов размножения сорняков, накопить воду и доступные растениям питательные вещества в почве. При построении полупаровой обработки почвы учитывают предшественник, увлажненность почвы, ее уплотнение, видовой состав сорняков и другие условия.

Наиболее распространенными вариантами полупаровой обработки являются: вспашка плугами с предплужниками и последующие периодические поверхностные или мелкие обработки в течение всего послеуборочного периода; несколько лущений дисковыми или лемешными луцильниками и последующая вспашка, которую проводят поздней осенью; плоскорезные мелкие обработки (2-4) на глубину 10-12 см и последующее глубокое безотвальное рыхление поздней осенью.

В засушливые годы вспашку после уборки культуры заменяют мелкой обработкой на 10-12 см с помощью тяжелых дисковых борон или лемешных луцильников с одновременным боронованием и прикатыванием. В степных регионах, подверженных ветровой эрозии, и районах недостаточного увлажнения вспашку заменяют безотвальной обработкой с помощью культиваторов-плоскорезов, глубокорыхлителей и чизельных орудий. Если на поле преобладают малолетние сорняки, то вместо лущения жнивья обработку осуществляют культиваторами-плоскорезами на глубину 6-8 см сразу после уборки зерновой культуры. Такая обработка почвы позволяет подрезать сорняки и оставить на поверхности поля до 70 % стерни, которая предохраняет почву от иссушения.

По мере появления сорняков и уплотнения почвы обработку повторяют в течение всего послеуборочного периода. Для послойного очищения полей от многолетних сорняков глубину обработки увеличивают до 12-14 см, используя широкозахватные культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11. Последнюю глубокую обработку проводят поздней осенью под зерновые культуры на глубину 16-18 см, а под пропашные ее увеличивают до 25-27 см. Обработку ведут плоскорезами-глубокорыхлителями типа КПГ-250, КПГ-2-150.

Высокоэффективна полупаровая почвозащитная обработка. Полупаровая обработка имеет преимущества, особенно на тяжелых по гранулометрическому

составу почвах, склонных к заплыванию, а также в зоне аридного земледелия на засоленных черноземах и каштановых почвах.

**Предпосевная обработка почвы.** В большинстве случаев предпосевную обработку проводят культиваторами различного типа для создания слоя почвы с выровненной поверхностью и оптимальными для прорастания семян и роста растений строением и сложением, уменьшения испарения с поверхности почвы и лучшего использования атмосферных осадков и поливных вод, усиления микробиологической деятельности и улучшения пищевого режима в пахотном слое, уничтожения сорных растений и создания условий для высококачественного посева или посадки сельскохозяйственных растений.

Учитывая кратковременность периода оптимальных условий для предпосевной обработки почвы, малый разрыв во времени между подготовкой почвы и посевом (посадкой), и принимая во внимание, что растению необходимо создать условия для быстрого и дружного появления всходов и начального периода роста, целесообразно осуществлять контроль качества предпосевной обработки почвы, посева (посадки), уборки урожая по принципу «приемлемо» или «неприемлемо». В этом случае требования к качеству полевых работ необходимо закладывать в основу конструкции почвообрабатывающей или другой сельскохозяйственной техники, в технологическую карту возделывания той или иной культуры с тем, чтобы механизатор знал эти требования и сам их контролировал. В случае нарушения этих требований запланированная урожайность не будет достигнута.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение понятию «полупаровая обработка почвы»?
2. Основные задачи полупаровой обработки?
3. Назовите наиболее распространенные варианты полупаровой обработки?
4. Какие приемы включает в себя предпосевная обработка почвы?

### **6.5. Новые направления в обработке почвы.**

#### **Минимализация обработки почвы.**

#### **Система обработки почвы в севообороте**

В настоящее время получили развитие новые подходы в управлении агропромышленными предприятиями через комплексное использование технологий точного земледелия. Так, No-till - «нулевая технология» или посев в необработанную почву, а также полосовой посев (Strip-till) пропашных культур широко используется в Северной Америке, Западной Европе и других странах мира. Широкое внедрение No-till произошло в 1960-х, когда английская фирма Imperial chemical industries ltd создала гербициды паракват и дукат, контролирующие рост сорняков. Эти вещества почти мгновенно дезактивировались при контакте с почвой, поэтому их можно было использовать против вегетирующих сорняков. Обработанное поле почти сразу было готово для посева без риска повреждения семян. Это фактически дало начало нулевой технологии.

С появлением нового класса гербицидов дало развитие технологии No-till

во многих странах мира. На рынок пришли другие быстро разлагаемые гербициды широкого спектра действия, которые еще более расширили возможности технологии.

Для успешного использования технологии No-till, необходимо радикально изменить свое отношение к традиционным приемам обработки почвы.

Новые подходы при внедрении системы No-till следующие:

1. Пахота не является необходимым технологическим звеном при выращивании культур.

2. В идеале все растительные остатки необходимо оставлять на поверхности почвы.

3. Необходим постоянный покров почвы (мульча). Это обеспечивает защиту от прямых солнечных лучей, от капель дождя, от ветра. Это - главная защита от эрозии. Кроме того, это помогает сократить испарение воды с поверхности почвы.

4. Почвенная эрозия - лишь симптом того, что для данного участка и экосистемы используются неподходящие методы обработки.

5. Фитосанитарное состояние поля улучшается при увеличении биоразнообразия.

6. Максимальное насыщение севооборота различными культурами позволяет избежать почвоутомления.

Только с применением системы сберегающего земледелия гарантируются рациональное использование почвы и прогрессирующий рост почвенного плодородия.

Технология No-till придает смысл термину «самовозобновляемое сельское хозяйство» - она практична, прибыльна, сохраняет качество почвы и воды в хозяйствах и за их пределами.

Выгоды внедрения системы No-till на разных уровнях.

Уровень отдельного хозяйства: уменьшаются затраты сил, времени и финансов благодаря отказу от многих операций по обработке почвы; механическое оборудование служит дольше, снижаются затраты на ремонт техники и топливо; урожаи становятся более стабильными, гарантированными, особенно в сухие годы и в зонах с недостаточным и нестабильным увлажнением, поскольку обеспечивается большее накопление и сохранение влаги и питательных веществ в почве. Высвобождается время для освоения новых областей деятельности благодаря уменьшению трудозатрат на обработку почвы и ремонт техники. Повышается прибыль, иногда - с самого начала, в любом случае - в течение нескольких лет по мере освоения новой системы земледелия.

На уровне региона - стабилизируется сток воды в реках и ручьях, нормализуется гидрологический режим. Вода природных источников становится чище за счет уменьшения загрязнения и отложения ила в водоемах. Снижается стоимость водоочистки на муниципальном и городском уровнях. Уменьшается объем весенних паводков и наводнений за счет усиления инфильтрации; уменьшается ущерб от засухи. Повышается качество и безопасность продуктов питания. Управление природными ресурсами становится более оптимальным. Снижаются расходы на содержание дорог в сельской местности.

При использовании традиционной системы обработки почвы требуется множество операций для подготовки семенного ложа под посев. Технология No-till требует только одного прохода посевной техники по полю. Опыт фермеров, занимающихся почвозащитным земледелием, показывает, что расход топлива можно сократить в разы по сравнению с традиционными системами.

Технология No-till экономит время - 3-5 проходов техники по полю при нулевой технологии против 12-15 при традиционной обработке почвы за сезон. Нет необходимости в предпосевной обработке почвы, а это уже значит, что на посев требуется меньше времени.

Основные затраты на обслуживание техники, занятой на выращивании культур, при переходе на нулевую технологию значительно снижаются из-за уменьшения в несколько раз проходов ее по полю и выровненности полей. Кроме того, при традиционной технологии требуется больше техники для посева в оптимальные сроки.

В среднем показатели урожайности при No-till равны или выше показателей при традиционных методах земледелия. В виду того, что структура почвы постоянно улучшается, со временем использование технологии no-till позволяет получить более высокую урожайность. Во время засухи урожай всегда выше, чем при использовании традиционной системы, - мульча на поверхности почвы сохраняет влагу и способствует лучшему росту растений, несмотря на засушливый сезон.

Итак, под технологией No-till понимают нулевую обработку почвы берегающего земледелия, при которой отсутствует какая-либо обработка почвы, а растительные остатки остаются на поверхности почвы.

При технологии No-till почва остается нетронутой от уборки урожая до посева и от посева до уборки урожая. Вторжение в почву происходит только тогда, когда делаются прорезы сошниками сеялок. Строго говоря, технология No-till не предусматривает никакого разрушения структуры почвы, кроме как при посеве.

С сорняками на начальной стадии внедрения No-till борются внесением гербицидов. Выбор типа гербицидов и времени их внесения зависит от численности сорняков, их видового состава и климатических условий. Конечная цель - борьба с сорняками при помощи севооборотов и покровных культур (сидератов), то есть полный отказ от гербицидов.

Невспаханная почва под давлением движущегося транспорта или животных меньше деформируется по сравнению с обработанной почвой.

Почва физически не повреждается, не переворачивается, и прорастание новых сорняков не стимулируется.

При нулевой технологии почва в вегетационный период имеет более низкую температуру, чем при традиционной обработке. Зимняя температура, наоборот, выше из-за дополнительной защиты почвы растительными остатками. Стерня удерживает снег от выдувания. Снег, в свою очередь, обеспечивает эффективную термоизоляцию почвы и способен сохранять ее температуру на 10 - 15°C выше, чем температура почвы, не имеющей снежного покрова.

За счет пожнивных остатков уменьшаются также колебания почвенной

температуры на протяжении дня, это позитивно влияет на поглощение воды и питательных веществ растениями.

Все методы механической обработки почвы разрушают ее структуру. При переходе на нулевую технологию происходит восстановление естественной структуры почвы и увеличивается прочность почвенных агрегатов.

Вспашка почвы губит среду обитания самого значительного союзника - дождевого червя, в то время как нулевая технология увеличивает его популяцию. Наличие дождевых червей является признаком того, что биологическая компонента почвы возросла и улучшилась. Дождевые черви в большем количестве развиваются в почве, которая обрабатывается по технологии No-till. Полевые наблюдения показали, что для этого необходимо время, - почва должна восстановить свойства, которые она имела в естественных природных условиях, без обработки.

Благодаря тому, что механические орудия обработки не используются и, соответственно, не разрушается среда обитания микроорганизмов, при No-till отмечается повышенная биологическая активность. При использовании этой технологии организмы не погибают от недостатка питания, что происходит в условиях непокрытой почвы, - они всегда находят органические вещества в поверхностном слое почвы. Наконец, более благоприятные условия температуры и влажности почвы при No-till также позитивно влияют на почвенную микрофауну. При использовании технологии No-till в почве обнаруживается больше членистоногих, больше микроорганизмов (ризобий, бактерий, актиномицетов), а также больше грибных микориз по сравнению с традиционной обработкой.

Что касается насекомых-вредителей, то No-till может оказать на их популяцию как негативное, так и позитивное воздействие. Это зависит от вида насекомых-вредителей и от преобладающих климатических условий. Увеличивается количество и разнообразие перепончатокрылых, пауков, уховерток и ногохвосток, которые под мульчирующим слоем находят более благоприятные условия для размножения. В результате развивается множество полезных насекомых-хищников. Это приводит к оптимальному биологическому балансу, где численность насекомых-вредителей эффективно контролируется насекомыми-хищниками.

Растительные остатки накапливаются на поверхности почвы. Под действием бактерий, грибов и более крупных организмов они разрушаются, разлагаясь на более простые органические вещества, и добавляются к комплексу органических веществ почвы. При применении No-till количество органических веществ в верхнем слое почвы достигает наибольших показателей.

При механической обработке органические вещества разных слоев почвы перемешиваются. При No-till этого не происходит. Органика распределяется в поверхностном слое почвы. Вначале недостаток механического смешивания снижает уровень разложения органических веществ, но за трех-, пятилетний период происходит адаптация биологической фракции почвы к новым условиям, и процесс образования гумуса усиливается.

Первопричиной ветровой эрозии почвы является нарушение защиты ее поверхностного слоя - с ветром уносятся верхние разрыхленные слои почвы, на

месте плодородной земли образуется безжизненная пустыня.

Слабая инфильтрация дождевой и талой воды в почву вызывает чрезмерный поверхностный сток - так возникает водная эрозия. Ее результатом является потеря илистой фракции, дисперсной части почвы, питательных веществ, гумуса - почва постепенно теряет плодородие.

При эрозии почв увеличиваются затраты на выращивание культур. Это расходы на повторный посев, использование большего количества удобрений для возмещения утраченных питательных веществ. Почвы деградируют вплоть до полной потери плодородия и вывода земель из сельскохозяйственного оборота.

No-till сберегает почву от эрозии лучше, чем любая другая технология, придуманная человеком: это и факторы, сохраняющие структуру почвы, и растительные остатки, которые защищают поверхность почвы от разрушения и вымывания.

Сохраняется и накапливается почвенная влага. Дополнительная влага в почве повышает урожайность, особенно в сезоны с количеством осадков ниже нормы. Но любое механическое повреждение почвы ведет к ее высушиванию. При пулевой технологии механическое воздействие на почву сведено к минимуму, и, как результат, испарение влаги из почвы значительно снижается. Слой, содержащий продуктивную влагу, как минимум на пять сантиметров больше, чем при традиционных способах обработки.

Влагосберегающую функцию выполняют также стерня и/или мульча, которые остаются на поле, - они снижают скорость движения ветра у поверхности почвы и тем самым уменьшают высушивание, что особенно важно при засушливом климате. Кроме того, пожнивные остатки способствуют лучшему проникновению воды в почву.

Улучшается инфильтрация дождевых осадков. Степень инфильтрации зависит от объема порового пространства почвы, а также от видов почв. Так, например, глинистые почвы (в отличие от песчаных) пропускают влагу хуже всего.

Если пористость верхних горизонтов почвы мала или подпочва медленно пропускает дождевую воду, инфильтрация дождевой воды будет ограничена, она уйдет с поверхностным стоком и будет потеряна для почвы и растений. Пористость поверхностного слоя почвы может уменьшаться из-за закупоривания пор частицами, которые отделились от почвенных агрегатов под воздействием ударов дождевых капель, или в результате образования непроницаемой корки на поверхности почвы, или из-за уплотнения.

Пористость почвы может изначально сформироваться в недостаточном объеме или может быть уменьшена из-за уплотнения и пахотной обработки, которые разрушают структуру и уменьшают поровые пространства.

Пористость поверхностного слоя почвы сохранится, если почва не повреждается пахотой и защищена от разрушительного воздействия дождевых капель предварительно созданным защитным покровом из пожнивных остатков предыдущих культур и покровных (промежуточных) культур.

Внедрение технология No-till обеспечивает восстановления уровня грунтовых вод. No-till, как и облесение территорий, способствует восстановлению уровня грунтовых вод, что исключительно важно в масштабе континентов.

Отказ от вспашки и, соответственно, от перемещения пластов почвы смягчает отрицательное экологическое влияние удобрений на окружающую среду. Они не вымываются поверхностным стоком и остаются в почве. Питательные вещества не попадают в водоемы и не накапливаются там, что снижает также риск цветения воды из-за чрезмерного увеличения количества водорослей в реках, ручьях и озерах.

Система берегающего земледелия успешно применяется как при засушливом, так в районах с достаточным увлажнением.

Когда-то серьезной проблемой было внесение удобрений - теперь появилась специальная техника, которая вносит удобрения одновременно с посевом. Были затруднения в работе с пожнивными остатками, в их равномерном распределении по полю - появилась технология уборки зерновых с помощью очесывающей жатки, которая сняла большинство этих проблем. Необходимость сбережения почв от эрозии, существенная экономия энергоресурсов и трудозатрат в конце концов стимулируют сельхозпроизводителей находить выходы и из других затруднений, которые пока еще присутствуют в технологии. На сегодняшний день можно сформулировать следующие актуальные издержки и задачи технологии No-till.

В виду того, что нулевая технология является сравнительно новым методом, необходимо приобретать или брать в аренду новое оборудование (в основном это стерневая сеялка, приспособление к комбайну для измельчения и равномерного разбрасывания соломы или очесывающая жатка).

Это единовременные затраты. Кроме того, сокращается общее количество единиц техники, работающей на земле.

Увеличение количества растительных остатков на поверхности почвы иногда способствует распространению некоторых болезней и вредных насекомых.

Впрочем, их естественные враги тоже хорошо размножаются в улучшенной среде обитания. Тем не менее, технологию No-till не следует практиковать в монокультуре. Сбалансированная система севооборотов с использованием сидеральных культур улучшает фитосанитарную ситуацию и снижает количество вредителей.

Перед внедрением No-till требуется выровнять поля. При нулевой технологии (как и при любой другой системе земледелия) равномерная глубина заделки семян имеет большое значение. Однако, нулевая технология не предполагает регулярное «запахивание ошибок» от неравномерной предыдущей вспашки, выравнивание или сглаживание колеи от машин, участков с твердой почвой и т. д. Поэтому качественное выравнивание полей перед внедрением технологии является обязательным условием. После операции выравнивания необходимо провести обработку глубокорыхлителем для разрушения «подошвы».

Полная всхожесть семян при использовании No-till происходит на 2-8 дней позже, чем при традиционных системах. Производители должны быть готовы к запоздалому росту яровых культур при системах мульчированной обработки и No-till вследствие пониженной температуры и некоторого переувлажнения почвы, защищенной от прямых лучей солнца. Более позднее прорастание семян при No-till по сравнению с традиционным земледелием компенсируется

интенсивным ростом и развитием на более поздних этапах благодаря хорошей влагообеспеченности и более интенсивным нарастанием эффективных температур. Фосфор, находящийся в почве, ограничен в своем распространении из-за того, что почва при нулевой технологии не обрабатывается. Таким образом, запасы фосфора используются не до конца.

Технология обработки почвы **strip-till (стрип-тилл)** является альтернативой нулевой обработке ноу-тилл (no till), при которой обрабатывается только узкая полоса сева (15-25 см), с образованием небольшого гребня. А около двух третей поля остается не обработанной. Такая обработка позволяет сократить затраты на обработку почвы в 2-3 раза. В основном она применяется под пропашные культуры (кукурузу, подсолнечник, свеклу), а также под сою. Причем сев может производиться обычными (не стерневыми) сеялками во взрыхленные полосы. Технологию «стрип-тилл» можно применять и при традиционной или минимальной обработке почвы. Например, производя осенью неглубокое (на 5-6 см) сплошное дискование почвы, а весной полосовую обработку на глубину 15-25 см одновременно с внесением удобрений и севом.

Сформированный гребень обработанной почвы быстрее прогревается и просыхает, что позволяет производить более ранний сев. На полях, куда техника временно не может зайти из-за застойного переувлажнения и медленного прогревания почвы, такое преимущество проявляется намного сильнее и становится решающим фактором внедрения этой технологии в более северных зонах, где кукуруза и подсолнечник на зерно не выращиваются.

Важным преимуществом этой технологии является то, что вместе с рыхлением одновременно можно вносить удобрение под семенем, на глубину 20-30 см или даже в двух уровнях разные удобрения, чтобы в процессе роста растение достигало первого уровня через 15 дней, а второго через 45 дней. Благодаря этому растение может получать подкормку в период активного роста и когда формируется урожай. При этом у растения формируется мощная корневая система.

Перед внедрением технологий ноу-тилл (no till) и «стрип-тилл» необходима качественная профессиональная подготовка кадров и обучение навыкам по этим технологиям.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каковы подходы при внедрении системы no-till?
2. Назовите основные преимущества и недостатки технологии no-till?
3. Какие приемы обработки почвы включает технология «стрип-тилл»?

## ГЛАВА 7. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ

### 7.1. Эрозия почвы: виды, условия проявления, причиняемый вред

Различают эрозию нормальную (естественную, геологическую), современную, или ускоренную. Нормальная (естественная, геологическая) эрозия возникает на поверхности почвы под влиянием природных факторов. Чаще этот процесс протекает медленно, незаметно. Современная, или ускоренная, эрозия почв связана с хозяйственной деятельностью человека.

**Различают следующие виды эрозии:** водную, ветровую (дефляция), речную, абразионную, ледниковую, снежную и оползневую, просадочную (суффозия), карстовую, термокарстовую, биологическую.

**При водной эрозии** в качестве главной почвозрушительной силы выступает действие дождевых капель и водного потока. Водная эрозия имеет следующие формы: капельную (от действия ударов дождевых капель), струйчатую, овражную и береговую (в зависимости от концентрации поверхностного стока). Струйчатая эрозия вызывает небольшие промоины, которые не препятствуют обработке почвы. Если размеры не могут быть сглажены при обычной обработке, то струйчатая эрозия переходит в овражную. Образованию оврагов способствуют незалуженные дорожные кюветы, борозды на пашне, протоптанные скотом дорожки по склону. Водная эрозия может проявляться при орошении в результате неправильного выбора уклонов каналов и борозд по следу колеса поливального устройства при увеличенной норме полива. В связи с этим различают ирригационную эрозию.

**Ветровая эрозия (дефляция)** - это отделение, перемещение и отложение частиц почвы ветром. Ветровую эрозию разделяют на местную и пыльные бури.

**Местная ветровая эрозия** проявляется на распыленной сухой поверхности при малых скоростях ветра (4-8 м/с) в виде развевания. Пыльные бури - наиболее вредоносная форма проявления ветровой эрозии. За несколько часов они способны развеять 100-500 т с 1 га пашни. Отсутствие растительности и наличие сухих частиц на поверхности почвы способствуют широкому распространению ветровой эрозии. Основными фазами эрозии являются: отделение частиц, их транспортировка и отложение. В зависимости от основных факторов эрозии процесс разрушения почвы может проявляться по-разному в каждой из этих фаз.

**Эрозия почв** наносит огромный вред. В результате разрушения почвы истощается почвенное плодородие, гибнут или повреждаются посевы сельскохозяйственных культур, выносятся за пределы поля удобрения, происходит загрязнение окружающей среды, нарушается экологическое равновесие и деградируют природные системы.

Потери почвы бывают различной интенсивности. Существует термин «норма эрозии», т.е. та предельная интенсивность разрушения почвы, которая компенсируется процессами почвообразования.

В США принята допустимая норма эрозии от 2,25 до 11,5 т/га в год. Эти

величины соответствуют данным о скорости почвообразования из валунной глины вблизи поверхности, составляющей около 6,75 т/га в год в центральной части США. Здесь норма эрозии устанавливается с учетом мощности корнеобитаемого профиля. Чем больше мощность, тем выше и допустимая норма эрозии. Так, для корнеобитаемых слоев мощностью 25; 25-50; 50-100; 100-150 и 150 см соответственно устанавливаются нормы эрозии 2,2; 4,5; 6,7; 7; 9; 11,2 т/га в год.

Нельзя допускать потери почвы до 10 т с 1 га ежегодно в качестве нормы. Между сельскохозяйственным производством и эрозионными процессами проявляется взаимосвязь, выражающаяся в следующем: ведение сельского хозяйства без учета природных условий создает основу для усиления ветровой и водной эрозии; частое и сильное разрушение почвенного покрова, в свою очередь, вызывает гибель и повреждение растений, снижает продуктивность почв, что приводит к дестабилизации сельскохозяйственного производства. В связи с этим важной задачей является ведение системы сельского хозяйства с учетом потенциальной опасности эрозионных процессов.

Велика роль ветровой и водной эрозии в районах ее распространения в загрязнении окружающей среды: воздуха, водоемов и водных источников, почвы, территории.

Многостороннее губительное воздействие на природную среду приводит к необратимому процессу - опустыниванию земель. Опустынивание определяют как отрицательные изменения почвы, растительности и водного режима, которые происходят под влиянием антропогенной деятельности и снижают продуктивность экосистем, увеличивают податливость почв к разрушению ветром или водой.

Опустынивание территории определяют как процесс снижения продуктивности степных и полустепных ландшафтов до уровня пустынного ландшафта. Этот процесс совершается в результате сочетания циклических неблагоприятных изменений климата с ошибочной деятельностью человека. Частое проявление ветровой и водной эрозии приводит к изменению в рельефе, растительном и почвенном покрове, к изменениям в структуре антропогеосистемы. В связи с этим ветровая и водная эрозии относятся к числу основных причин распространения опустынивания.

Считают, что эрозия является большим экономическим и социальным бедствием, и предлагают руководствоваться следующими положениями: эрозию легче предупредить, чем бороться с ней и устранять ее последствия; в природе нет почв, абсолютно устойчивых к эрозии; эрозия вызывает изменение основных функций почвы; эрозия сложный процесс, и меры против нее должны быть комплексные; меры по защите почв, почвозащитные комплексы должны быть зональными.

Вся территория России потенциально подвержена эрозионным процессам. В настоящее время площадь пашни в России – 131,6 млн. га

- водной эрозии подвержено 26,3 млн. га или 20 % пашни

- дефляции – 7,9 млн. га или 6,1 % пашни.

Сток воды по почве может вызвать поверхностную и линейную эрозию.

При поверхностной эрозии почва смывается с поверхности, а при линейной образуются струйчатые размывы.

Поверхностная эрозия мало заметна и поэтому очень опасна. Она наблюдается на склонах разной крутизны практически каждый год. Обычно с 1 га пашни смывается от 5 до 25 т почвы и агрономы ее не замечают.

Наиболее вредоносный вид водной эрозии – овражная эрозия (оврагообразование, потеря площади), а ветровой – пыльные бури или черные бури, они способны за несколько часов уничтожить посеы и снести верхний слой почвы.

В районах искусственного орошения проявляется ирригационная эрозия, в горных – сели. По темпам проявления и степени разрушительности эрозию почв подразделяют на: а) нормальную (или естественную) – смыв и снос почв не превышает процесса почвообразования, б) ускоренную – превышает темп почвообразования, вызванную неправильным землепользованием.

Локальная дефляция проявляется в виде поземки при скорости ветра от 5 до 10 м/сек. Пыльные бури могут возникать при скорости ветра > 10 м/сек.

Ранневесенние пыльные бури наиболее опасны, они приносят огромный вред сельскохозяйственному производству. Проявляются они в марте, в I или начале II декады апреля. Наибольшая интенсивность дефляции отмечается в середине дня, когда с одновременным усилением скорости ветра  $t^0$  воздуха повышается до  $0^0\text{C}$  или + , поверхностный слой почвы оттаивает и подсыхает.

Увлажнение почвы препятствует возникновению дефляции, однако, как показали наблюдения, пыльные бури могут возникать и при довольно высоких значениях влажности верхнего слоя почвы – до 30 %.

Один из важнейших факторов развития водной эрозии – рельеф местности. Смыв почвы увеличивается прямо пропорционально уклону.

С увеличением уклона почвы от  $2^0$  до  $4^0$  смыв почвы возрастает в 1,8 раза, от  $4^0$  до  $8^0$  – в 7,2 раза.

Значительное влияние оказывает протяженность склона. При удвоении линии стока с 50 до 100 м смыв почвы возрастает в 2,9-3,7 раза.

Южные склоны эродированы, как правило, больше чем северные.

Наблюдения, проведенные за проявлением водной эрозии и дефляции, показали, что они проявляются на любых почвах, особенно если поверхность не имеет растительного покрова или мульчирующего слоя.

Степень проявления эрозионных процессов определяется, прежде всего, гранулометрическим составом, структурой, водопрочностью агрегатов, содержанием гумуса и т.д.

Подверженность фракций выдуванию зависит от скорости ветра и структурного состава почвы.

Размер агрегата, мм	Скорость ветра, м/с
0,25	3,8
0,25-0,5	5,3
1-2	11,2
3-5	17,6

Растительный покров уменьшает или полностью предупреждает развитие эрозии и дефляции. Чем лучше развит растительный покров, чем выше проективное покрытие почвы, тем слабее эрозионные процессы.

Надземная масса защищает почву в основном от разрушительной силы дождевых капель, а корневая система скрепляет почвенные частицы, препятствует размыву и смыву почвы.

Возможность защиты растениями почвы от эрозии выражается коэффициентом эрозионной опасности под различными культурами и чистым паром.

Культура	Коэффициент эрозионной опасности
Чистый пар	1,0
Пропашные	0,7-0,9
Яровые зерновые	0,4-0,5
Озимые	0,2-0,3
Многолетние травы	0,01-0,05

Многолетние травы – длительно почва закрыта вегетативной массой, мощная корневая система, оставляют большое количество органического вещества.

Различная почвозащитная способность сельскохозяйственных культур определяется их биологическими и агрохимическими свойствами, а также режимом выпадения осадков. Там где эрозия вызывается током талых вод, наибольшее значение имеют многолетние травы, а там, где водная эрозия вызывается июньскими или июльскими дождями хорошо защищают почву озимые.

Геологические условия территории также определяют степень и характер проявления эрозионных процессов. К ним относятся размывающая характеристика пород, особенности их залегания.

Например, лессовидные суглинки очень легко размываются и разрушаются водными потоками. За короткие периоды здесь могут образоваться промоины, овраги, с которыми впоследствии трудно бороться.

Хозяйственное использование земель в значительной мере определяет состояние почвенного покрова по плодородию и подверженности его эрозии.

Сюда относятся специализация сельскохозяйственного производства, организация территории (размещение полей, лесные полосы, структура посевных площадей и т.д.), способы и приемы обработки почвы и т.д.

В ряде регионов может проявляться совместная эрозия одновременно при различном сочетании следующих факторов: переувлажнение почвы – сток воды – смыл; размыв – иссушение – распыление – выдувание.

В районах с малоснежными зимами, сухой весной и влажным летом (максимум осадков) процесс обычно развивается в таком порядке: иссушение и распыление почвы – дефляция – ливень – сток – смыл и размыв почвы (водная эрозия). Действуя совместно, водная и ветровая эрозии усиливают свою разрушительную силу.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие существуют виды эрозии?
2. Дайте краткую характеристику водной эрозии?

3. Опишите процессы ветровой эрозии?  
 4. Что подразумевает под собой эрозия почв?

## 7.2. Меры защиты почв от эрозии и дефляции

Защита почв от эрозии должна быть обязательно комплексной.

Должны применяться не отдельные приемы, а почвозащитный комплекс, сюда входит:

*Комплексная защита почв* - противоэрозионная организация территории; - почвозащитные севообороты; - почвозащитная обработка почвы; - противоэрозионные агролесомелиоративные мероприятия.

*Противоэрозионная организация территории* - установление оптимального соотношения сельскохозяйственных угодий.

*Севообороты.* Следует провести детальный учет склоновых и дефлированных земель и наметить подбор культур, обеспечивающих наибольший почвозащитный эффект.

Соотношение в севооборотах площадей пропашных, однолетних культур сплошного сева и многолетних трав, в зависимости от крутизны склона, устанавливают с учетом почвозащитной роли.

На сильно эродированных и сильно дефлированных почвах рекомендуется размещать посевы многолетних трав. На средне эродированных и средне дефлированных почвах целесообразно возделывание озимых (а не яровых) культур.

На слабо - средне - и сильно эродированных и дефлированных почвах обязательно применение почвозащитных приемов за счет залужения их многолетними травами.

Важный прием повышения почвозащитной роли севооборотов – полосное размещение культур на эродированных землях. Полосное размещение культур на эродированных землях. Полосное размещение посевов представляет собой чередование полос культур различной почвозащитной способности (многолетние травы, однолетние культуры, пропашные и т.д.).

Таблица 11

Почвозащитное применение многолетних трав

Показатели эрозионной опасности	Варианты применения многолетних трав
Склоны крутизной 0-20	Бобовые травы в качестве парозанимающих, сидеральных культур
Склоны крутизной 2-30	Травяно-зернопропашные севообороты
Склоны крутизной 3-5 <sup>0</sup>	Травяно-зерновые севообороты Контурно-полосное размещение зерновых, пропашных культур между полосами многолетних трав
Склоны крутизной 5-7 <sup>0</sup>	Контурно-полосное размещение посевов зерновых культур между полосами многолетних трав
Склоны крутизной 7 <sup>0</sup> и более	Залужение многолетними травами
Участки с совместным проявлением дефляции эрозии	Залужение многолетними травами Контурно-полосное размещение однолетних культур между полосами многолетних трав

Чем шире противозерозионная полоса тем меньше ее противозерозионный эффект. Однако на узких полосах трудно создать условия для производительной работы сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Ширину полос устанавливают в зависимости от крутизны склона и возможного чередования культур.

Если 1-3 <sup>0</sup>	Ширина 80-100 м (многолетние травы с однолетними культурами)	60-80 м (чередование однолетних с пропашными)
3-5 <sup>0</sup>	60-80	40-60

Полосное размещение культур эффективно и на землях, подверженных ветровой эрозии. Полосы размещают под прямым углом к господствующему направлению эрозионно опасных ветров.

Наряду с полосным размещением для борьбы с эрозией почв на парах и пропашных культурах проводят посеы буферных полос. Буферные полосы – это посеы различных культур, зимой они служат для задержания и накопления снега, весной – для уменьшения стока. Буферные полосы шириной 4-6 м (многолетние травы, суданка, подсолнечник) расстояние между ними 30-40 м.

*Противозерозионная обработка почвы.* К важнейшим общим противозерозионным приемам основной обработки почв относят:

- вспашку поперек склона; вспашку ступенчатую с использованием плугов, у которых четные корпуса устанавливаются на 10-12 см глубине; вспашку почвоуглубителями; безотвальную вспашку; щелевание посеов озимых, многолетних трав; минимальная обработка почвы.

Лункование применяют осенью на зяблевых и паровых полях ЛОД-10 – дисковый лункообразователь на поле образуются лунки, куда стекают талые воды.

На склонах значительной крутизны проводят щелевание, кротование. На полях многолетних трав, озимых культур щелерезами щели, глубина которых может достигать 40-60 см, ширина 3-5 см, щели нарезают осенью или зимой, что позволяет избежать испарения воды.

Существенное значение имеет применение систем почвозащитной обработки почвы (почвозащитная система обработки пара БИГ, КПЭ, ГУН-4).

Предпосевная, послепосевная обработка почвы (прикатывание до и после посева). Посев стерневыми сеялками по стерне.

Минимализация обработки почвы. Развитие этой обработки идет в направлении исключения всех механических обработок. «Нулевая» обработка. Подсев эспарцета под яровой ячмень также способствует уменьшению эрозионных процессов.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каковы основные элементы почвозащитного комплекса?
2. Что входит в комплексную защиту почв?
3. Противозерозионная организация территории?
4. Какое чередование культур включают в себя севообороты при защите почвы от эрозии?

## ГЛАВА 8. ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА

### 8.1. Значение опытного дела в интенсивном земледелии. Методы исследования в агрономии

К основным задачам агрономической науки относятся: разработка теории и практики сохранения почв и повышения их плодородия; агроклиматическое обоснование размещения сельскохозяйственных культур в разных природных зонах страны; разработка рациональных структур посевных площадей и севооборотов соответственно специализации хозяйств; создание новых высокопродуктивных сортов и гибридов растений, устойчивых к болезням и вредителям; исследование вопросов химизации и мелиорации земель при соблюдении экологической безопасности; разработка теории и практики программирования урожая; постоянное усовершенствование методики опытного дела как основы эффективности научных исследований.

Аграрная наука изучает производство, отличающееся сложностью и специфическим своеобразием. Оно протекает в слишком разнообразных и непостоянных погодных и почвенноклиматических условиях. Поэтому наука вынуждена разрабатывать дифференцированные региональные и зональные рекомендации с учетом биологических особенностей возделываемых видов и сортов растений и животных. Сложнейший комплекс природных и экономических условий производства определяет и его организационную структуру. Следовательно, при организации производства необходимо знать и уметь сознательно использовать не только его принципы и экономические законы, но и законы развития природы. Это обуславливает ряд специфических особенностей, свойственных лишь сельскохозяйственному производству. Земля в сельском хозяйстве является главным и незаменимым средством производства. Предметом труда являются живые организмы (растения, животные, микроорганизмы). Таким образом, экономический процесс воспроизводства в сельском хозяйстве переплетается с биологическим. Это значительно усложняет проведение исследований и разработку научных рекомендаций.

Научная агрономия в своих целях использует главным образом следующие типы опытов: лабораторный, вегетационный, лизиметрический, полевой и производственный.

Лабораторные опыты проводятся в лабораторных условиях без опытных растений. Например, надо изучить, как изменяется содержание доступной растениям воды в почве в связи с изменением ее плотности или как будет изменяться кислотность почвы при внесении различного количества извести. В подобных опытах растения не участвуют, поэтому они и называются лабораторными, а не вегетационными.

Вегетационные опыты проводятся в искусственных условиях, в вегетационных сосудах, в теплицах, оранжереях, вегетационных домиках, в фитотронах в агрономически обоснованной обстановке, регулируемой экспериментатором.

Сосуды для вегетационных опытов применяются из самых различных материалов: стекла, глины, оцинкованного железа, пластика и т.д. В качестве суб-

страта (среды) для растений используется вода, песок, почва, гравий и т.д. На этом основании вегетационные опыты с названным субстратом получили название водных, песчаных, почвенных, гравийных.

Искусственные условия дают возможность исключить все неблагоприятные не изучаемые факторы и выявить значение того или иного из них в возможно более чистом виде, сделать расчлененный анализ, который в сложной природной обстановке провести нельзя.

Опыты на искусственных средах позволили разрешить ряд очень важных вопросов, относящихся к физиологии растений. Этим методом установлены значение различных элементов в питании растений, механизм их поступления в растения, концентрации, взаимодействия, антагонизм ионов и т. д.

Учеными для водных культур разработаны искусственные питательные среды, получившие название растворов В. Кнопа, К.А. Тимирязева, Д.Н. Прянишникова и др.

Вегетационные опыты с почвенными культурами приближаются к производственным условиям. Эти опыты используются для определения содержания в почве доступных (усвояемых) растениям питательных веществ и т. д.

Однако результаты вегетационных опытов, по мнению большинства ученых, нельзя непосредственно переносить на полевую обстановку, что не умаляет значения этого метода исследований.

Лизиметрический метод от вегетационного отличается тем, что исследование (изучение) жизни растений и свойств почвы проводится в поле, в специальных лизиметрах, в которых определенный объем почвы отгорожен со всех сторон от окружающей почвы (с боков и снизу). В этих опытах изучаются водный баланс под различными культурами, вымывание и передвижение питательных веществ атмосферными осадками; определяются транспирационные коэффициенты в естественной обстановке и т.д.

Между лизиметрическими и полевыми опытами следует назвать промежуточные - вегетационно-полевые и мелкоделяночные полевые опыты.

Вегетационно-полевые опыты проводятся в полевой обстановке в цилиндрических или квадратных сосудах без дна. Почва здесь отгорожена только с боков на глубину 20-30 см и более. Эти опыты могут быть использованы для оценки эффективности удобрений, плодородия различных генетических горизонтов почвы и других целей.

Мелкоделяночные полевые опыты еще больше сближаются с полевыми опытами, но отличаются от них тем, что площади опытных деленок имеют размер в несколько квадратных метров: 4, 8, 10. На таких деланках все работы выполняются вручную, количество растений незначительно, а их агротехника - не типичная для производственных условий.

В этих опытах могут изучаться такие вопросы, как степень плодородия различных генетических горизонтов почвы, влияние степени плотности пахотного слоя или разных его частей на запасы доступной воды и урожай растений, размещение по профилю пахотного слоя удобрений и др.

Полевой опыт представляет собой метод исследования, который проводится в полевой обстановке на специально выделенном участке в целях уста-

новления влияния факторов жизни, условий или приемов возделывания на урожай сельскохозяйственных растений и его качество.

Особенность его, в отличие от рассмотренных, состоит в том, что культурное растение изучается вместе со всей совокупностью почвенных, климатических, агротехнических, а часто и в условиях, очень близких к производственным или непосредственно в производственных условиях.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каковы основные задачи агрономической науки?
2. Какие типы опытов использует научная агрономия?
3. Дайте краткую характеристику лабораторным опытам?
4. Каково основное назначение вегетационных опытов?
5. Назовите основную особенность полевого опыта?

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

*Агропроизводственная группировка почв* - это объединение отдельных контуров видов и разновидностей почв в большие группы (массивы) с близкими агрономическим свойствам и уровню плодородия, для которых можно предложить одинаковое сельскохозяйственное использование и относительно одинаковые приемы агротехники, меры повышения плодородия.

*Агролесомелиорация земель* - комплекс мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение земель посредством использования почвозащитных, водорегулирующих и иных свойств защитных лесных насаждений.

*Бессменная культура* (монокультура) - выращивание культуры на одном месте несколько лет.

*Безотвальная обработка почвы* - прием рыхления почвы орудиями без оборота пласта, сохраняя стерню на поверхности поля. Применяется при осенней основной обработке почвы, при обработке паров и весенней предпосевной подготовке почвы. Глубокую безотвальную обработку почвы проводят глубокорыхлителями-плоскорезами, мелкую - культиваторами-плоскорезами и штанговыми культиваторами.

*Биологическая активность почвы* - совокупность биологических и биохимических процессов в почве, связанных с жизнедеятельностью ее фауны, микрофлоры и корней растений.

*Боронование* - агротехнический прием, рыхление верхнего слоя почвы боронами.

*Ветровая эрозия* (дефляция) - это отделение, перемещение и отложение частиц почвы ветром.

*Вспашка* - основной прием обработки почвы, при котором происходят одновременное крошение, рыхление и оборачивание почвы отвальными плугами.

*Глубина предпосевной обработки почвы* - глубина, на которую обрабатывают почву при предпосевной обработке.

*Глубокорыхлитель-плоскорез* - орудие для глубокого рыхления почвы без перемешивания ее и повреждения стерпи. Применяют для обработки почв, подверженных ветровой эрозии.

*Гумины* - наиболее инертная часть почвенного гумуса, не извлекаемая из почвы при обычной обработке ее щелочными растворами.

*Гуминовые кислоты (ГК)* - фракция темно-окрашенных, высокомолекулярных соединений, извлекаемая из почвы щелочными растворами, при подкислении вытяжки выпадает в осадок в виде гуматов.

*Дискатор* - орудие для поверхностной обработки почвы с дисковыми рабочими органами, применяется в составе комплекса машин в системе основной и предпосевной обработок почвы по энерго- и ресурсосберегающим технологи-

ям, а также лущения стерни, улучшения лугов и пастбищ. За один проход дискатор измельчает и заделывает растительные остатки в почву, создает взрыхленный и выровненный слой почвы, заделывает внесенные удобрения.

*Дискование почвы* (дисковое лущение почвы) - рыхление поверхностного слоя почвы с его частичным оборачиванием. Уничтожает сорняки, измельчает дернину, улучшает качество последующей вспашки. Дискование широко применяют в системе зяблевой и полупаровой обработок почвы при уходе за парами, пастбищами, при подготовке почвы под озимые культуры, при освоении торфяно-болотных и целинных земель. Дискование проводят дисковыми бородами, лущильниками, плугами.

*Зернопаропропашной севооборот* – севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с чистым паром и пропашными культурами.

*Контурная обработка почвы* - обработка почвы по горизонталям местности.

*Кормовой севооборот* - севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов

*Коэффициент водопотребления* - это общий, как производительный, так и непроизводительный расход воды в кубических метрах на одну тонну основной продукции.

*Культуртехническая мелиорация* - комплекс работ по расчистке поверхности земли и приведение ее в состояние, удобное для сельскохозяйственного использования.

*Кулисный пар* - вид пара, занятого полосами (кулисами) из высокостебельных сельскохозяйственных растений (подсолнечник, кукуруза, горчица и др.). Они защищают почву от ветровой эрозии, накапливают снег и влагу, предохраняют озимые от вымерзания.

*Лущение почвы* - поверхностное или мелкое рыхление почвы после уборки хлебов или одновременно с ней, сопровождающееся частичным ее оборачиванием и подрезанием сорняков.

*Междурядье* - пространство между двумя соседними рядками растений.

*Микроэлементы* - вещества, необходимые для роста растений в небольших количествах.

*Минимальная обработка почвы* - обработка почвы, обеспечивающая снижение затрат.

*Модель плодородия почвы* - представляет собой сочетание экспериментально установленных показателей плодородия, находящихся в тесной корреляции с величиной урожая.

*Мульчирование* - покрытие почвы различными материалами (компостом, торфом, перегноем, опилками, бумагой, измельченной соломой и другими) для уменьшения испарения влаги почвой, борьбы с эрозией и сорной растительно-

стью, улучшения химических и физических свойств почвы.

*Нулевая обработка почвы* - технология не предусматривает механическую обработку почвы. Так называемый прямой высев проводят специальными стерневыми сеялками в необработанную почву, а для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями используют пестициды.

*Обработка почвы* - механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в целях создания оптимальных почвенных условий для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии.

*Озимые культуры* - требуют для нормального развития низкой (отрицательной) температуры в начале развития. Их высевают осенью, а урожай получают на следующий год. При весеннем севе они не образуют генеративных органов, не цветут и не плодоносят.

*Окультуривание почвы* - улучшение природных свойств почвы посредством применения агроулучшающих мероприятий.

*Орошение* - это искусственное увлажнение почвы. Орошение регулирует одну из составляющих плодородия – водоснабжение растений, обеспечивая им наиболее благоприятные для произрастания водный, питательный, воздушный, тепловой, солевой и микробиологический режимы почвы.

*Оросительная норма* – количество воды, которое нужно подать на 1 га орошаемого поля в течение вегетационного периода, чтобы получить плановую урожайность.

*Оросительная система* – гидромелиоративная система для орошения земель.

*Осушительная система* - комплекс инженерных сооружений и устройств для регулирования водного режима переувлажненных земель в соответствии с потребностями сельскохозяйственного производства.

*Отвальный способ обработки почвы* - предусматривает обработку отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных по плодородию слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением, перемешиванием, подрезанием и заделкой растительных остатков и удобрений в почву.

*Пар занятый* - один из видов пара, поле севооборота, занимаемое в 1-ю половину лета сельскохозяйственными растениями (например, клевером, смесью вики или гороха с овсом, ранним картофелем). После их уборки почву обрабатывают под последующую культуру.

*Пар чистый* - поле, свободное от возделывания и тщательно обрабатываемое в течение лета.

*Плантаж* - способ глубокой обработки почвы в целях создания большого пахотного слоя для лучшего роста и развития корневой системы на большой

глубине.

*Плоскорез* - орудие для рыхления почвы без ее перемешивания и повреждения стерни. Применяют для обработки почв, подверженных ветровой эрозии.

*Плоскорезная обработка почвы* - рыхление почвы (без оборачивания) с сохранением стерни на поверхности.

*Плуг* - орудие для пахоты. Различают плуги по способу агрегатирования: навесные, полунавесные, прицепные и по способу пахоты: необоротные для загонной вспашки и оборотные - для челночной вспашки.

*Поливная норма* - это количество воды, даваемой за один полив, в метрах кубических на 1 га.

*Поверхностная обработка* - это обработка почвы различными орудиями на глубину, не превышающую 12... 14 см

*Полевой севооборот* – севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур и кормов.

*Полив* – наиболее эффективный способ повышения урожаев, один из основных факторов интенсификации сельскохозяйственного производства.

*Полупаровая обработка почвы* - совокупность приемов сплошной обработки почвы после рано убираемых непаровых предшественников, выполняемых в летне-осенний период.

*Простое воспроизводство* - применимо для почв с оптимальным уровнем плодородия.

*Прием обработки почвы* - однократное механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий тем или иным способом для выполнения одной или нескольких технологических операций на определенную глубину.

*Прифермский севооборот* - севооборот, предназначенный для производства сочных и зеленых кормов и поля которого расположены вблизи животноводческих ферм.

*Расширенное воспроизводство* - реализуется для почв с низким естественным уровнем плодородия, не способным обеспечить достаточную эффективность факторов интенсификации земледелия.

*Рекультивация земель* - это важнейшая часть природообустройства, которая заключается в восстановлении свойств компонентов природы и самих компонентов, нарушенных человеком или загрязненных в процессе природопользования, функционирования техноприродных систем и другой антропогенной деятельности для последующего их использования и улучшения экологического состояния окружающей среды.

*Роторный способ обработки почвы* - предусматривает обработку вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин для устранения дифференциации обрабатываемого слоя по плотности его сложения

и плодородию активным крошением и перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием однородного слоя.

*Рудеральная растительность* - формируется на местообитаниях, не подвергающихся постоянной обработке. Сорняки этой группы обитают преимущественно на залежах, около жилых и хозяйственных построек и сооружений, на свалках бытовых и производственных отходов, по межам и обочинам.

*Севооборот* - чередование культур и пара во времени и по полям. Семена - посевной материал (семена, плоды, соплодия, части сложных плодов), используемые для посева.

*Сегетальная растительность* - образуется на окультуренных сельскохозяйственных угодьях. Она предпочитает постоянно обрабатываемые земли и хорошо приспособлена к посевам определенной культуры. При прекращении обработки почвы сорные виды этой группы полностью выпадают из культивируемого травостоя.

*Сенокосно - пастбищный севооборот* - кормовой севооборот, предназначенный для производства сена, сенажа и выпаса скота

*Сорные растения (сорняки)* - это дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции.

*Сорняки естественных угодий* - хорошо приспособлены к определенному типу естественных угодий, в основном распространены на лугах и пастбищах.

*Специализированный севооборот* - севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной культуры или культур одной группы

*Способ обработки почвы* - это механическое воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на плотность сложения и расположение генетических и разнокачественных по плодородию горизонтов обрабатываемого слоя почвы.

*Фреза* - сельскохозяйственная машина для обработки почвы, оборудованная роторными рабочими органами.

*Фульвокислоты (ФК)* - органические оксикарбоновые азотсодержащие кислоты.

*Чизелевание* - рыхление почвы с помощью чизеля.

*Яровые культуры* (от ярило - солнце) - культуры, высеваемые весной в ранние (пшеница, ячмень, овес, горох) или поздние (просо, гречиха, кукуруза, бахчевые) сроки (соответственно - ранние или поздние яровые культуры).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДОВАННОЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси/ Под ред. Ю.А.Израэля, И.М. Богдевича. Москва: Фонд «Инфосфера – НИА-природа»-Минск: Белкартография, 2009. 140с, ил, карт.
2. Бакина Л.Г., Беличенко М.В., Когут Б.М., Куваева Ю.В., Кротов Д.Г., Лукин С.М., Мерзлая Г.Е., Носиков В.В., Овчинникова М.Ф., Прижукова В.Г., Романенков В.А., Русакова И.В., Шевцова Л.К. Методы определения активных компонентов в составе гумуса почв (Для проведения сравнительных исследований в длительных опытах, реперных участках и полигонах агроэкологического мониторинга) / Под ред. Л.К. Шевцова// Методические указания М. ВНИИА, 2010.-25с.
3. Бейкер С.Д. Технология и посев. Наука и практика. / С.Д. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи // 2-е изд. – Центр международных исследований по нулевой обработке. – Филдинг: Новая Зеландия, 2002. – 263 с.
4. Баздырев Г.И. Земледелие / Г.И. Баздырев Г.И., А.В.Захаренко, В.Г.Лошаков и др. М.:КолосС, 2008 – 607с.
5. Горбылева А.И. Почвоведение: учеб. пособие/ А.И Горбылева, В.Б. Воробьев, Е.И. Петровский; под ред. А.И. Горбылевой. 2-е изд., перераб. – Минск: Новое знание; М.: ИНФА-М, 2012., - 400с, (2)ил. - (Высшее образование).
6. Горбылева А.И., Кротов Д.Г., В.Б. Воробьев, Е.Ф. Вaleyша Критерии для оценки гумусового состояния на примере развития разногумусных дерново-подзолистых почв//«Плодородие почв — основа устойчивого развития сельского хозяйства»// Материалы международной научно-практической конференции 4 съезда почвоведов (Минск, 25 – 30 июня 2010г., Минск, 2010., Часть 1. – с. 63-65.
7. Доспехов Б.А. / Практикум по земледелию. Б.А.Доспехов, И.Л. Васильев, А.М.Туликов М.:Агропромиздат 1987.-383с.
8. Классификация почв России/ Составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева.- М: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, - 2000., - 236 с.
9. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. М.: Колос, 2000. 416с: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
10. Кротов Д.Г. Характеристика почвенного покрова опытного поля Брянской ГСХА// «Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне России»// Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции посвященной 30-летию Брянской ГСХА и 70-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, доктора с.х.н., профессора В.Ф. Мальцева/Брянск: Изд. Брянской ГСХА, 2010 –с.274-281.
11. Кротов Д.Г. Элементный состав и физико-химическая характеристика гуминовых кислот пахотных дерново-подзолистых почв разной степени гумусированности// Почвенные процессы и регулирование питания растений /Сб.

науч. тр., - Горки, 1987

12. Кротов Д.Г., Самсонова В.П. Влияние обработки агросерой легкоуглинистой почвы на ее структурное состояние//АГРО 21., №4-6, 2009.- с.23-25.

13. Мальцев В.Ф. / Словарь агрономических терминов/ В.Ф.Мальцев., В.Е. Ториков., Н.М.Белоус – Брянск. 2006 – 336с.

14. Мальцев Т.С. Вопросы земледелия / Т.С. Мальцев. – М.: Сельхозиздат., 1955. – 430 с.

15. Моргун Ф.Т. Поле без плуга / Ф.Т. Моргун. Харьков. 1982. – 334 с.

16. Моргун Ф.Т. Почвозащитное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикла. – М.: Колос, 1984. – 279 с.

17. Овсинский И.Е. Новая система земледелия / И.Е. Овсинский.- Киев, 1990. – 138 с.

18. Самсонова В.П., Кротов Д.Г. Изменение валового состава агросерых почв при сельскохозяйственной обработке. Вестник Московского университета. Сер.17., 2010, №1. – с.11-16.

19. Ториков, В.Е. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный Федеральный округ. Брянская область: глава в монографии монография / В.Е. Ториков – Брянск, 2007 – 202с

20. Ториков, В.Е. Эколого-экономические и технологические основы растениеводства: Глава в монографии / В.Е. Ториков – Белгород, 2007 – 84 с.

21. Ториков, В.Е. Сахарная свекла и кормовые корнеплоды: биология и технология возделывания / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова – Брянск, 2010 – 84 с.

22. Ториков, В.Е. Рапс озимый и яровой / В.Е. Ториков, В.М. Шаков – Брянск, 2010 – 101 с.

23. Федотов В.А. Технология и агроконтроль обработки почвы при возделывании полевых культур /В.А. Федотов, Л.И. Саратовский, А.Н. Крицкий, А.П. Городецкий // Под ред. В.А. Федотова. – Воронеж, 2005. – 124 с.

24. Белоус, Н.М. Отраслевые регламенты. Крупяные культуры: биология и технология возделывания / Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Никифоров М.И., Юдин А.С./ Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. - 2010. - 73 с.

25. Белоус, Н.М. Отраслевые регламенты. Озимые зерновые культуры: биология и технология возделывания / Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Шпилев Н.С., Малявко Г.П. и др. / Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. - 2010. - 138 с.

26. Белоус, Н.М. Отраслевые регламенты. Зернобобовые культуры и однолетние бобовые травы: биология и технология возделывания / Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Моисеенко И.Я./ Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. - 2010. - 150 с.

27. Белоус, Н.М. Отраслевые регламенты. Многолетние бобовые и злаковые травы: биология и технология возделывания / Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Моисеенко И.Я./ Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. - 2010. - 149 с.

28. Белоус, Н.М. Отраслевые регламенты. Яровые зерновые хлеба: биология и технология возделывания / Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Шпилев Н.С./ Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. - 2010. - 124 с.

29. Белоус, Н. М. Справочник агрохимика / Н. М. Белоус, Г. П. Малявко, В. Ф. Шаповалов. – Брянск: Изд-во БГСХА, 2012. – 50 с.

Учебное издание

**ТОРИКОВ Владимир Ефимович**  
**МЕЛЬНИКОВА Ольга Владимировна**  
**КРОТОВ Дмитрий Геннадьевич**

**ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ  
И ОБЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**



Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 03.12.2015 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 13,13. Тираж 550 экз. Изд. № 4048.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ