

В.Л. Федотов

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ
С ОСНОВАМИ
РАСТЕНИЕВОДСТВА**

Курс лекций

УДК 633/635 (075.8)
ББК 40.3я73+42.1я73

Автор: кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники УО «ВГУ им. П.М. Машерова»
Федотов В.Л.

Рецензент: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **Анучкин П.Д.**

Изложена информация о почвах, их образовании, строении, составе, свойствах, использовании. Дана характеристика различных типов почв.

Раскрыты основы знаний о полевых культурах, их значении, распространении, экологии и технологии возделывания. Почвы и культурные растения рассматриваются как взаимодействующие компоненты агроэкосистем.

Для студентов вузов по специальности «Экология». Пособие (раздел «Почвоведение») может быть использовано студентами специальности «География и биология».

УДК 633/635 (075.8)
ББК 40.3я73+42.1я73

СОДЕРЖАНИЕ

I. ПОЧВОВЕДЕНИЕ	5
ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБРАЗОВАНИЕ И СТРОЕНИЕ ПОЧВЫ	8
1.1. Понятие о почве и ее плодородии. Экологическая полифункциональность почв	8
1.2. Общая схема почвообразовательного процесса	10
1.3. Факторы почвообразования	12
1.4. Морфология почв	18
2. СОСТАВ ПОЧВ	23
2.1. Фазовый состав	23
2.2. Минералогический и химический состав почвы	23
2.3. Органическое вещество почвы. Почвенный гумус	25
2.4. Гранулометрический состав почвы	29
2.5. Почвенные коллоиды	32
3. СВОЙСТВА ПОЧВ	35
3.1. Поглощительная способность почвы	35
3.2. Реакция почвы	37
3.3. Экологическая индикация реакции почв	41
3.4. Структура почвы	42
3.5. Общие физические свойства почв	44
3.6. Физико-механические свойства почвы	45
3.7. Почвенная вода и водные свойства почвы	46
3.8. Воздушные свойства почв	52
3.9. Тепловые свойства почв	53
4. ГЕОХИМИЯ И ЭНЕРГЕТИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ...	55
5. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОВИНЦИИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ	56
6. РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ В ПРИРОДЕ	57
6.1. Классификация, систематика и номенклатура почв	57
6.2. Закономерности территориального размещения почв на Земле..	59
6.3. Общая характеристика зональных типов почв	60
7. ОСНОВНЫЕ ПОЧВЫ БЕЛАРУСИ	65
7.1. Природные условия	65

7.2. Почвообразовательные процессы и почвы на территории Беларуси	69
8. БОНИТИРОВКА ПОЧВ	82
9. ЭРОЗИЯ ПОЧВ	82
10. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА	84
11. ОХРАНА ПОЧВ	86
12. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ	89
II. ОСНОВЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА	90
13. РАСТЕНИЕВОДСТВО КАК НАУКА И ОТРАСЛЬ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	90
14. КЛАССИФИКАЦИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ	91
15. ПРОИСХОЖДЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ	92
16. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ	93
16.1. Зерновые хлеба	93
16.1.1. Озимые хлеба	95
16.1.2. Яровые хлеба	98
16.2. Зернобобовые культуры	100
16.2.1. Люпин	101
16.2.2. Горох	102
17. КАРТОФЕЛЬ	103
18. ЛЕН	105
19. КОРНЕПЛОДНЫЕ КУЛЬТУРЫ	107
19.1. Сахарная свекла	107
19.2. Кормовые корнеплоды	109
20. КОРМОВЫЕ ТРАВЫ	110
20.1. Бобовые травы	111
20.2. Злаковые травы	111
20.3. Травосмеси	112
ЛИТЕРАТУРА	114

І. ПОЧВОВЕДЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Почвы и культурные растения – важные части экосистем. Предметом изучения курса «Почвоведение с основами растениеводства» являются почва и культурные растения. Эти объекты – важные элементы биogeоценозов, агроэкосистем.

Будучи природным телом почва выступает в качестве основной среды обитания и жизнедеятельности всего разнообразия живых существ на Земле. С почвой связано 92% видов растений и 93% видов животного мира. Биологическая масса растений, животных и микроорганизмов, связанная с почвенным покровом земной суши, составляет 2,5 триллиона тонн и почти в тысячу раз превышает биомассу океана. Поэтому вполне оправдано определение почвенного покрова как живой пленки планеты.

Своим физическим состоянием, свойствами почва формирует в природе определенную экологическую среду (биogeоценоз) с соответствующей флорой, фауной, микрофлорой. Сложный спектр природных процессов (биологических, химических и др.), происходящих в ландшафте, находят свое отражение в составе, морфологии и свойствах почв. Поэтому почву справедливо называют зеркалом ландшафта.

Велико значение почвы в агроэкосистемах. Благодаря своему важнейшему свойству – плодородию – она определяет рост и развитие культурных растений, является важнейшим средством сельскохозяйственного производства.

Со своей стороны, возделываемые культуры (их группы) отличаются своей экологией и предъявляют к почвам соответствующие требования, активно воздействуют на почву, на круговорот веществ и потоки энергии.

Несомненно, что познание почвы как особого природного тела, как важного компонента экосистем, как средства сельскохозяйственного производства, информированность в вопросах экологии и технологии возделывания культурных растений, постижение закономерностей взаимного влияния почвы и растения являются необходимым условием при решении задач рационального природопользования, формирования устойчивых экосистем, повышения продуктивности агроландшафтов.

ВВЕДЕНИЕ

Почвоведение как наука и краткая история ее развития.

Методы исследования. Почвоведение – наука о почвах, их образовании, строении, составе, свойствах, распространении, рациональном их использовании. Является комплексной наукой – химия почв, физика почв и т.д. Тесно связана с другими естественными науками – геологией, биологией, химией, дисциплинами сельскохозяйственного направления.

Почвоведение изучает почвенный покров как особую сферу Земли (педосферу), подобно тому, как геология изучает литосферу, гидрология – гидросферу, география – геосферу и т.д. В связи с этим почву можно рассматривать как верхний слой суши (природное тело), созданный в результате совокупного воздействия, природных компонентов на горные породы.

На границе географии и почвоведения возникла особая дисциплина – география почв, которая изучает их территориальное размещение.

Как научная дисциплина почвоведение окончательно сформировалось во второй половине XIX столетия. Однако корни становления этой дисциплины уходят в глубокую древность – в начало зарождения земледелия (около 10 тыс. лет тому назад). В очагах древней цивилизации (Китай, Древний Египет, Древняя Греция, Древний Рим, 3 тыс. лет до н.э.) имело место накопление эмпирических знаний о почве, приемах ее обработки, свойствах, были первые попытки группировок почв для целей их использования и улучшения. Известны своими работами в области почвоведения такие ученые Древнего Рима и Древней Греции, как Катон Старший, Вергилий, Колумелла, Герадот и др.

Средневековье – длительный период застоя в области естественных наук. Некоторые успехи в исследовании почвенного покрова были получены в Византии, Китае, Германии, Италии. К этому периоду относятся первые научные исследования и в России.

Большие успехи в развитии науки о почве были достигнуты в период Возрождения (XV–XVII вв.). Были разработаны теории о роли почвы в питании растений, определены в общих чертах состав и происхождение гумуса, улучшена группировка почв. Считается, что в период Возрождения почвоведение как наука была почти полностью сформирована.

XVIII столетие ознаменовалось интенсивным развитием российского почвоведения. Важное значение для формирования научных взглядов на почву имели работы М.В. Ломоносова (1711–1765) – о питании растений, о происхождении черноземов и др.

XVIII–XIX столетие – в разработке вопросов питания растений и химии почв следует отметить работы шведа Берцелиуса и немца Ю. Либиха, француза Ж.Б. Бусенго и др.

Для почвоведения XIX столетия характерен большой подъем. Начи-

нается дифференциация науки, расширяются связи с другими науками, образуются учебные центры по подготовке специалистов сельского хозяйства.

Основоположителем научного почвоведения является русский ученый **В.В. Докучаев** (1846–1903). Автор генетического почвоведения. Рассматривал почву как самостоятельное природное тело. Разработал учение о природных и почвенных зонах, о факторах почвообразования, о классификации почв и др.

Большой вклад в развитие почвоведения внесли и другие ученые.

Н.М. Сибирцев (1860–1900) – ученик, ближайший сотрудник В.В. Докучаева, автор первого учебника по почвоведению.

П.А. Костычев (1845–1895) – русский ученый, заложил научные основы агрономического почвоведения

К.Д. Глинка (1867–1927) – русский ученый-геолог (минеролог). Изучал процесс выветривания минералов. Занимался разработкой проблем почвенно-географического картографирования и др.

К.К. Гедройц (1872–1930) – русский почвовед, крупный специалист в области химических и физико-химических анализов почв.

В.Р. Вильямс (1863–1939) – русский ученый, автор учения о едином почвообразовательном процессе. Исследовал гумус почв и почвенное плодородие.

Б.Б. Полюнов (1877–1952) – русский ученый, создал учение о геохимии ландшафтов, выветривании горных пород.

Л.И. Прасолов (1875–1954) – русский ученый, внес большой вклад в разработку вопросов картографии почв.

Успехи в развитии почвоведения сделали возможным открытие соответствующего профиля научно-исследовательских учреждений, кафедр почвоведения при высших учебных заведениях, создания международного общества почвоведов.

В Беларуси работы по изучению почв возглавил Я.Н. Афанасьев (1877–1937). Школа белорусских ученых-почвоведов многочисленна. Среди них в первую очередь следует отметить И.С. Лупиновича (1900–1968), П.П. Рогового (1895–1985), И.Ф. Горкушу (1896–1979), А.Г. Медведева (1897–1985), Т.Н. Кулаковскую, Т.А. Романову, Ж.И. Смеяна.

В республике проведено детальное изучение почв. Составлены почвенные карты различного масштаба. Учеными республики много сделано по изучению почвенных процессов, минералогии, агрохимических свойств, эрозии почв, их бонитировке и др.

В Республике работает научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения. В каждой области в составе станции химизации сельского хозяйства действуют почвенные отделы; последние изучают почвенный покров соответствующих территорий и выдают хозяйствам рекомендации по рациональному использованию почв.

Методы изучения почвы. Почвоведение как самостоятельная наука имеет и свои методы изучения почв. Основным методом изучения почв является *сравнительно-географический*, заключающийся в сопряженном, одновременном исследовании почв и факторов почвообразования. Вторым методом почвенных исследований – проведение *стационарных наблюдений* за каким-либо почвенным процессом. Этот метод уточняет, детализирует метод сравнительно-географических исследований.

В настоящее время при изучении почв применяются самые разнообразные методы анализов – химический, минералогический, спектральный, микробиологический и другие.

1. ОБРАЗОВАНИЕ И СТРОЕНИЕ ПОЧВЫ

1.1. Понятие о почве и ее плодородии.

Экологическая полифункциональность почв

Эволюция представлений о почве длительна и сложна. К середине XIX века сложились агрономическое и геологическое представления о почве. Геологи называли почвой *элювий коры выветривания и продукты его переотложения* – мощность слоя почвы могла составлять сотни метров. Согласно агрономическому представлению, мощность почвенного слоя не более 0,5 метра, т.е. в пределах основного сосредоточения корней растения.

Первое научное определение почвы дал В.В. Докучаев. Он определил почву как вполне самостоятельное естественно-историческое тело, возникшее в результате деятельности климата, живых организмов, рельефа, грунта, возраста страны.

Современное определение понятия почвы дает профессор МГУ Б.Г. Розанов: «Почва – это сложная полифункциональная открытая четырехфазная структурная система в поверхностной части коры выветривания горных пород, организмов, климата, рельефа и времени и обладающая плодородием».

К числу основных отличий почвы от горной породы следует отнести следующие: неоднородность почвы по вертикальному профилю, выраженная связь почвы с географической средой, наличие в почве специфических физических, химических, биологических свойств и др. Важным интегральным показателем отличия почвы от исходной горной породы является ее плодородие.

Плодородие – это способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, воздухе и др. Благодаря этому почва участвует в возобновлении биомассы, в том числе и урожая сельскохозяйственных культур.

Различают естественное и искусственное плодородие. Первое образуется в результате длительного процесса почвообразования и тесно связа-

но с действием природных факторов. Высокое естественное плодородие имеют черноземы, дерново-карбонатные почвы.

Искусственное плодородие почвы создается в результате целенаправленного воздействия на нее человека – мелиорации, обработки, внесения удобрений и др. В результате такой деятельности малоплодородные почвы преобразуются в высокоплодородные.

Плодородие целинных, невозделанных почв определяется продуктивностью естественной растительности. В виде годового прироста она составляет от 10 до 300 ц/га и более сухой фитомассы. Плодородие обрабатываемых почв можно оценить фитомассой культурных растений – от 50 до 180 ц/га сухого вещества.

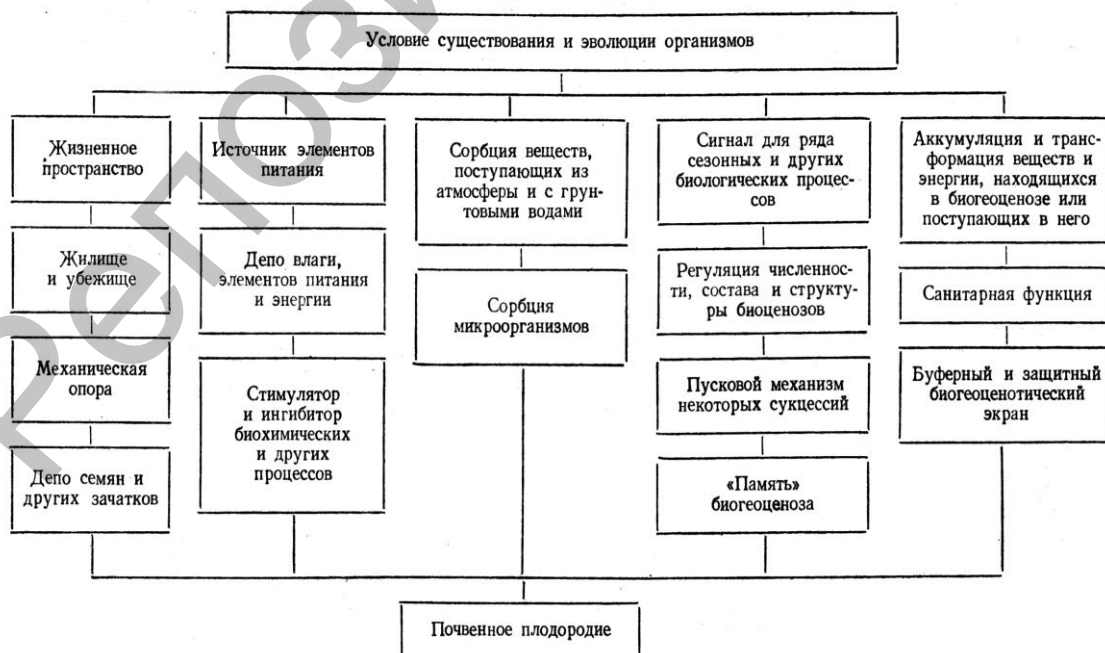
Потенциальное плодородие – это суммарное (естественное и искусственное) плодородие почвы.

Благодаря плодородию почва является основным средством сельскохозяйственного производства. Выступает в качестве базиса размещения всех отраслей народного хозяйства. В отличие от других средств производства (например, сельскохозяйственных машин) почва при эксплуатации не только не теряет своих свойств, но при правильном использовании даже улучшает их, становится более плодородной.

Почва является важным компонентом биосферы, четвертым царством природы, выполняет на земле функцию регулятора равновесия между ее сферами (атмосферой, гидросферой, биосферой, литосферой), которая так необходима для развития жизни в разных формах ее проявления.

Схема

Функции почвы как компонента биогеоценоза (по Г.В. Добровольскому)



На современном этапе чрезвычайно важны экологические подходы к изучению почвы, а именно: анализ функционирования почвы в экологических системах, рассматривая ее в неразрывном единстве с различными почвообразователями, с учетом ответного воздействия самой почвы на формирующие ее факторы.

Как видно из схемы, биогеоценотические функции почвы исключительно разнообразны. Особое место занимает интегральная функция – почвенное плодородие, тесно связанная со всеми остальными. Можно уверенно констатировать, что *экологическая многофункциональность* почвы является ее фундаментальной чертой. (Более детально важнейшие экологические функции почвы будут рассмотрены в соответствующих разделах курса).

1.2. Общая схема почвообразовательного процесса

Почвообразовательный процесс (почвообразование) – это сложный природный процесс преобразования материнской горной породы в почву, ее становления и эволюции под воздействием комплекса факторов. По своей природе – это био-физико-химический процесс.

Преобразование горной породы в почву происходит в результате одновременно идущих процессов – выветривания и почвообразования. Они тесно связаны между собой, но обычно первый процесс предшествует. Физическое и химическое выветривание подготавливает породу к почвообразованию – доводят до состояния рыхляка, в котором может содержаться некоторое количество влаги и элементов питания в доступной форме.

Почвообразование начинается с поселения на продуктах выветривания горной породы микроорганизмов, растений, животных. Сначала поселяются одноклеточные организмы (фото- и хемосинтезирующие автотрофы), микроскопические водоросли. Они добывают из породы труднодоступные элементы и связывают азот – тем самым создают условия для поселения более сложных растительных организмов. Зеленые растения поглощают из породы необходимые химические элементы, осуществляют фотосинтез и создают органические вещества. Органические остатки умерших организмов разлагаются микроорганизмами. Из большей части остатков, после их частичного разложения, синтезируется новое стойкое вещество – гумус, а остальная часть полностью минерализуется до конечных продуктов разложения – CO_2 , H_2O , ионы. Гумус постепенно накапливается в верхней части породы, придавая ей темную окраску и новые свойства. Одновременно с образованием гумуса идет и процесс его разложения микроорганизмами.

В результате постоянно идущих процессов синтеза и разложения органического вещества происходит круговорот углерода, азота и элементов зольного питания в системе почва – растение – почва (рис. 1). Его обычно называют *малым* или биологическим круговоротом веществ. Благодаря

ему в верхних слоях почвы накапливаются элементы питания растений N, K, P, Ca, S, и др. В результате порода приобретает качественно новое свойство – плодородие.

Вместе с малым круговоротом веществ в природе имеет место и так называемый *большой*, или геологический, круговорот веществ. С ним связан процесс выноса из почвы взмученных и растворенных веществ в ручьи, реки, моря, океаны с образованием на дне водоема осадочных пород.

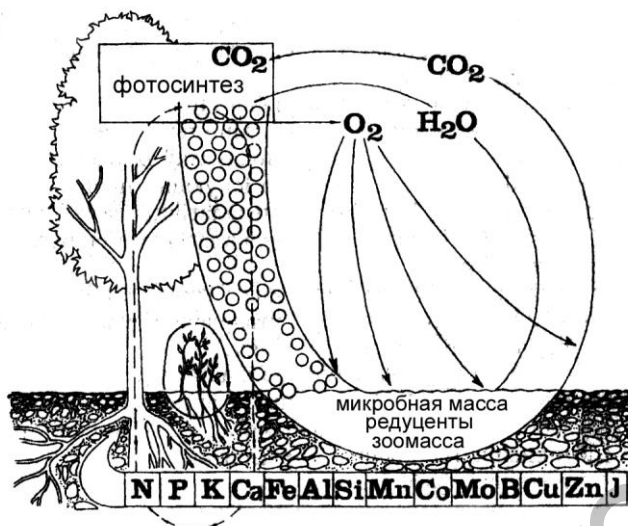


Рис. 1. Малый, или биологический, круговорот веществ

В результате геологических изменений земной коры они вновь могут выйти на дневную поверхность и попасть под влияние континентального выветривания. Очевидно, что для поддержания плодородия почвы необходимо стремиться содействовать проявлению биологического круговорота веществ и ограничивать геологический.

Отличительной чертой почвообразовательного процесса является синтез минеральных соединений – глинистых минералов, солей под воздействием организмов, продуктов их распада, атмосферных факторов. Одновременно идут и процессы разрушения минералов. В итоге минералогический состав почвы может существенно отличаться от минералогического состава материнской породы.

Почвообразование сопровождается взаимодействием минеральных и органических веществ с образованием сложной системы органо-минеральных соединений.

Характерная черта почвообразовательного процесса – перераспределение части минеральных и органических веществ по вертикальному профилю с помощью воды и корневых систем растений и возникновение генетических горизонтов.

В начальной фазе образования почвы возникают фрагментарные почвенные горизонты.

В период зрелой фазы формируется почвенный профиль и устанавливаются показатели состава и свойств почв.

При изменении экологических условий (климат, растительность и др.) почва вступает в фазу эволюционного развития – в ней возникают новые признаки и свойства, соответствующие изменившимся экологическим факторам.

Изменчивость в пространстве и во времени факторов почвообразова-

ния, а значит и процессов, которые имели место в прошлом и действуют в настоящее время, обуславливает закономерности географического распространения почв на земной поверхности, их развитие, эволюцию.

1.3. Факторы почвообразования

Под факторами почвообразования понимают элементы природной среды, под влиянием которых образуются почвы.

Основоположник почвоведения В.В. Докучаев заложил начало учения о факторах почвообразования. Он первым установил, что формирование почвы тесно связано с физико-географической средой. В.В. Докучаев выделил пять факторов почвообразования – климат, почвообразующие породы, живые и отмершие организмы, возраст и рельеф местности. В современном почвоведении к перечисленным факторам добавляют хозяйственную деятельность человека, грунтовые воды. При изучении почв важно учитывать взаимные связи и влияние всех факторов почвообразования.

Функциональную зависимость почвы от факторов почвообразования можно показать схематичной формулой:

$$\text{Почва} = f(K + П + О + Р + ХД + ГВ) t,$$

где f – функция; K – климат; $П$ – порода; $О$ – организмы; $Р$ – рельеф; $ХД$ – хозяйственная деятельность; $ГВ$ – грунтовые воды; t – время.

Климат. Большое влияние на развитие почвообразовательных процессов оказывает климат. С ним связано обеспечение почвы энергией (теплом) и водой. Именно они определяют гидротермический режим почвы. Водный и тепловой режимы почвы непосредственно влияют на развитие и разнообразие организмов, величину их биомассы, на скорость и характер разложения органических веществ, на образование гумуса, разрушение минеральной части почвы. Так, в условиях сухого горячего климата большого количества гумуса в почве не накапливается – образуется небольшое количество опада, органическое вещество его быстро минерализуется. Иная картина наблюдается в условиях холодного, бореального климата – здесь идет замедленное разложение опада и может образовываться даже торф.

Гидротермический режим также обуславливает скорость и направленность процессов перемещения воднорастворимых солей по профилю. Так, в условиях умеренно холодного влажного климата происходит значительный вынос органических и минеральных соединений в нижнюю часть почвенного профиля или в грунтовые воды. По-иному идут процессы перемещения солей в условиях горячего сухого климата – вода поднимается по капиллярам с нижних слоев, что может вызвать засоление почвы.

Ветер вызывает процесс физического выветривания горных пород. Выдувает с поверхности почвы глинистые и пылеватые частицы, опесчивает ее, обуславливает эрозию. Ветер может содействовать также засолению почв, заноса соли с поверхности соленых водных бассейнов.

Биологический фактор. Является ведущим в процессе почвообразования. Оно началось на Земле только после возникновения жизни.

В почвообразовании участвуют следующие группы организмов: микроорганизмы, зеленые растения и животные. Действуя совокупно, они образуют сложные биоценозы. Вместе с тем каждая из этих групп выполняет специфические функции. Сюда входят бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли и простейшие. Их количество в 1 г почвы колеблется от миллионов до миллиардов особей. Масса микроорганизмов составляет от 3 до 8 т./га, или около 1–2 т./га сухого вещества. Особенно много микроорганизмов в верхних горизонтах почвы, в прикорневой зоне. Микроорганизмы – пионеры почвообразования, они первыми поселяются на материнской породе.

Бактерии – самая распространенная группа микроорганизмов в почве. Осуществляют разнообразные процессы преобразования органических и минеральных соединений. Благодаря их деятельности осуществляется грандиозный процесс переработки колоссального количества мертвого органического вещества, которое ежегодно поступает в почву. При этом происходит высвобождение химических элементов, которые были прочно связаны с органическим веществом.

Большое значение имеет деятельность гетеротрофов, которые обуславливают процесс аммонификации – разложение органического вещества с образованием аммонийных форм азота. Полезной является и нитрификация – деятельность автотрофных аэробных бактерий, окисляющих аммонийный азот сначала до азотистой, а потом до азотной кислоты. В результате этого растения получают такой необходимый им элемент питания, как азот. За один год деятельности нитрифицирующих бактерий может образоваться до 300 кг солей азотной кислоты на 1 га почвы.

Вместе с тем в почве с недостатком кислорода может происходить денитрификация – восстановление нитратов почвы до молекулярного азота, что ведет к потере его почвой.

Определенные группы бактерий способны поглощать молекулярный азот воздуха и переводить его в белковую форму. Этой способностью владеют свободноживущие в почве и клубеньковые бактерии, которые живут в симбиозе с бобовыми растениями. После смерти азотфиксирующих бактерий почва обогащается биологическим азотом – до 200 кг/га.

С помощью бактерий осуществляются процессы окисления различных веществ. Так, серобактерии окисляют сероводород до серной кислоты – в результате в почве за год накапливается до 200 кг/га сульфатов.

Большая группа железобактерий для поглощения углерода использует энергию окисления закисного железа.

Актиномицеты, или лучистые грибы, разлагают клетчатку, лигнин, перегнойные вещества почвы, участвуют в образовании гумуса.

Грибы. Содержание их измеряется десятками тысяч экземпляров в

одном грамме почвы. Наиболее распространены плесневые грибы, а в лесных почвах – гриб-мукор. Грибы разлагают лигнин, клетчатку, белки, дубильные вещества. При этом образуются органические кислоты, способные преобразовать почвенные минералы. Часто грибы вступают в симбиоз с зелеными растениями, образуя при этом на корнях микоризу, улучшающую азотное питание растений.

Водоросли развиваются на поверхности почвы. Максимальное количество их наблюдается во влажные периоды. В лесных почвах преобладают диатомовые, сине-зеленые водоросли. Они обогащают почву органическим веществом, активно участвуют в выветривании горных пород.

Лишайники – сложное симбиотическое образование гриба и водоросли. Встречаются повсюду – на почве, на деревьях, голых скалах. Разрушают породы, воздействуя на них механически и химически. Органические остатки лишайников и минеральные зерна горной породы являются по существу примитивной почвой для поселения на ней высших организмов.

Высшие растения. Зеленым растениям принадлежит главная роль в почвообразовании. На суше ежегодно образуется $15 \cdot 10^{10}$ т. биомассы, синтезируемой зелеными растениями за счет фотосинтеза.

Биомасса – общее количество живого органического вещества растительного сообщества. Наибольшая биомасса в лесных сообществах – 1–4 тыс. ц/га. Травянистые сообщества образуют меньшую биомассу. Луговые степи – 250 ц/га, сухие степи – 100 ц/га, пустыни – 43 ц/га. Часть биомассы в виде корневых остатков и наземного опада возвращается в почву.

Ежегодно поступает в почву (опад, корни): таежный лес – 4–6 т./га, луговые степи – около 14 т./га, агрофитоценоз – 3–8 т./га.

Вторая важная функция зеленых растений – концентрация зольных элементов и азота. До 95 % массы сухого вещества растений приходится на углерод, кислород, водород и азот. Кроме того в растениях накапливаются так называемые зольные элементы (около 5 %) – кальций, магний, калий, натрий, сера, хлор и др. – около 70 химических элементов. Многие химические элементы накапливаются в почве (в составе органических веществ) за счет биогенной аккумуляции. Установлено, что бобовые растения в своем составе больше накапливают кальция, магния, азота; злаки – фосфора, кремнезема, т.е. имеет место избирательность в поглощении химических элементов.

Лесной опад хвойных пород, разлагаясь, образует много фульвокислот, что способствует развитию подзолистого процесса почвообразования. Под луговой травянистой растительностью развивается дерновый процесс почвообразования. Мхи выделяются высокой влагоемкостью и поэтому способствуют заболачиванию почв.

Животные организмы (насекомые, дождевые черви, мелкие позвоночные и др.), обитающие в почве, также участвуют в почвообразовании. Их основная роль – преобразование органического вещества почвы. Важна и роющая деятельность почвенных животных.

Зоомасса на Земле меньше фитомассы и составляет несколько миллиардов тонн. Наибольшую зоомассу имеют широколиственные леса – 600 – 2000 кг/га, в тундре – 90 кг/га.

Дождевые черви – наиболее распространенная группа почвенных животных – на одном гектаре их тысячи - миллионы особей. Они составляют 90 % зоомассы в таежных и лиственных лесах. За год перерабатывают на 1 га 50–380 т почвы. При этом улучшается структура почвы, ее пористость, физические свойства.

Почвенные насекомые разрыхляют почву, перерабатывают растительные остатки, обогащают почву растительным веществом, элементами минерального питания.

Землерои (суслики, кроты, мыши и др.) создают в почве норы, перемешивают почву, изменяют ее состав.

Почвообразующие породы. Горные породы, на которых формируются почвы, называют почвообразующими или материнскими. Самыми распространенными являются рыхлые осадочные породы. Имеют плейстоценовый (четвертичный) возраст. Покрывают 90 % территории внетропической части северного полушария. Осадочные породы отличаются рыхлым сложением, пористостью, водопроницаемостью и другими благоприятными для почвообразования свойствами. Мощность их может достигать больше сотни метров.

Встречаются следующие генетические типы осадочных пород: элювиальные, делювиальные, аллювиальные, моренные, водно-ледниковые, озерно-ледниковые, эоловые и др.

Материнская порода является материальной основой, субстратом, на котором формируется почва. Почва в значительной мере наследует от исходной породы ее гранулометрический, минералогический, химический состав и свойства.

Существенное значение имеет карбонатность породы. Так, даже в условиях таежно-лесной зоны почвы могут образовываться с довольно хорошими физико-химическими свойствами, если они формируются на карбонатной породе.

Лучшими почвообразующими породами являются лессы и лессовидные суглинки, карбонатные породы – на них образуются относительно плодородные почвы.

Рельеф принадлежит к числу важнейших факторов почвообразования. Влияет на почвообразование главным образом косвенно, перераспределяя воду, тепло и твердые частицы почвы.

Роль и значение макро-, мезо- и микрорельефа заметно отличается. С формами макрорельефа (равнины, горы, низины) может быть связано изменение количества осадков по мере распространения воздушных масс, приносящих их. Это создает условия для постепенной смены типов растительности, а значит, и почв. В горах при изменении высоты местности из-

меняется температура воздуха, характер увлажнения, что и обуславливает вертикальную зональность климата, растительности и почв.

Элементы мезорельефа (холмы, гряды, водоразделы, овраги) перераспределяют солнечную энергию и атмосферные осадки на ограниченной территории. На равнинных участках рельефа почти все атмосферные осадки воспринимаются почвой; склоны из-за стока теряют воду, а в понижениях она может излишне накапливаться, вызывая заболачивание.

Существенно различие в инсоляции южных и северных склонов – до 10°C, что отражается на водном режиме и характере растительности.

Отрицательные и положительные элементы рельефа, рядом находящиеся, имеют, как правило, разный водно-воздушный и пищевой режим, неодинаковую реакцию (рН).

Поверхностный и внутренний сток вызывает направленную миграцию твердых частиц (растворенных веществ) – устанавливается обмен веществ между формами мезо- и микрорельефа. В итоге мощность гумусового горизонта на склоне может в 2–3 раза меньше, чем в понижении. Сильный сток воды с крутых склонов вызывает эрозию почв, создает тяжелые условия для поселения растений.

Формы микрорельефа (мелкие западины, кочки, пригорки) содействуют возникновению отличий в среде обитания растений, формированию микроструктуры растительного покрова и большого разнообразия почвенных сочетаний и комплексов.

В зависимости от положения в рельефе и степени увлажнения различают автоморфные (почвы водоразделов, склонов), полугидроморфные (заболачиваемые) и гидроморфные почвы. Последние две группы (ряды) почв находятся в сопряженной зависимости от автоморфных почв, то есть почвы понижений испытывают воздействие поверхностных и грунтовых вод, обогащенных химическими элементами и соединениями, извлеченными из почв выше расположенных участков. Геохимическая зависимость полу- и гидроморфных почв от автоморфных называется *геохимическим сопряжением*.

Геохимическая связь в условиях мезорельефа имеет одностороннюю направленность.

В условиях микрорельефа эта связь имеет двухстороннюю направленность – химические элементы, мигрирующие с поверхностным стоком в микрозападины, обогащает их. Но иссушение микроповышений вызывает капиллярное подтягивание почвенных вод из понижений – некоторая часть элементов тоже подтягивается (рис. 2).



Рис. 2. Схема геохимического сопряжения:
А – условия мезорельефа; Б – условия микрорельефа.

Воды. Формирование почв происходит под влиянием поверхностных и грунтовых вод. Их роль сводится главным образом к перемещению взмученных веществ, растворенных соединений под влиянием гравитационных и капиллярных сил, гидролизу почвенных минералов; при застое воды развиваются глеевый и болотный процессы.

Возраст почвы – продолжительность существования почвы во времени. Почвообразовательный процесс, как и всякий другой, протекает во времени. Каждый новый цикл почвообразования (сезонный, годовой, многолетний) вносит определенные изменения в преобразование минеральных и органических веществ в почве. Степень накопления веществ в почве или их вымывания может определяться продолжительностью этих процессов. Поэтому фактор времени («возраст страны», по В.В. Докучаеву) имеет определенное значение в формировании и развитии почв.

Исследованиями установлена продолжительность протекания отдельных процессов почвообразования. Так, определенный уровень накопления гумуса в почве устанавливается за 100–600 лет. На молодых горных моренах, отложениях спущенных озер достаточно сформированная почва образуется за 100–300 лет.

Различают понятие абсолютного и относительного возраста почв.

Абсолютный возраст – это время, которое прошло с начала формирования почвы до современной стадии ее развития. Он может колебаться от нескольких тысяч до миллиона лет.

Почвообразовательный процесс начался раньше на тех территориях, которые быстрее освободились от водного и ледникового покрова. Так, на территории Беларуси молодыми являются почвы ее северной части (в границах последнего валдайского оледенения) – их возраст около 10–12 тыс. лет; почвы южных территорий республики имеют более зрелый возраст.

Вместе с тем в границах одной и той же территории, одного абсолютного возраста почвообразовательный процесс может идти с различной скоростью. А обусловлено это может быть территориальной неоднородностью почвообразующей породы, рельефа и др. В итоге образуются почвы с разной степенью развитости почвенного профиля – их относительный возраст будет неодинаковым.

Для определения абсолютного возраста почв и органического вещества используют радиоактивный изотоп ^{14}C и его соотношение с ^{12}C . Период полураспада ^{14}C составляет 5600 лет. Изотоп ^{12}C стабильный. Зная радиоуглеродную активность гумуса, можно определить его возраст в пределах до 40–50 тыс. лет.

Хозяйственная деятельность человека – мощный фактор воздействия на почву, особенно в условиях возрастающей интенсификации сельского хозяйства.

Человек и его вооруженность мощными средствами воздействия на окружающую среду, в том числе и на почву (удобрения, машины, осушение, орошение, химизация и др.) существенно изменяют природные экологические системы.

Мелиорация земель, вырубка или посадка леса, создание искусственных водоемов – все это соответствующим образом воздействует на водный режим территории, а значит, и почв.

Внесение минеральных и органических удобрений, известкование кислых почв, торфование песчаных и пескование глинистых почв изменяет химический состав почв, их свойства. Механическая обработка почвы вызывает смену комплекса физических, химических и биологических свойств почвы.

Систематическое применение мероприятий по повышению плодородия почвы ведет к их окультуриванию.

Однако неправильная реализация тех или иных мероприятий, нерациональное использование почв может вызвать существенное их ухудшение – привести к заболачиванию, развитию эрозии, загрязнению почвенной среды, резкому ухудшению химических и физических свойств. Поэтому воздействие человека на почву должно быть научно обоснованным, направленным на повышение ее плодородия, на формирование устойчивых высокопродуктивных агроэкосистем.

1.4. Морфология почв

Почва является природным телом и, как и всякое природное тело, характеризуется совокупностью внешних признаков – определенной морфологией. Морфологические признаки отражают состав, химические и физические свойства почвы. Позволят отличить почву от породы, определить тип почвы, направленность и степень выраженности почвообразовательного процесса. Морфологические признаки почв можно квалифицировать как природные индикаторы экологического состояния почвы.

Основными морфологическими признаками являются строение почвенного профиля, мощность почвы и ее горизонтов, окраска, механический состав, новообразования и включения.

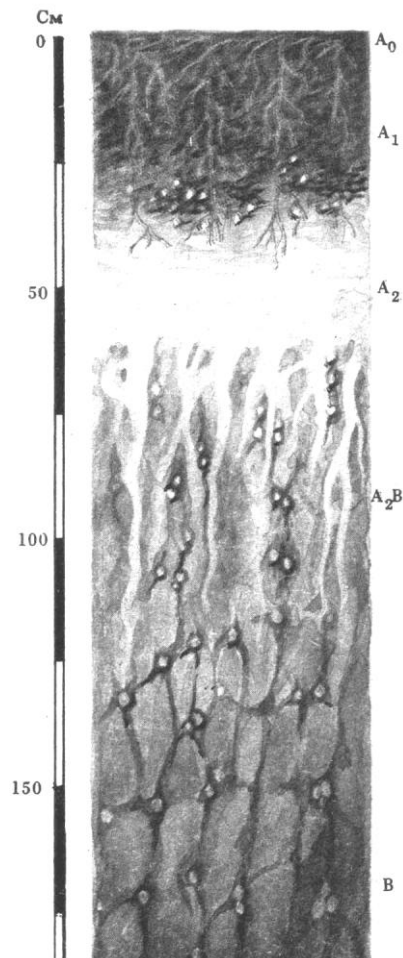


Рис. 3. Строение профиля дерново-подзолистой почвы

Строение почвенного профиля. Процессы почвообразования и перемещения веществ, происходящие в почвообразующей породе, вызывают расчленение ее верхней части на отдельные, генетически связанные между собой горизонты, которые называют *почвенными*. Их совокупность называется *профилем*. Таким образом, почвенный профиль – это вертикальный разрез почвы от ее поверхности до материнской породы.

Он состоит из генетически связанных и закономерно сменяющихся почвенных горизонтов (рис. 3).

Каждый почвенный тип характеризуется определенным строением почвенного профиля.

Почвенный горизонт имеет более-менее одинаковый гранулометрический, минералогический и химический состав, физические свойства, структуру, окраску и др.; в нем могут выделяться подгоризонты.

Почвенные горизонты имеют соответствующие названия и буквенные обозначения.

A_0 – лесная подстилка, состоит из полуразложившихся и неразложившихся продуктов лесного опада и остатков травянистой растительности, располагается на самой поверхности почвы.

A_d – дерн, поверхностный горизонт, образующийся под травянистой растительностью (луговой), густо пронизан корнями растений.

$A_{\text{пах}}$ – пахотный горизонт, образован из гумусового или других горизонтов на глубине постоянной обработки почвы.

A – гумусовый или гумусово-аккумулятивный горизонт, образуется в верхней части профиля, выделяется высоким содержанием гумуса и элементов питания, характерен для степных почв.

A_1 – гумусовый или гумусово-элювиальный горизонт. В нем происходит не только накопление гумуса, но и разрушение, вымывание органических и минеральных соединений.

A_2 – элювиальный или подзолистый горизонт. Это горизонт кислого разложения минеральной части почвы и вымывания продуктов разложения и иловатых частичек в нижерасположенные горизонты. Обычно имеет беловатую окраску.

В – иллювиальный или горизонт накопления значительной части соединений, вымывающихся из вышерасположенных горизонтов. Особенно много в нем накапливается железа и алюминия. Обычно бурокрашенный. В некоторых почвах (дерновые, черноземы и др.) горизонт является не иллювиальным, а переходным от гумусового к материнской породе.

С – материнская порода, почти не затронутая, или в слабой степени изменена почвообразовательным процессом.

Т – торфяной горизонт, черно-коричневой окраски, различной мощности, встречается в профиле болотных почв.

Г – глеевый горизонт, образуется в гидроморфных почвах. В нем при недостатке кислорода развиваются восстановительные процессы, приводящие к образованию закисных соединений железа, марганца и др. Окраска этого горизонта обычно серо-сизая, голубая. Когда признаки глеевого процесса проявляются и в других горизонтах, тогда до их буквенного обозначения добавляют «q» - A_{2q} , B_q . Дополнительными индексами можно указать на карбонатность горизонта (B_k), засоленность (B_c) и т.д.

Мощность почвы и ее горизонтов. Под мощностью почвы понимают толщину ее от поверхности до слабо затронутой почвообразованием материнской породы. В различных почвах она разная. Размеры мощности почвы колеблются от 40–50 до 250 см. Малую мощность почвенного профиля имеют почвы тундры – около 40 см, и связано это с влиянием на почвообразование вечной мерзлоты.

Мощность почв территории Беларуси колеблется от 120 см на глинистой породе до 250 на песках.

Генетические горизонты, составляющие почвенный профиль, также неодинаковые по мощности – от нескольких сантиметров до 100 и более. При изучении морфологии почвы обычно отмечают верхнюю и нижнюю границу горизонта. Например: $A_{пах}$ 0–20 см; A_2 – 20–30 см и т. д.

По информации о мощности горизонтов можно сделать вывод о степени выраженности почвообразовательного процесса и даже об уровне плодородия почвы. Так, например, небольшой гумусовый горизонт (~ 10 см) и хорошо развитый (10 – 15 см) подзолистый горизонт свидетельствуют об относительно низком плодородии такой дерново-подзолистой почвы и ее повышенной кислотности.

Окраска почвы – один из наиболее важных и легкодоступных для наблюдения морфологических признаков. Она довольно разнообразная и зависит от состава почвообразующих пород и типа почвообразования. В зависимости от цвета некоторые почвенные типы получили даже свое название – чернозем, серозем, краснозем.

Окраска почвы сводится к сочетанию черного, белого и красного цветов (рис. 4).

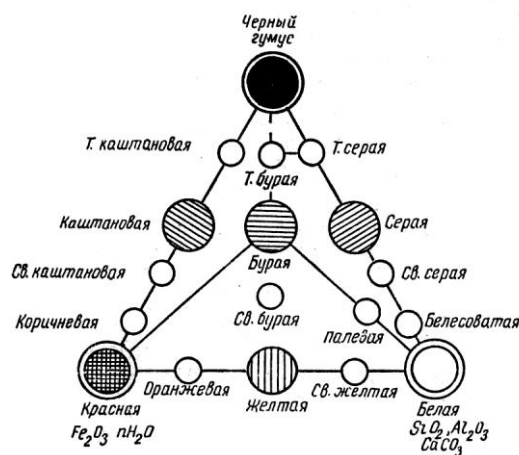


Рис. 4. Треугольник цветов по С.А. Захарову

Основными веществами, обуславливающими цвет почвы, являются: а) темноцветные органические и органо-минеральные вещества; б) оксидные соединения железа и марганца обуславливают бурый, оранжевый, желтый, красный цвет; в) кремнезем, углекислые труднорастворимые соли, гидрат оксида алюминия вызывают белую окраску; г) закисные соединения железа придают почве серый, зеленовещств, а также цвет первичных мило цветов и оттенков почвы.

Окраска почвы может существенно изменяться от степени ее увлажнения. Так, например, серая окраска влажной почвы может смениться на светло-серую при подсушивании ее.

Структура почвы — совокупность отдельностей (агрегатов, комочков) разной формы и величины, на которые она распадается при рыхлении, — глыбистая, комковатая ореховатая, зернистая, призматическая, столбчатая и др.

Слеживание почвы — это внешнее выражение плотности и пористости почвы. Механические элементы почвы и структурные отдельности могут с разной степенью плотности прилегать один к одному, образуя слитную массу или массу с порами.

Слеживание почвы зависит в основном от гранулометрического состава и структуры. Существенное влияние на слеживание оказывает деятельность почвенной фауны и корневых систем растений.

По степени плотности выделяют рассыпчатое, рыхлое, плотное и очень плотное слеживание.

Рассыпчатое слеживание свойственно песчаным и супесчаным почвам, у которых частички не связаны между собой.

Рыхлое слеживание характерно для хорошо оструктуренных суглинистых почв, а также для супесчаных со значительным содержанием гумуса.

При плотном слеживании лопата с большой трудностью входит в грунт. Оно характерно для иллювиальных горизонтов глинистых и суглинистых почв. Частички этих горизонтов довольно прочно связаны между собой; а при слитном слеживании используют даже лом или кирку при копке шурфа.

По характеру пористости различают следующие виды слеживания: тонкопористое (поры 1 мм), пористое (1–3 мм), губчатое (3–5 мм), ноздреватое (5–10 мм), ячеистое (поры 10мм).

Слеживание почвы является важным показателем при ее агрономической оценке. Наиболее благоприятным можно считать рыхлое сложение – при нем создается наиболее оптимальное сочетание водного, воздушного и пищевого режимов почвы.

Механический (гранулометрический) состав так же относят к морфологическим признакам. По нему можно изучать почвенный профиль, более точно определять сущность почвообразовательных процессов конкретной почвы. Выделяют следующие разновидности почв по гранулометрическому составу: песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые.

Новообразования в почве – местные скопления различных веществ, морфологически и химически отличающихся от основной массы горизонтов. Возникли в результате почвообразовательных процессов. Различают новообразования химического и биологического происхождения.

Химические новообразования возникают в результате чисто химических процессов. Морфологические формы их довольно разнообразны – пленки, корочки, конкреции, друзы, плиты и др. Химический состав их также разнообразен.

Для почв таежно-лесной зоны наиболее характерны новообразования гидроксидов железа и марганца, железистых силикатов. Железисто-марганцевые новообразования в суглинистых и глинистых почвах обычно напоминают разного размера конкреции (ортштейны), а у песчаных – буроокрашенные прослои и плиты (ортзанды) различной мощности. Менее распространены чисто марганцевые новообразования – имеют вид черных пятен, мелких конкреций. Для гидроморфных почв этой зоны также свойственны трубчатые конкреции, образующиеся вокруг отмерших корней (поренштейны), прослои фосфатов железа (вивианит).

Новообразования биологического происхождения (растительного и животного) встречаются в следующих формах: капролиты – экскременты дождевых червей в виде небольших клубочков; кротовины – пустые или заполненные ходы роющих животных; дендриты – узоры мелких корешков на поверхности структурных отделений.

Включения – инородные тела, находящиеся в почве случайно: куски кирпича, угля, валуны, кости и др. Они не являются результатом почвообразовательного процесса, но их внимательное изучение может дать немало полезной информации при исследовании генезиса пород истории края и др.

2. СОСТАВ ПОЧВ

2.1. Фазовый состав

Почва – сложное гетерогенное тело природы. В ее составе выделяют следующие фазы (части): 1 – твердую, 2 – жидкую, 3 – газовую, 4 – живую. Соотношения их неодинаковые в различных почвах и в различных почвенных горизонтах одной и той же почвы. Считается, что наиболее благоприятные соотношения между твердыми, жидкими и газоподобными веществами пахотного горизонта почвы должны быть примерно такими: 50:35:15% от объема почвы. Почвенные фазы находятся между собой в тесном взаимодействии.

Твердая фаза почвы включает минеральную и органические части. Первая составляет 80–95%, в торфяных почвах – 15–20 %. Источником минеральных веществ являются разнообразные горные породы; первичные и вторичные минералы; источником органических – остатки отмерших растительных и животных организмов, продукты их жизнедеятельности. Эта фаза почвы обеспечивает питание растений, определяет ее водные свойства – влагоемкость, водопроницаемость, поглонительную способность и другое.

Жидкая фаза (почвенный раствор) является активным компонентом почвы. С ее помощью осуществляется перемещение веществ внутри почвы, она обеспечивает растения водой и растворимыми элементами питания.

Газовая фаза (почвенный воздух) заполняет поры, не занятые водой. Количество и состав почвенного воздуха непостоянны и определяются множеством химических и биохимических процессов, протекающих в почве. Газовая фаза поставляет необходимый почвенной биоте кислород.

Живая фаза состоит из почвенных микроорганизмов (бактерии, водоросли, грибы и др.), беспозвоночных (простейшие, черви, моллюски), роющих позвоночных, корневых систем растений. Активная роль живых организмов определяет принадлежность ее к биокостным природным телам.

2.2. Минералогический и химический состав почвы

Рыхлые осадочные породы, преобладающие среди почвообразующих пород, являются комплексом разнообразных продуктов выветривания. Поэтому минералогический состав этих пород и почв, формирующихся на них, довольно сложный.

В состав почвообразующих пород и почв входят первичные и вторичные минералы. Первичные минералы почти полностью сконцентрированы в гранулометрических фракциях размером $> 0,001$ мм, вторичные – $< 0,001$ мм. Как правило, в почвах первичные минералы преобладают по массе над вторичными. Наиболее распространенными первичными мине-

ралами в породах и почвах являются следующие: кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены и слюды. Кварц и полевые шпаты крупнозернистые, потому что они стойкие к выветриванию минералы. Они сконцентрированы главным образом в песчаных и пылеватых частичках.

Амфиболы, пироксены, слюды легко поддаются выветриванию, поэтому в рыхлых породах и почвах они содержатся в небольших количествах.

Значение первичных минералов разносторонне. Они обуславливают агрофизические свойства почв, являются резервным источником зольных элементов питания растений, а также источником образования вторичных минералов.

Состав распространенных в почвах и породах вторичных минералов небольшой. Среди вторичных минералов встречаются глинистые минералы (монтмориллонит, каолинит, гидрослюда, хлориты и др.), минералы гидрооксидов и оксидов железа и алюминия (гематит, гетит, гидрогелит и др.), минералы простых солей (доломит, галит, кальцит и др.).

Вторичные минералы существенно влияют на формирование водно-физических свойств почвы, их поглотительную способность и режим питания растений.

Минералогический состав почвы определяет химический состав ее минеральной части.

Под химическим составом обычно понимают элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса, азота, углекислого газа и химически связанной воды. В состав почвы входят почти все известные химические элементы. При изучении полного валового состава почвы в ней определяют: Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, S, P, Ti и Mn.

Наиболее распространенными в почве являются следующие элементы: кислород (49 %), кремний (33 %), алюминий (7,13%), железо (3,80 %), углерод (2,0 %), кальций (1,37 %), калий (1,36 %), натрий (0,63 %), магний (0,63 %), азот (0,10 %).

Кроме того, в почве находится большая группа химических элементов, содержание которых невысокое (10^{-2} – 10^{-5} %), но они играют важную биологическую роль, это – бор, медь, марганец, цинк, кобальт, фтор и др.).

По валовому химическому составу можно судить о направленности процессов почвообразования. Так, например, накопление кремнезема в верхних горизонтах, а железа и алюминия в средней части профиля свидетельствует о разрушении алюмосиликатов и выносе из верхних горизонтов подвижных продуктов разрушения.

Формы нахождения химических элементов в почве могут быть разными – в составе минералов, органического вещества, в форме гидроксидов и оксидов, солей, в составе почвенных коллоидов и др., а значит, и доступность их растениям разная. Поэтому часто важно определить не валовое содержание элемента в почве, а его доступные растениям количества. С этой целью используют различные растворители (растворы солей,

слабых кислот, щелочей), в вытяжках которых и определяют содержание элементов питания растений. Таким образом, химический состав почвы можно рассматривать как показатель экологического состояния почвы. Часто это состояние оказывается неудовлетворительным с точки зрения минерального питания растений, земледелец оптимизирует эту экологическую функцию почвы с помощью внесения удобрений.

Культурные растения по-разному реагируют на один и тот же уровень содержания в почве доступных (легкорастворимых) элементов питания. Так, наиболее требовательными к пищевому режиму почвы являются овощные и плодово-ягодные культуры, менее требовательны яровые зерновые, лен, травы, промежуточное положение занимают пропашные – картофель, кукуруза.

2.3. Органическое вещество почвы. Почвенный гумус

Органическое вещество почвы представляет собой важнейшее звено обмена веществ и энергии между живой и неживой природой. Это комплекс органических соединений, входящих в состав почвы. Представлены в основном гумусом (на 80–90%); неспецифическими для почвы углеводами; жирами, белками, а также остатками растений, животных.

Запасы органического вещества в метровом слое различных типов почв колеблются от 8 до 760 т./га. В дерново-подзолистых почвах (пашня) эти запасы достигают 90–100 т./га, в торфяниках – 760 т./га. Основным источником органического вещества в почве являются остатки зеленых растений. В условиях хвойного леса в почву ежегодно поступает в виде опада и отмерших корней около 4–6 т. сухого вещества на 1 га. В агроэкосистемах в почву поступает растительных остатков в год от 2–3 (пропашные культуры) до 7–9 т. сухого вещества на 1 га (многолетние травы).

Масса микроорганизмов, ежегодно отмирающих в почве, составляет около 0,6–0,8 т. сухого вещества на 1 га. Количество остатков животного происхождения – 0,1–0,2 т. сухого вещества на 1 га почвы.

Различают следующие формы нахождения органического вещества в почве.

1. Неразложившиеся или слаборазложившиеся остатки преимущественно растительного происхождения, буроокрашенные. Образуют лесную подстилку, степной войлок, торфяные горизонты. Это так называемый грубый гумус, или мор.

2. Остатки в стадии глубокого разложения, образующие рыхлую темно-бурую или черную массу, под микроскопом – полуразложившиеся остатки. Эта форма получила название модер (труха).

3. Специфические органические образования, представляющие собой собственно гумус, составляющие 85 – 90% от органического вещества почвы. Это – муллевая форма.

Состав органических остатков, поступающих в почву, довольно сложный. Основную массу их представляют углеводы – сахароза, фруктоза, глюкоза, крахмал, клетчатка. Вместе с органическими веществами в почву поступают азотсодержащие соединения – аминокислоты, белки, алкалоиды, а также лигнин, дубильные вещества, смолы, органические кислоты (щавелевая, лимонная, винная).

Элементный состав органического вещества, поступающего в почву, характеризуется тем, что оно примерно на 5% (в пересчете на сухое вещество) представлено углеродом, водородом, азотом; остальные 5% – многочисленная группа зольных элементов – кальций, магний, калий, натрий, кремний, фосфор, железо, сера, а также микроэлементы – медь, бор, марганец, цинк и др.).

По содержанию зольных элементов органические остатки различных растительных формаций могут существенно отличаться, что соответствующим образом влияет на ход почвообразовательного процесса. Почвы, образовавшиеся под травянистой луговой растительностью, содержат больше зольных элементов по сравнению с почвами, сформировавшимися под лесом.

Органические остатки, поступившие в почву, подвергаются различным биохимическим и физико-химическим преобразованиям. Под влиянием ферментов, выделяемых микроорганизмами, изменяется анатомическое строение остатков, а сложные органические соединения распадаются на более простые – их называют *промежуточными продуктами* преобразования органических остатков.

В результате гидролиза белков образуются пептоны, пептиды, свободные аминокислоты. При гидролизе сложных белков вместе с аминокислотами образуются углеводы, фосфорная кислота, азотсодержащие гетероциклические основы.

Разложение жиров сопровождается образованием лигнина и жирных кислот. Продуктами распада лигнина являются фенолы.

Много промежуточных соединений образуется при разложении углеводов – моносахариды, органические кислоты, альдегиды и др.

Спектр промежуточных продуктов преобразования органических веществ, как видно, довольно разнообразный. Большая их часть окисляется до конечных продуктов – углекислого газа, воды, простых солей. Частично промежуточные продукты преобразования используются гетеротрофными бактериями для питания и построения плазмы и таким образом вновь преобразуются в сложные соединения – белки, углеводы и др. И, наконец, часть промежуточных продуктов участвует в синтезе гумусовых веществ.

Процесс синтеза этих веществ протекает в условиях биокатализа, воздействия ферментов, выделяемых микроорганизмами. Сущность этого процесса сводится к тому, что промежуточные продукты разложения органического вещества, попадая под воздействием реакций биохимического окисле-

ния, поликонденсации, полимеризации, дают качественно новые органические соединения, которые называют гумусовыми, или перегнойными, а процесс их образования – *гумификацией*. Обычно под *гумусом* (от лат. *humus* – земля, почва) понимают группу темноокрашенных высокомолекулярных азотсодержащих органических веществ кислотной природы, большая часть которых – коллоиды. Собственно гумусовые вещества составляют 85 – 90% общего количества органических соединений почвы.

В состав гумусовых включают и вещества исходных органических остатков (белки, углеводы, смолы и др.), промежуточные продукты преобразования органических остатков (аминокислоты, моносахариды, полифенолы и др.).

В составе гумусовых веществ выделяют гумины – прочно связанный с минеральной частью почвы комплекс гумусовых кислот.

Установлено, что благоприятствует накоплению гумуса сочетание аэробных и анаэробных условий с чередованием периода достаточного и недостаточного увлажнения.

В зависимости от отношения к различным растворителям выделяют следующие компоненты гумуса: фульвокислоты и гуминовые кислоты.

Гуминовые кислоты – специфические органические кислоты почвенного гумуса. Хорошо растворяются в щелочных растворах, слабо в воде и не растворяются в кислотах. Раствор гуминовых кислот имеет бурый или черный цвет. Состоят в основном из углерода (52–62%), кислорода (31–39%), водорода (2,8–6,6%), азота (2–6%) и небольшого количества зольных элементов – фосфора, серы, железа, алюминия, кремния и др.

При взаимодействии с минеральной частью гуминовые кислоты образуют гуматы. Гуматы одновалентных катионов (K^+ , Na^+ , NH_4^+) хорошо растворяются в воде и легко переходят в состояние коллоидных и истинных растворов, могут вымываться из верхних горизонтов почвы. Клеящая способность этих гуматов низкая. Почвы, содержащие гуматы одновалентных катионов, не имеют водопрочной структуры – при увлажнении набухают и заплывают.

Гуматы двух- и трехвалентных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}) образуют устойчивые водопрочные гели, способные обволакивать минеральные частички почвы и склеивать их в прочные агрегаты. Именно поэтому дерновые почвы характеризуются водопрочной структурой. Молекула гуминовых кислот имеет сложное строение. Ядро молекулы включает бензолполикарбонные кислоты, ароматические и гетероциклические кольца. Периферические части гумусовых веществ содержат разные функциональные группы (карбок-ильные, аминок-руппы, спиртовые и др.), определяющие разнообразные химические свойства и взаимодействие групповых соединений между собой, а также с минеральными компонентами почвы и удобрений.

Гуминовые кислоты имеют высокую поглотительную способность – 200 – 600 мг-экв. на 100 г вещества, их рН около 3,4.

Фульвокислоты (от лат. *fulvus* – желтый) имеют принципиально такое же строение, как и гуминовые, но ядро их менее конденсировано, они меньше содержат углерода, а кислорода и водорода – больше. Окраска их от соломисто-желтой до оранжевой. Фульвокислоты, их соли – фульваты хорошо растворяются в воде, кислотах, щелочах. Их водные растворы имеют кислую реакцию – pH 2,6–2,8. Поэтому фульвокислоты энергично разрушают почвообразующие породы, содействуют выносу из них многих химических элементов. Это особенно резко проявляется при подзолообразовании.

Таким образом, гуминовые и фульвокислоты существенно отличаются своими свойствами. Гуминовые кислоты способны накапливаться в почве и формировать ее плодородие. Фульвокислоты активно разрушают минеральную часть почвы и снижают тем самым ее плодородие. Поэтому важно знать не только общее количество гумуса в почве, но и его качественный (групповой) состав – соотношение в нем гуминовых кислот (ГК) и фульвокислот (ФК). Оно считается благоприятным при $\text{ГК/ФК} \geq 1$.

Велико значение гумуса в почвообразовании и формировании плодородия почв. Влияния гумусовых веществ на эти процессы разнообразное и весьма существенное.

При участии гумуса образуются многие почвенные горизонты – А, А₁, А₂, В и др., формируется структура почвы и ее водно-воздушные свойства. Гумус повышает поглощательную способность почв, расширяет их буферные возможности.

В гумусе накапливаются многочисленные элементы питания растений – N, P, S, K, Ca, микроэлементы, которые высвобождаются при разложении его гетеротрофами. Процессы разложения гумусовых веществ сопровождаются выделением углекислого газа, необходимого зеленым растениям для фотосинтеза.

Кроме того, гумус является источником биологически активных веществ в почве (ферменты, витамины, ростовые вещества), положительно влияющих на рост и развитие растений, мобилизацию элементов питания.

Гумус выполняет и санитарно-охранную функцию: ускоряет разложение пестицидов, закрепляет загрязняющие вещества (сорбция, образование комплексов) и тем самым снижает их поступление в растения.

Все это свидетельствует о том, что содержание гумуса в почве является важным показателем их агрохимической оценки.

Количество гумуса, его качество (Гк/Фк), мощность гумусового горизонта в почвах различных географических зон неодинаково. Так, наибольшее содержание гумуса в верхнем горизонте (10–14%) и наибольшая его мощность (70–80 см) характерна для типичных черноземов. На север и на юг от зоны черноземов количество гумуса и мощность гумусового горизонта уменьшается. В северном направлении – 3–6% в серых лесных почвах и 1–3% в дерново-подзолистых почвах при мощности гумусового го-

ризонта соответственно 25–40 и 15–20 см. На юг – 3–5% в каштановых почвах и 1–2% в бурых почвах при мощности гумусового горизонта соответственно 20–40 и 10–15 см.

Зональные типы почв отличаются и качеством гумуса. Так, в составе гумуса дерново-подзолистых почв преобладают фульвокислоты $\frac{ГК}{ФК} = 0,6 - 0,8$, а в черноземах, каштановых почвах это соотношение равно 1,5–2,5, что говорит о явном преобладании в составе гумуса гуминовых кислот.

Большое влияние на гумификацию оказывает гранулометрический состав. Так, дерново-подзолистые песчаные почвы содержат гумуса (1,0–1,5%) значительно меньше по сравнению с дерново-подзолистыми суглинками (2–3%).

Чтобы баланс гумуса в используемых почвах был положительным, необходимо систематически вносить в почву органические удобрения в достаточно высоких количествах. Считается, что содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах не будет снижаться, если ежегодно вносить 8–10 т/га органических удобрений. Положительно сказывается на повышении содержания гумуса в почве применение зеленых удобрений, травосеяние, известкование кислых почв и др.

В заключение следует отметить, что гумус – понятие не только химическое и биологическое, но и экологическое. Гумусовые горизонты формируются как результат непрерывной смены поколений растений. Различные сообщества растений, например, травянистые и деревянистые, резко отличаются по требованиям к условиям внешней среды, по характеру гумификации. Лесная подстилка (A_0), промывной тип водного режима, фульватный тип гумуса – такова экологическая основа существования леса. А для трав – гумификация по гуматному типу, формирование темноокрашенной гумусовой толщи, аккумуляция в ней элементов питания.

Гумус как экологическая основа почвенного плодородия непосредственным образом влияет на условия жизнедеятельности растений, в том числе и культурных.

2.4. Гранулометрический состав почвы

Гранулометрическим, или механическим, составом почвы называют относительное (в процентах) содержание в ней твердых частиц различного размера. Эти частички являются отдельными зернами минералов, обломками горных пород, продуктами взаимодействия органических и минеральных веществ – их называют механическими элементами.

Если внимательно рассмотреть образец почвы, то можно увидеть, что она состоит из отдельных частиц – агрегатов, которые в воде распадаются на еще более мелкие элементы. Эти мелкие, разной формы частички и есть механические элементы. Среди них выделяют камни (> 3 мм), гравий

(3–1мм), песок (1–0,05мм), пыль (0,05–0,001мм), ил (0,001–0,0001мм), коллоиды ($< 0,0001\text{мм}$). Каждая из этих групп частиц имеет определенные водно-физические и физико-механические свойства.

Иловатые частички имеют высокую вязкость, прилипаемость, плохо пропускают воду.

Частички пыли имеют незначительную прилипаемость и пластичность. Содействуют связыванию воды и питательных элементов, газов; легко склеиваются в агрегаты.

Песчаные частички слабо удерживают и питательные элементы. Вода сквозь песок проходит легко, но поднимается вверх слабо. Структурные песчаные агрегаты легко распадаются.

Разные по размеру механические элементы отличаются и минералогическим составом. Так, песчаные частички представлены в почвах в основном первичными минералами, среди которых преобладают кварц и полевые шпаты. В мелких же частичках, кроме того, много вторичных минералов – монтмориллонита, каолинита и др. Вторичные минералы в отличие от первичных характеризуются высокой емкостью поглощения, что содействует закреплению в почве зольных элементов. Небольшие по размеру вторичные минералы легко склеиваются гумусовыми веществами, и тем самым улучшают сруктурообразование. Однако сказанное совсем не означает, что крупные частицы являются ненужным балластом в почве – соотношения между мелкими и крупными частичками должны быть соответствующими и содействовать оптимизации свойств почвы.

Все частички, крупнейшие за 1мм (гравий, камни), называют *скелетом* (каркасом) почвы, а меньше 1мм (ил, пыль, песок) – *мелкоземом*.

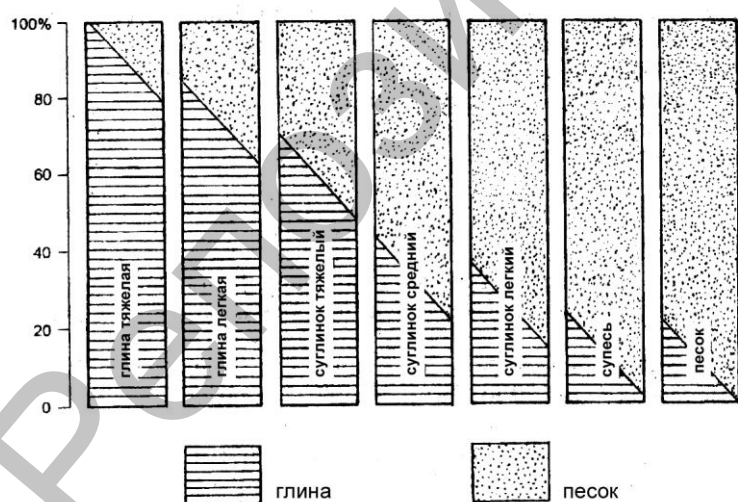


Рис. 5. Соотношение частичек глины и песка в почвах разного механического состава

В основу классификации почв по механическому составу положено наличие в них физической глины и физического песка. *Физической глиной* называют все частички, диаметр которых мельче 0,01 мм, а *физическим песком* – частички размером 0,01–1,0 мм. По механическому составу почвы подразделяются в зависимости от содержания

физической глины на песчаные (0–10%), супесчаные (10–20%), легкосуглинистые (20–30%), среднесуглинистые (30–40%), тяжелосуглинистые (40–50%) и глинистые ($>50\%$) (рис. 5).

Гранулометрический состав почвы оказывает сильное влияние на ее агрономические свойства. Песчаные и супесчаные почвы называют легкими. Вода сквозь них быстро просачивается, легко испаряется. Такие почвы имеют мало влаги, но много воздуха. Поверхность их быстро нагревается и остывает. Питательные вещества легко вымываются. Органические вещества быстро минерализуются. Поэтому на почвах легкого механического состава необходимо вносить органические удобрения большими дозами, а минеральные – малыми.

Легко- и среднесуглинистые почвы – умеренно тяжелые. Они имеют сравнительно оптимальные физические свойства: хорошо связывают воду, но и достаточно насыщены воздухом. Хорошо окультуриваются. Элементов питания для нормальной жизнедеятельности растений содержат сравнительно достаточно. Их органические остатки быстро образуют гумус.

Тяжелосуглинистые, глинистые почвы – тяжелые. Они слабопроницаемы для воды и воздуха, способны удерживать много влаги, которая в значительной степени может оставаться недоступной для растений. Эти почвы часто переувлажнены, холодные. Кроме того, они сильно уплотняются и при высыхании на их поверхности образуются трещины. Глинистые почвы содержат значительные количества элементов питания, но растения не всегда могут их использовать.

Таким образом, гранулометрический состав во многом определяет плодородие почвы; от него зависят многие важные физические и физико-химические свойства. Информация о механическом составе почвы необходима при решении многих практических вопросов. Так, она нужна при определении доз и способов внесения удобрений, извести, сроков и приемов обработки почвы, подбора сельскохозяйственных культур и почвообрабатывающей техники, глубины заделки семян и удобрений, сроков посева и др.

Механический состав почв можно улучшить путем глинования легких и пескования тяжелых.

В естественных условиях с механическим составом почвы связано формирование определенных фитоценозов. Так, на песчаных местообитаниях обычно произрастает сосна, вереск, лишайники из рода кладония цетрария; из зеленых мхов – мох Шребера, Дикранум; из разнотравья – бессмертник, ястребинка волосистая, икотник серо-зеленый, эспарцет песчаный, вейники и др. Не выносят песчаных почв ель, дуб, слива, вишня и др.

В агроэкосистемах не все культурные растения одинаково реагируют на механический состав почвы. На почвах легкого механического состава неплохо удаются люпины, овес, рожь, картофель – последний на этих почвах дает клубни более высоких вкусовых качеств.

2.5. Почвенные коллоиды

Почву относят к сложной полидисперсной системе – в ее состав входят частицы различного размера. Исключительно важную роль играет высокодисперсная часть почвы. Она представлена частицами, имеющими размер меньше 0,001 мм. Их содержание в почве может колебаться от 1–2 до 30–40% к массе почвы. Значение высокодисперсной части почвы состоит в том, что она во многом определяет физические и водно-физические свойства почвы, режим питания растений, поглотительную способность почвы.

Высокодисперсная часть почвы состоит преимущественно из коллоидов.

Почвенные коллоиды – совокупность почвенных частичек размером от 1 до 100 нм. Таким образом, коллоидные растворы занимают промежуточное положение между истинными, или молекулярными растворами (размер частичек < 1 нм), с одной стороны, и суспензионными, эмульсионными (размер частичек > 100 нм), с другой.

Происхождение почвенных коллоидов может быть связано с диспергацией (раздроблением) более крупных частичек, что происходит при выветривании пород. Другой путь образования коллоидов – в результате реакций поликонденсации и полимеризации низкомолекулярных органических соединений.

По составу бывают минеральные, органические и органо-минеральные коллоиды.

Минеральные коллоиды представлены преимущественно глинистыми, а также некоторыми первичными минералами (например, кварц), измельченными до коллоидного состояния. Кроме того, минеральные коллоиды образуют гидрооксиды кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; железа $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, марганца $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. На долю минеральных коллоидов приходится около 80 – 90 % от массы всех коллоидов почвы.

Органические коллоиды образуются при гумификации органического вещества. Представлены в почве гумусовыми кислотами и их солями – гуматами, фульватами, алюмо-железогумусовыми соединениями.

При взаимодействии гумуса с высокодисперсными минеральными частичками почвы образуются комплексные соединения сложного состава – органо-минеральные коллоиды.

Количество коллоидов в почве может сильно колебаться в зависимости от содержания в ней гумусовых веществ и частичек физической глины – с их увеличением возрастает количество коллоидов.

Коллоидная система почвы состоит из дисперсной фазы (масса коллоидных частичек) и дисперсионной среды (почвенного раствора). Они взаимодействуют, в результате этого вокруг коллоидной частички образуется двойной ионогенный слой. Коллоидную частичку с двойным ионогенным слоем называют *мицеллой*. Общая схема ее строения дана на рис. 6.

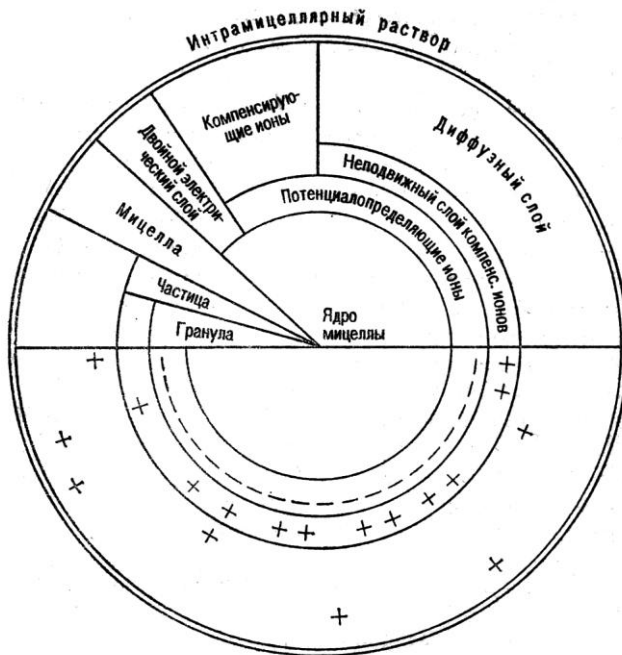


Рис. 6. Схема строения коллоидной мицеллы (по Н.И. Горбунову)

Внутри мицеллы находится ядро — масса недиссоциированных молекул коллоидообразующего вещества. К ядру примыкает потенциалопределяющий (внутренний) слой ионов определенного электрического заряда. Он неподвижный, прочно связан с ядром. Ядро вместе с потенциалопределяющим слоем образует *гранулу*. Вокруг нее формируется слой компенсирующих ионов, имеющих противоположный заряд по сравнению с ионами внутреннего слоя. Часть его ионов образует неподвижный слой компенсирующих ионов, другая часть отходит от внутреннего слоя

на значительное расстояние, теряет с ним прочную связь и образует диффузный слой. Ионы диффузионного слоя способны к различным обменным реакциям с почвенным раствором. При потере диффузным слоем части ионов между зарядами слоя потенциалопределяющих ионов и слоем компенсирующих ионов возникает определенная разность потенциалов, называемая дзета-потенциалом. Величина его колеблется от 0 до 40–60 мВ.

Основная масса мицеллы принадлежит грануле, поэтому заряд последней рассматривается как заряд всего коллоида.

Коллоиды, имеющие во внутреннем слое отрицательно заряженные ионы и диссоциирующие в раствор Н-ионы, называются *ацидоидами*. Они способны к поглощению и обмену катионов. Положительным зарядом характеризуются *базоиды* — их потенциалопределяющий слой состоит из катионов, а диффузный — из ОН-ионов (анионов). Базоиды способны поглощать и обменивать анионы.

Некоторые коллоиды (гидроксиды железа, алюминия) при изменении реакции среды меняют и знак заряда: в кислой среде они заряжены положительно, а в щелочной — отрицательно. Такие коллоиды называют *амфолитоидами*.

Большинство почвенных коллоидов являются ацидоидами — это коллоиды гумусовых веществ, глинистых минералов и кремнекислоты. К базоидам можно отнести гидрооксиды алюминия, железа.

Взаимодействию и соединению коллоидных частиц препятствуют водные пленки, образующиеся на их поверхности. По количеству воды,

которую удерживают коллоиды, они подразделяются на гидрофильные и гидрофобные. Первые сильно гидратируются, набухают в воде. К ним относятся коллоиды гумуса, глинистых минералов. Гидрофобные коллоиды удерживают небольшое количество воды – это минералы каолининовой группы и др.

Почвенные коллоиды могут находиться в двух состояниях: *золя* или коллоидного раствора, и *геля* или студенистого, комковатого или аморфного осадка. Под влиянием тех или других факторов коллоиды из состояния раствора могут переходить в осадок и наоборот. Процесс соединения отдельных коллоидных частичек и выпадения осадка называется *коагуляцией*. Осадок, образующийся при коагуляции, называется гелем. Переход геля в золь – *пептизация*.

При снижении дзета-потенциала и гидротированности частичек состояние золя делается неустойчивым, и как только коллоид теряет заряд или он уменьшается настолько, что силы притяжения превышают силы отталкивания, коллоидные частички начинают сцепляться, образовывать комочки и выпадать в осадок. Коагуляция коллоидов происходит главным образом при взаимодействии с электролитами (растворами солей, кислот, щелочей). При этом ацидоиды коагулируются под влиянием катионов электролита, базоиды – под влиянием анионов. Коагулирующая способность двух-трехвалентных катионов более сильная, чем одновалентных катионов, за исключением H^+ .

Коагуляцию почвенных коллоидов могут вызывать и такие явления, как старение коллоидов, обезвоживание и замораживание почв.

Скоагулированные коллоиды могут переходить от состояния геля в золь. Обычно это происходит с гидрофильными коллоидами, насыщенными одновалентными катионами – H^+ , NH_4^+ , Na^+ , и др. В этих условиях не может образоваться водопрочная структура почвы. Коллоиды передвигаются вниз по профилю, что может ухудшить физико-химические свойства почвы.

Переход геля в золь затруднен или вообще невозможен для гидрофобных коллоидов, насыщенных двух- и трехвалентными катионами – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} . В таких условиях пептизации коллоидов почти не наблюдается, образуются водопрочные структурные агрегаты, в почве закрепляются гумусовые вещества.

Почвенные коллоиды являются носителями сорбционных свойств почвы. Они способны поглощать и обменивать ионы диффузного слоя мицеллы на ионы почвенного раствора.

Адсорбционные свойства коллоидов обусловлены большой удельной поверхностью, благодаря которой коллоидные частички приобретают силы электростатического притяжения – вокруг их могут концентрироваться молекулы воды, газов и др.

3. СВОЙСТВА ПОЧВ

Почва как природное тело обладает совокупностью химических, физических и физико-химических свойств. Являясь средой обитания растений, почва через свое состояние оказывает сильное влияние на их рост и развитие.

Различные типы почв и их разновидности могут существенно отличаться по характеру свойств, что необходимо учитывать при выращивании сельскохозяйственных культур.

3.1. Поглощительная способность почвы

Способность почвы поглощать и удерживать твердые, жидкие и газообразные вещества называют *поглощительной способностью*. Эта способность давно известна человеку и использовалась им для практических целей – например, для опреснения морской воды.

Наиболее важные исследования в этой области принадлежат русскому ученому К.К. Гетройцу, – создателю науки о поглощительной способности почв.

Поглощительные процессы связаны в основном с наличием в почве пор и мелких частичек, главным образом коллоидов. Благодаря поглощительной способности, почва в той или иной мере задерживает от вымывания легкорастворимые соединения. Поглощительную способность почв учитывают при определении доз, сроков и способов внесения удобрений.

Различают пять видов поглощительной способности почв: механическую, физическую, химическую, физико-химическую и биологическую.

Механическое поглощение обусловлено способностью почвы, как и всякого пористого тела, задерживать в порах взмученные в воде частички, крупнее почвенных пор, это значит выступать своеобразным фильтром. Чем больше в почве глинистых частиц, гумуса и чем мельче почвенные поры, тем большую механическую поглощительную способность имеет почва. Механическое поглощение предохраняет вымывание из почвы иловатых и коллоидных частиц, некоторых удобрительных веществ. В результате заиливания пор в профиле почвы могут образовываться водонепроницаемые горизонты, что может отражаться на состоянии водно-воздушных свойствах почвы.

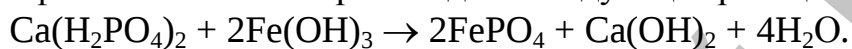
Механическую поглощительную способность используют при создании искусственных фильтров для грубой очистки питьевой воды, для заиливания стенок и днища оросительных каналов с целью ограничения потерь воды на фильтрацию.

Физическое поглощение, или молекулярная адсорбция – это изменение концентрации молекул различных веществ у поверхности почвенных частичек. Обусловлена их свободной поверхностной энергией – последняя

возрастает с увеличением площади общей поверхности мелких частичек, то есть, чем они мельче, тем большая удельная поверхность и энергия поглощения вещества.

Путем физического поглощения в почве могут накапливаться пары воды, газы – аммиак, кислород, углекислый газ и др. Почвенными частицами также могут адсорбироваться молекулы твердых веществ, находящихся в состоянии молекулярных растворов. Например, при прохождении сквозь почву навозной жижи, из нее поглощаются молекулы органических соединений в результате их притяжения поверхностью мелких частичек.

Химическая поглотительная способность связана с образованием малорастворимых и нерастворимых солей в результате чисто химических реакций между веществами почвы. Например, при внесении в почву суперфосфата в ней может происходить следующая реакция:

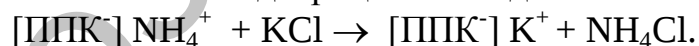


Соль FePO_4 , образовавшаяся в результате реакции, труднорастворимая в воде, доступность фосфат-иона растениями в этом случае резко снижается. Кстати, явление химического поглощения фосфора в дерново-подзолистых почвах довольно распространенное. Процесс этот нежелательный. Чтобы его ограничить, стремятся применять гранулированный суперфосфат, предпочитают локальное внесение удобрений.

Физико-химическое поглощение, или обменная адсорбция, связана со способностью почвенных коллоидов обменивать катионы диффузного слоя на катионы почвенного раствора.

Совокупность нерастворимых в воде мелкодисперсных компонентов почвы, способных к процессам поглощения, обмену ионов, называют *почвенным поглощающим комплексом (ППК)*. Основную часть ППК составляют коллоиды.

Схематически обменная адсорбция выглядит так:



Реакции обмена ионов идут быстро, носят обратимый характер, осуществляются в эквивалентных количествах.

В связи с тем, что почвенные коллоиды представлены в основном ацидоидами, объектами физико-химического поглощения (обмена) являются катионы.

Способность различных катионов к поглощению почвой неодинаковая и зависит от их валентности и атомной массы: чем выше валентность катиона, а в границах одной валентности – атомная масса, тем выше и энергия поглощения. По этой оценке катионы располагают в следующий ряд: $\text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{H}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$. Исключение из этого правила – одновалентный катион водорода.

Сумма всех катионов, находящихся в диффузном слое почвенных коллоидов и способных к обмену, называется *емкостью поглощения*. Ее величина в минеральных почвах колеблется от 5 до 60 мг-экв. на 100 г

почвы и зависит от содержания в ней гумуса и количества минеральных коллоидов. Емкость поглощения дерново-подзолистых суглинистых почв составляет обычно 10–20 мг-экв. на 100 г почвы. Чем выше этот показатель, тем больше катионов содержит почва и тем больший в ней запас питательных элементов.

Состав обменных катионов ППК оказывает большое влияние на свойства почвы. Двухвалентные катионы – кальций, магний – хорошие коагуляторы, содействуют образованию водопрочной структуры, формированию нейтральной реакции почвы.

Поглощенные водород и алюминий обуславливают потенциальную кислотность почвы.

Ряд неблагоприятных свойств приобретает почва при содержании значительного количества в ППК натрия – щелочную реакцию, неводопрочную структуру и др.

Поглощение почвой анионов чаще связано с биологическим поглощением и химическими реакциями, образующими малорастворимые соединения.

Биологическая поглотительная способность связана с жизнедеятельностью растений, микроорганизмов. Благодаря им в составе органического вещества накапливается азот и зольные элементы. Для биологического поглощения характерна избирательность биоты при поглощении элементов питания из почвы: растения и микроорганизмы усваивают элементы не пропорционально содержанию их в почве, а в соответствии со своими физиологическими потребностями. После отмирания и минерализации отмерших организмов поглощенные ранее элементы питания вновь переходят в почву и используются новыми поколениями организмов.

Особенно велика роль биологического поглощения в областях с промывным типом водного режима на рыхлых почвах.

3.2. Реакция почвы

Реакция почвы – физико-химическое свойство, обусловленное содержанием H^+ и OH^- в жидкой и твердой частях почвы. Она является важным условием роста и развития растений, оказывает большое влияние на минеральное питание растений, определяет физические и биологические свойства почвы.

Реакция почвы обычно проявляется при взаимодействии ее с водой или растворами солей. Почвы могут иметь кислую, нейтральную или щелочную реакцию в зависимости от соотношения концентраций иона водорода (H^+) и гидроксида (OH^-). Реакция кислая, если в почве преобладают ионы H^+ , и щелочная – если в почве больше ионов OH^- . При равенстве концентраций H^+ и OH^- реакция почвы нейтральная.

Реакцию раствора обычно определяют по условной величине pH (от-

рицательный логарифм концентрации H^+). Шкала pH имеет значение от 1 до 14. При pH 7 – реакция почвенного раствора нейтральная, ниже 7 – кислая, больше 7 – щелочная.

Различные типы почв имеют и различную реакцию. Ее показатели (pH) могут колебаться от 3,5 до 9 и выше. Наиболее кислую реакцию имеют верховые торфяники. Кислой реакцией характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы. Для черноземов свойственна нейтральная реакция, для каштановых почв, солонцов – щелочная.

Сельскохозяйственные растения предъявляют разные требования к реакции почвы – наиболее благоприятными для большинства культур являются слабокислые или слабощелочные почвы.

С реакцией почв тесно связана и жизнедеятельность почвенных организмов. В кислой среде распространена грибная микрофлора. Для бактерий предпочтительной реакцией является реакция, близкая к нейтральной.

Таким образом, реакцию почв можно рассматривать как важный экологический признак.

Кислотность почв – свойство почвы, обусловленное содержанием в почвенном растворе H -ионов, а также обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе.

Существуют разные источники кислотности почвы. Одной из наиболее распространенных минеральных кислот является угольная кислота, образующаяся при растворении углекислого газа. Значительное подкисление почвенного раствора могут вызвать ненасыщенные катионами гуминовые и фульвокислоты. Последние образуются при разложении остатков хвойной и моховой растительности.

В результате жизнедеятельности грибов и бактерий, разложения растительного опада, выделенные корнями и насекомыми в почве могут присутствовать свободные органические кислоты типа уксусной, щавелевой, лимонной.

В некоторых случаях при выветривании горных пород и минералов могут образовываться и сильные минеральные кислоты – соляная, серная. Существенным источником кислотности могут быть вносимые физиологически кислые удобрения – $(NH_4)_2SO_4$, KCl и др.

Повышенная кислотность – явление вредное для растений и полезной микрофлоры. В кислых почвах усложняется поступление кальция в растения, сосуды корневых волосков закупориваются, угнетается деятельность нитрификаторов, азотофиксаторов. Избыточная кислотность увеличивает до токсичных количеств содержание в почве подвижных алюминия и марганца. Кислые почвы бесструктурные, с неудовлетворительными водно-воздушными свойствами.

Около 50% почв таежно-лесной зоны имеют избыточную кислотность. Кислотность почв необходимо изучать и регулировать.

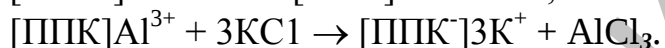
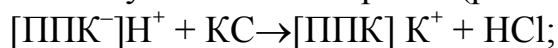
Различают две формы почвенной кислотности – актуальную и потенциальную.

Актуральная (активная) кислотность почвы обусловлена наличием водородных ионов (протонов) в почвенном растворе. Определяется обычно при взаимодействии почвы с дистиллированной водой и выражается показателем pH_{H_2O} . Показатель актуальной кислотности очень динамичен, нестабилен, зависит от многочисленных реакций, постоянно совершающихся в почве.

Потенциальная кислотность (скрытая, пассивная) обнаруживается при взаимодействии почвы с растворами солей. Природа ее сложная. Носителями потенциальной кислотности являются обменные катионы водорода (H^+), алюминия (Al^{3+}) почвенных коллоидов.

В зависимости от соли, используемой для выявления потенциальной кислотности, ее подразделяют на обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность – та часть потенциальной кислотности, которая обнаруживается при вытеснении из почвы ионов H^+ и Al^{3+} растворами нейтральной соли. Обычно для определения обменной кислотности почв используют 1н. Раствор KCl ($pH \sim 6,0$):



$AlCl_3$ – соль слабого основания и сильной кислоты. Гидролитически распадаясь образует соляную кислоту и гидрооксид алюминия:



Образующаяся в растворе кислота оттитровывается – кислотность тогда выражается в мг-экв./100 г, либо определяется величиной pH раствора – pH_{KCl} .

В зависимости от величины pH солевой вытяжки почвы подразделяются на следующие группы: сильнокислые ($pH < 4,5$), среднекислые ($pH 4,6 - 5,0$), слабокислые ($pH 5,1 - 5,5$), почвы с реакцией, близкой к нейтральной ($pH 5,6 - 6,5$).

Знание обменной кислотности имеет практическое значение – ее учитывают при известковании кислых почв, применении удобрений.

По отношению к реакции среды сельскохозяйственные культуры подразделяют на несколько групп:

первая группа – культуры, не переносящие кислых почв: свекла (столовая, кормовая, сахарная), капуста. Оптимальный показатель pH для них $7 - 7,5$;

вторая группа – культуры, чувствительные к повышенной кислотности: ячмень, пшеница, фасоль, горох, вика, клевер, огурец, лук. Они лучше развиваются при $pH 6-7$ и хорошо отзываются на известкование;

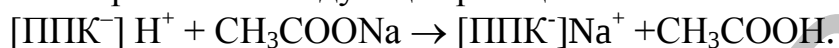
третья группа – слабо чувствительные к повышенной кислотности почв: рожь, овес, гречиха, тимофеевка, редис, морковь, томат. Эти культуры могут удовлетворительно расти в довольно широком диапазоне pH – от $4,5$ до $7,5$, но наиболее благоприятны для них почвы с $pH 5,5 - 6,0$;

четвертая группа – культуры, требующие известкования только

средне- и сильнокислых почв: картофель, лен. Высокие дозы извести отрицательно влияют на качество продукции этих культур;

пятая группа – люпин, сераделла, щавель. Лучше растут на кислых почвах – pH 4,5 – 5,0.

Гидролитическая кислотность определяется при воздействии на почву раствором гидролитически щелочной соли. В этом случае происходит более полное вытеснение поглощенного водорода и других кислотных ионов. Для определения гидролитической кислотности обычно используют 1н. раствор уксуснокислого натрия. При взаимодействии этой соли с почвой может произойти следующая реакция:



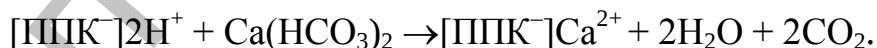
При наличии в почве обменного алюминия в почвенном растворе может образоваться уксуснокислый алюминий с последующим разложением его на гидроксид алюминия и уксусную кислоту.

Количество образующейся кислоты определяют титрованием щелочью и показывают в мг-экв. на 100 г почвы.

Показатель гидролитической кислотности используют при определении степени насыщенности почвы основаниями - она показывает количество обменных оснований (обычно $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), выраженных в процентах от емкости поглощения: $V = \frac{S}{E} \cdot 100 = \frac{S}{S + H} \cdot 100$, где V – степень насыщенности почвы основаниями в %, S – сумма обменных оснований, мг-экв./100 г; H – гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г; E – емкость поглощения, мг-экв./100 г.

Почвы с высокой степенью насыщенности основаниями (> 80%) не нуждаются в известковании, а при V – менее 50%, имеют высокую необходимость в нем.

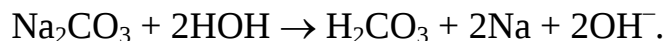
Известкование – основной прием повышения продуктивности кислых почв. При известковании внесенный CaCO_3 (при наличии углекислоты) переходит в растворимый $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и взаимодействует с почвой по следующей схеме:



Дозу извести обычно рассчитывают по гидролитической кислотности: $\text{H} \cdot 1,5 = \text{т CaCO}_3$ на 1 га, то есть 1 мг-экв. гидролитической кислотности на 100 г почвы требуется для нейтрализации 1,5т CaCO_3 на 1 га.

Дозу CaCO_3 для известкования кислых почв можно определить и по обменной кислотности – в зависимости от величины pH_{KCl} и механического состава почвы доза извести может изменяться от 2,0 до 6,0 т CaCO_3 на 1 га; при pH_{KCl} 5,6 и выше почвы не известкуют.

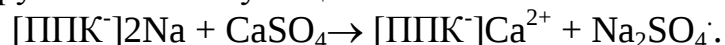
Щелочность почв – способность их подщелачивать воду и растворы нейтральных солей. Связана с присутствием в почве гидролитически щелочных солей – Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{CO}_3)_2$ и других, создающих при диссоциации повышенную концентрацию OH^- -ионов:



Различают *активную* и *потенциальную* щелочность почвы. Первая связана с наличием гидролитически щелочных солей в почвенном растворе. Потенциальная щелочность обусловлена обменно поглощенным Na.

Щелочная реакция угнетает деятельность микроорганизмов, ухудшает структуру и физические свойства почвы, режим питания растений.

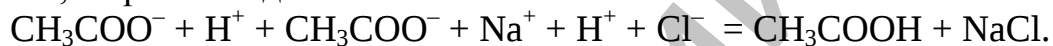
Ликвидируют избыточную щелочность *гипсованием*:



Образующийся сернокислый натрий может быть вымыт из почвы при выпадении атмосферных осадков или при поливе.

Буферность почв – способность противостоять резкому изменению реакции почвенного раствора при введении в почву кислот и щелочей или их солей. Обусловлена наличием в почве буферных систем, представленных обычно слабыми кислотами (органические, угольная) и их солями.

Против подщелачивания буферное воздействие оказывают слабые кислоты, а против подкисления – слабые кислоты и их соли:



диссоциация	диссоциация	диссоциация	диссоциация
слабая	сильная	сильная	слабая

Против подкисления также сильное воздействие оказывают поглощенные основания, особенно кальций.

Высокой буферностью обычно отличаются суглинистые и глинистые почвы, обогащенные гумусовыми веществами. Низкая буферность характерна для песчаных бедных гумусом почв. Эту особенность необходимо учитывать при определении доз удобрений, извести.

3.3. Экологическая индикация реакции почв

О реакции почвы можно судить не только по данным лабораторных анализов, но и по природным индикаторам – растениям, морфологическим признакам почв и др.

Между компонентами любого ландшафта (породы, почвы, растения, природные воды) существуют тесные внутренние связи, в основе которых лежат биогеохимические процессы, явления миграции атомов, вещественный состав среды, свойства ее составных частей и др. Правильный анализ этих связей позволяет по одному звену сложного ландшафтного комплекса определить другие звенья.

Существует довольно строгая приуроченность определенных видов растений к соответствующим почвам. Так, растениями-индикаторами средне- и сильнокислой реакции почв является хвощ полевой, белоус торчащий, щавель воробьиный, лютик едкий, фиалка трехцветная, подорожник большой, сераделла маленькая и др.

Самую высокую кислотность ($\text{pH}_{\text{KCl}} \sim 3,5$) в пределах таежно-лесной

зоны имеет верховое болото, а значит, представители его фитоценоза (сфагнум, пушица, багульник, клюква и др.) являются надежными индикаторами повышенной кислотности своей среды.

К растениям-индикаторам нейтральной и слабокислой реакции почв относят ромашку непахучую, редьку полевую, пырей ползучий, лапчатку гусиную, метлицу белую, клевер ползучий.

Существует группа растений, которые могут свидетельствовать о щелочной реакции почвы, горчица полевая, смолка белая, живокость полевая, мак-самосейка.

Есть и другие признаки, которые косвенно свидетельствуют о реакции среды. Так, на повышенную кислотность указывает сильная изреженность посевов клевера, заболевание капусты килой, ржавая окраска воды в лужах после дождя, бесструктурность суглинистых почв, наличие в них мощного (>10см) подзолистого горизонта.

3.4. Структура почвы

Под структурой почвы понимают отдельности (агрегаты, комочки) разной величины, формы, на которые она распадается в спелом состоянии при рыхлении. Каждый комочек состоит из гранулометрических элементов, соединенных в макро- и микроагрегаты гумусом, корнями растений и др. Почва может быть структурной и бесструктурной. В последней гранулометрические элементы находятся в раздельночастичном состоянии. Примером бесструктурных почв могут быть песчаные: в них мало глинистых частичек и гумуса. Между структурными и бесструктурными почвами могут встречаться переходные, в которых структура выражена слабо.



Рис. 7. Структура почвы: 1 – кубовидная: а – комковатая, б – ореховатая, в – зернистая, г – глыбистая; 2 – призмовидная: д – столбчатая, е – призматическая; 3 – плитовидная: ж – плитчатая, з – чешуйчатая

В зависимости от формы агрегатов различают три типа структуры – кубовидная, призмовидная, плитовидная (рис. 7).

Кубовидная структура имеет отдельности, одинаково развитые по трем осям. Подразделяется на роды: глыбистая, комковатая, ореховатая, зернистая, пылеватая

Призмовидная структура характеризуется преимущественным развитием отдельностей по вертикальной оси. Подразделяется на столбчатую и призматическую.

В *плитовидной структуре* отдельности развиты в основном по двум горизонтальным осям. Подразделяется на плитчатую и чешуйчатую.

В зависимости от размеров агрегаты группируются следующим образом. Агрегаты более 10 мм называют глыбами, от 10 до 0,25 мм – макроагрегатами, менее 0,25 мм – микроагрегатами.

В почвенных горизонтах структурные отдельности обычно не бывают одного размера и формы. Часто структура в них смешанная. Например: комковато-зернистая, комковато-пылеватая и др.

Различным почвенным горизонтам свойственна определенная структура. Так, гумусовые горизонты характеризуются комковатой, зернистой (чернозем, дерновая почва) или мелкокомковатой, комковато-порошистой (дерново-подзолистая почва) структурой.

Для подзолистых горизонтов свойственна непрочнолистоватая, пластинчатая структура или вообще ее отсутствие.

Иллювиальные горизонты чаще имеют призматическую или ореховатую структуру.

Образование структуры происходит при наличии давления (от воздействия корневых систем растений, животных, замерзания, высыхания почвы и др.) и клеящего вещества. В качестве последнего выступают коллоиды, главным образом гумусовые. Водопрочная структура образуется в случае коагуляции коллоидов (образование геля) катионами кальция и магния. При такой структуре почва после дождя не заплывает, на ней не образуется корка, затрудняющая поступление кислорода к корням растений.

Следует отметить весьма важную роль дождевых червей в образовании почвенной структуры.

С агрономической точки зрения почва считается структурной, если комковато-зернистые водопрочные агрегаты размером от 10 до 0,25 мм составляют более 55%.

Плодородная почва – почва структурная. Она легко крошится при вспашке, лучше противостоит водной и ветровой эрозии. В структурной почве хорошо сочетается водный, воздушный и тепловой режим. А это положительно воздействует на развитие биологических процессов, на режим питания растений.

Бесструктурные суглинистые почвы плохо впитывают воду, а ее сток может вызвать эрозию; вода и воздух в таких почвах антагонистичны.

В бесструктурных почвах вода теряется в результате интенсивного капиллярного поднятия, что может привести к пересушиванию почвы, ухудшению обеспечения растений водой, элементами питания. Для получения хороших урожаев на бесструктурных почвах необходимо постоянно заботиться о высоком уровне агротехники.

Почвенную структуру могут разрушить механические факторы (передвижение по полям техники, животных, град и др.), а также физико-химические процессы, связанные с внесением в почву физиологически

кислых удобрений, вытесняющих из почвы катионы кальция и магния.

Для образования и сохранения почвенной структуры необходимо систематически и в достаточном количестве вносить органические удобрения, известковать кислые почвы, обрабатывать почву в состоянии физической спелости. Хорошие результаты дают посевы многолетних трав (клевер с тимофеевкой), сидеральных культур.

3.5. Общие физические свойства почв

К общим физическим свойствам почвы относят плотность твердой фазы, объемную массу и пористость.

Плотность твердой фазы почвы – это отношение твердой фазы почвы к массе равного объема воды при $+4^{\circ}\text{C}$. Ее величина определяется соотношением содержания в почве минеральных и органических частей.

Плотность наиболее распространенных в почве минералов (кварц, полевые шпаты, глинистые и др.) составляет около $2,5\text{--}2,7\text{ г/см}^3$. Для органических веществ (сухой опад, торф, гумус) плотность твердой фазы колеблется от $0,2$ до $1,0\text{--}1,4\text{ г/см}^3$.

Плотность твердой фазы верхних горизонтов почвы, обогащенных гумусом, обычно составляет $2,4\text{--}2,6\text{ г/см}^3$, а нижних – $2,6\text{--}2,7\text{ г/см}^3$.

Плотность твердой фазы почвы косвенно характеризует химический и минералогический состав почвы, содержание в ней органических веществ. Показатель плотности твердой фазы почвы используют для вычисления величины пористости почвы.

Плотность почвы (объемная масса) – масса единицы объема сухой почвы в ненарушенном состоянии. В связи с тем, что почва – рыхлое тело, плотность ее значительно отличается от плотности твердой фазы. Плотность верхних горизонтов почвы обычно колеблется от $0,8$ до $1,2\text{ г/см}^3$, а в нижних возрастает до $1,3\text{--}1,6\text{ г/см}^3$. Оптимальная плотность пахотного горизонта суглинистых почв для большинства культурных растений – $1,0\text{--}1,2\text{ г/см}^3$, песчаных и супесчаных – $1,2\text{--}1,4$, торфяных $0,2\text{--}0,4\text{ г/см}^3$. Объемная масса почвы зависит не только от ее минералогического и механического состава, от содержания в ней органического вещества, но и в значительной мере от ее структуры, сложения. Так, песчаные почвы (малогумусные и бесструктурные) характеризуются большей плотностью в сравнении с суглинистыми почвами, содержащими больше гумуса и хорошо оструктуренными.

От плотности почвы зависит распространение в ней корней растений, ее водный, воздушный и тепловой режимы, а значит, и продуктивность культурных растений.

Показатели плотности почвы используют для расчета ее пористости, запаса воды, элементов питания, гумуса.

Серьезной экологической проблемой современного земледелия явля-

ется повышенное уплотнение пахотного и подпахотного слоев почвы в связи с использованием на полях мощной техники. При плотности почвы более $1,45 \text{ г/см}^3$ в ней создаются экстремальные условия для живых организмов, для биологической активности в связи с ухудшением газообмена, водно-воздушного режима почвы, что отражается на плодородии почвы.

Пористость – общий объем пор между твердыми частичками почвы. Выражают в процентах от общего объема почвы. Рассчитывают по формуле: $P = (1 - d_v/d) \cdot 100$, где d_v – плотность почвы; d – плотность твердой фазы почвы; $(1 - d_v/d)$ – объем пор на единицу объема почвы.

Пористость в верхних горизонтах почвы обычно составляет 55–70%, а в нижних – 35–50 %. Оптимальная пористость для большинства сельскохозяйственных культур около 50 %. Если величина пористости менее 40 %, то затрудняется проникновение корней растений в почву.

Различают общую, капиллярную (межагрегатную) пористость. Для создания устойчивого запаса влаги в почве при одновременно хорошей аэрации необходимо, чтобы соотношения капиллярной и некапиллярной пористости составляли примерно 1:1.

С агрономической точки зрения важно, чтобы почвы имели наибольшую капиллярную пористость (поры заполнены водой) и одновременно пористость аэрации (поры заполнены воздухом) не менее 15% объема в минеральных и 30 – 40 % в торфяных почвах.

3.6. Физико-механические свойства почвы

Физико-механические свойства почвы определяют условия их обработки, работы сельскохозяйственных машин, приспособлений и др. К ним относят пластичность, липкость, связность, набухание, спелость почв.

Пластичность – способность почвы изменять свою форму под влиянием внешней силы и сохранять ее. Обуславливается содержанием иловой фракции и зависит от влажности почвы. Увеличение содержания в почве обменного натрия повышает ее пластичность, а насыщение почвы катионами кальция и магния, увеличение количества гумуса – снижает. Наибольшей пластичностью характеризуются глины.

Способность влажной почвы прилипать к другим телам называют **липкостью**. Прилипание почвы к сельскохозяйственной технике увеличивает тяговое сопротивление и ухудшает качество обработки почвы. Липкость обычно возрастает с увеличением содержания иловатых частичек и уменьшением структурности почвы.

Связность – способность почвы противостоять внешним усилиям разъединить почвенные частички. Обусловлена силами сцепления между частичками. Наибольшей связностью обладают глинистые почвы, наименьшей – песчаные. Связность почвы также зависит и от таких факторов, как структурное состояние, гумусированность, влажность. Максимальная

связность наблюдается при влажности завядания растений. Содействует увеличению связности насыщение почвы одновалентными катионами. Почвы с высокой связностью трудно обрабатывать.

Набухание – увеличение объема почвы при увлажнении. Обуславливается сорбцией воды почвенными частичками и гидротацией обменных катионов. Высоким набуханием отличаются глинистые минералы, значительным – органические коллоиды. Повышению набухаемости содействует значительное содержание в почве натрия.

Явление, противоположное набуханию и которое проявляется при высушивании почвы, называется **усадкой**. Сильная усадка образует трещины в почве, может вызывать разрыв корней растений, потерю воды за счет испарения.

С физико-механическими свойствами почвы связано такое понятие, как **спелость почвы**. Различают физическую и биологическую спелости почвы.

Физическая спелость – это такое состояние почвы, когда она легко обрабатывается, хорошо крошится на комки разной величины. Именно почва такого состояния и необходимо обрабатывать. Физически неспелая почва прилипает к почвообрабатывающим орудиям, образует глыбы. Физическая спелость определяется влажностью почвы, ее связностью, липкостью.

Биологической спелости почва достигает при максимальной активности микробиологических процессов. Об этом судят по количеству углекислого газа, образующегося в результате их проявления. В период биологической спелости возрастает содержание в почве доступных растениям элементов питания.

Для регулирования общих, физико-механических свойств почвы используют различные приемы: а) агротехнические (правильная обработка почвы с соответствующими приемами, способами, сроками); в) химические (формирование оптимального состава катионов ППК, необходимой реакции путем известкования почвы, применения определенных минеральных удобрений и др.); в) биологические (посев сидератов, многолетних трав, внесение органических удобрений и др.).

3.7. Почвенная вода и водные свойства почвы

Всякая почва содержит определенное количество воды, которую обычно называют почвенной, или жидкой фазой. Содержание влаги в процентах к массе сухой почвы характеризует ее влажность.

Почвенная вода – условие жизни растений, жизнедеятельности почвенной фауны и микрофлоры. Особенно много воды расходуют растения – для создания 1 г сухого вещества требуется от 200 до 1500 г воды.

Наличие воды в почве обуславливает протекание биохимических, физико-химических и других процессов, передвижение веществ, водно-воздушный, тепловой режимы, физико-механические свойства.

Растения нормально развиваются только тогда, когда в почве есть постоянное и достаточное количество воды. Как недостаток, так и избыток влаги в почве ограничивают продуктивность растений или совсем вызывают их гибель.

Познание закономерностей поведения почвенной влаги, умение управлять водными свойствами почвы – важная предпосылка получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Источники воды в почве следующие: атмосферные осадки, грунтовые воды, конденсация водяного пара из атмосферы. Обычно главным источником воды в почве являются атмосферные осадки.

Формы воды в почве. Вода, поступающая в почву, может передвигаться под воздействием силы тяжести (гравитации), может попадать под воздействие менисковых (капиллярных), осмотических, сорбционных сил или переходить в парообразное состояние. В результате этого в почве образуются различные категории (формы) воды, которые характеризуются неодинаковой подвижностью, различной силой связи с почвой, а значит, и разной доступностью для растений.

Вода в почве может находиться во всех трех состояниях – твердом (лед), жидком, парообразном.

Различают следующие формы воды в почве: химически связанная, парообразная, сорбционно связанная (гигроскопическая, пленочная); свободная (капиллярная и гравитационная) – рис. 8.

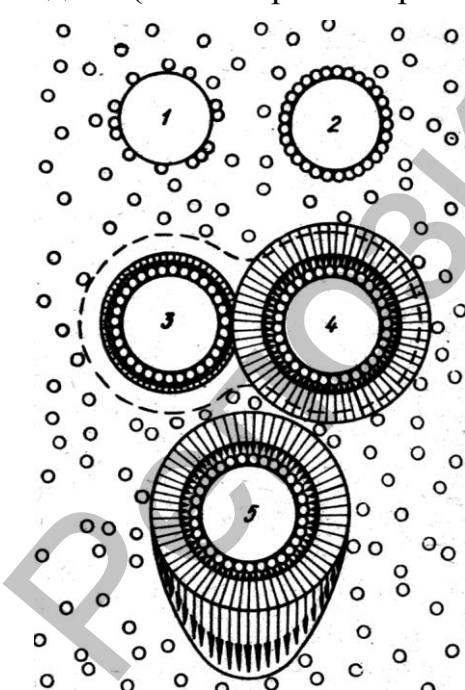


Рис. 8. **Формы воды:** 1 – гигроскопическая, 2 – максимальная гигроскопическая, 3,4 – пленочная, 5 – гравитационная

Химически связанная (кристаллизационная) вода входит в состав некоторых кристаллогидратов ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Характеризуется очень высокой прочностью связи и неподвижностью в почве, недоступна растениям.

Парообразная вода. Находится в почвенном воздухе в форме водяного пара. Она содержится в небольшом количестве (не более 0,001% от массы почвы) и свободно передвигается от мест с большей упругостью пара к местам с меньшей упругостью, от более теплых к менее нагретым слоям почвы. Может также передвигаться пассивно с потоком воздуха. Парообразная вода может адсорбироваться поверхностью твердых частичек. Становится доступной растениям только после конденсации паров воды.

Сорбционно связанная вода образуется в почве путем сорбции парообразной и жидкой воды на поверхности твердых частичек

почвы. Она подразделяется на гигроскопическую (или прочносвязанную) и пленочную (или рыхлосвязанную).

Гигроскопическая вода представляет собой сорбированные молекулы водяного пара, на поверхности почвенных частичек. Они образуют пленки, состоящие из 2 – 3 ориентированных слоев молекул воды. При высокой относительной влажности воздуха толщина этой пленки может быть равной 20 – 30 диаметрам молекул водяного пара.

Количество гигроскопической воды в почве зависит в основном от содержания органических и минеральных частичек, способных образовывать вокруг себя пленку. Тяжелые по механическому составу и хорошо гумусированные почвы содержат больше гигроскопической воды по сравнению с легкими, малогумусированными почвами. Эффект сорбции воды заметно проявляется в частицах размером 2–3 мкм и резко возрастает в частицах менее 1 мкм.

Гигроскопическая вода очень прочно удерживается почвой ($1\text{--}2 \cdot 10^9$ Па), совсем недоступна растениям. Удалить ее из воздушно-сухой почвы можно путем многочасового высушивания при 105°C .

Наибольшее количество гигроскопической воды почва может сорбировать из воздуха, полностью (96–98 %) насыщенного водяным паром. Эта величина называется максимальной гигроскопичностью почвы (МГ). Значение МГ в песчаных почвах колеблется в границах 0,1–1 %, в глинистых, гумусированных почвах достигает 10–15 %, а в органогенных почвах – 20–40 %.

Обычно растения начинают завядать раньше, чем почва высыхает до максимальной гигроскопичности. То количество влаги в почве, при которой в растениях появляются признаки устойчивого завядания, и они не исчезают при помещении растений в атмосферу, насыщенную водяным паром, называется *влажностью устойчивого завядания (ВЗ)*.

ВЗ – это нижняя граница доступности воды растениям в почве. Ее определяют вегетационными методами, наблюдая, при какой влажности растения завядают, или расчетным образом: $\text{МГ} \cdot 1,5$.

Влажность завядания зависит от вида растения и свойств почвы. Чем больше в почве мелких частичек и органических веществ, тем выше в ней ВЗ. В среднем она составляет 1–3% в песках, 3–6% в супесях, 6–15% в суглинках и 50–60 % в торфяных почвах. Показатели ВЗ необходимы для расчета запасов в почве продуктивной влаги.

Пленочная (рыхлосвязанная) вода – является дополнительно сорбированной при соприкосновении твердых частичек почвы с жидкой водой. Сорбционные силы поверхности почвенных частичек не насыщаются полностью даже в том случае, когда влажность почвы достигает МГ, но может сорбировать жидкую воду. Рыхлосвязанная вода образует пленку из слабоориентированных молекул. Пленочная вода удерживается почвой менее прочно, чем гигроскопическая. Может передвигаться от частиц с более толстой к частицам с менее толстой пленкой. Растениям доступна только частично.

Свободная вода не связана силами притяжения с почвенными частицами. Она доступна растениям. Различают две формы свободной воды в почве – капиллярную и гравитационную.

Капиллярная вода удерживается в почвенных порах малого диаметра – капиллярах, под воздействием капиллярных или менисковых сил. В зависимости от характера увлажнения почвы различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду.

Капиллярно-подвешенная вода заполняет капиллярные поры при увлажнении почвы сверху. При этом под увлажненным находится сухой слой почвы. Вода увлажненного слоя как бы «зависает» над сухим слоем почвы. Капиллярно подвешенная вода может передвигаться в направлении к испаряющей поверхности. Это движение прекращается, когда капилляры из-за недостатка воды разрываются. Влажность, при которой это происходит, называется *влажностью разрыва капилляров (ВРК)*.

Капиллярно-подпертая вода образуется при подъеме ее снизу вверх по капиллярам от грунтовых вод, или верховодки. Зона капиллярного насыщения над грунтовой водой называется *капиллярной каймой*.

Агротехнические мероприятия, направленные на сохранение воды в почве, на рациональное использование ее растениями, связаны с образованием запасов именно капиллярной воды путем уменьшения ее расхода на физическое испарение. Например, ранневесеннее покровное боронование почвы разрушает ее корку, капилляры и этим существенно сокращает потерю воды почвой.

Свободная вода, которая не удерживается капиллярами и передвигается вниз под воздействием силы тяжести, называется *гравитационной*. Различают гравитационную воду, просачивающуюся сверху вниз сквозь почвенно-грунтовую толщу, и гравитационную воду, накапливающуюся над водонепроницаемым горизонтом в виде грунтовой воды. Гравитационная вода не только вызывает вынос или горизонтальную миграцию химических элементов, но и может обуславливать недостаток кислорода в почве.

Водные свойства. Основными водными свойствами почвы являются влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность.

Влагоемкость – способность почвы поглощать и удерживать **определенное** количество воды. Полная влагоемкость соответствует состоянию полной насыщенности почвы водой, когда все поры ею заполнены. Ее величина зависит от пористости почвы и рассчитывается по формуле: $W = P/V$, где W – полная влагоемкость (в % от сухой почвы); P – пористость (в % от объема почвы); V – плотность почвы (г/см^3).

Понятию капиллярной влагоемкости соответствует состояние насыщенности водой всех капилляров почвы.

Полевая влагоемкость характеризуется наибольшим количеством подвешенной воды, которую может удерживать почва. В полевых условиях такое состояние увлажнения наблюдается после стока гравитационной воды при отсутствии подпора грунтовых вод.

Наименьшая влагоемкость почвы определяется содержанием в ней только пленочной воды.

Величина всех видов влагоемкости зависит от механического состава, структуры почвы, ее гумифицированности и возрастает с переходом от легких почв к тяжелым, от бесструктурных к структурным, от почв с низким содержанием гумуса к почвам хорошо гумусированным.

Водопроницаемость – способность почв впитывать и пропускать сквозь себя воду, поступающую с поверхности. При поступлении воды в почву сначала происходит поглощение и прохождение ее от одного слоя к другому, не насыщенного водой. Потом, когда почвенные поры полностью наполнятся водой, начинается ее фильтрация сквозь толщу почвы.

Считается, что почва имеет хорошую водопроницаемость, если она пропускает за один час при напоре воды в 5 см и температуре 10°C от 70 до 100 мм воды. Чрезмерно высокая водопроницаемость обуславливает высокую фильтрацию воды за границы корневзаселенного слоя. И наоборот, чрезмерно низкая может привести к застаиванию воды на поверхности почвы, стоку ее по склону, смыву и размыву почвы. Песчаные и супесчаные почвы более проницаемые для воды, чем суглинистые и глинистые. Водопроницаемость структурных почв более высокая по сравнению с бесструктурными.

Водоподъемная способность – способность почвы вызывать восходящее перемещение воды капиллярными силами. Они наиболее сильно проявляются в порах диаметром 0,1–0,003 мм; более мелкие поры заполнены связанной водой. Поэтому водоподъемная способность возрастает от песчаных почв к суглинистым и снижается в глинистых. Максимальная высота поднятия воды над уровнем грунтовых вод для песчаных вод – 0,5–0,7 м, для суглинистых – 3–6 м. В структурных почвах капиллярная вода менее подвижна.

Благодаря капиллярным процессам и водоподъемной способности почв грунтовые воды участвуют в дополнительном обеспечении растений водой, восстановительных процессах и др.

Водный режим представляет собой совокупность явлений поступления влаги в почву, продвижения, расхода. Количественную его характеристику показывают в виде водного баланса. Приходная часть баланса состоит из атмосферных осадков (A_0), притока грунтовых вод (ГрП), конденсированной воды (К). Расход воды включает потерю воды при испарении (И), десукции (Д), различных видов стока – поверхностного (ПС), внутрипочвенного (ВПС), грунтового (ГрС).

В зависимости от баланса воды различают следующие типы водного режима: промывной, периодически промывной, непромывной, выпотной, водозастойный.

Промывной тип водного режима проявляется в условиях ежегодного промачивания всей почвенной толщи до грунтовых вод. Уравнение водно-

го баланса для этого типа имеет следующий вид: $A_0 > И+Д+ПС+ВПС$. Промывной тип водного режима характерен для подзолистых и дерново-подзолистых почв.

Периодически промывной тип водного режима наблюдается на территориях, где средние многолетние показатели осадков и испарения примерно сбалансированы. Здесь в сухие годы происходит ограниченное промачивание почвы, а в мокрые – сквозное. Этот тип водного режима свойственен для почв лесостепей. Водообеспеченность почв здесь неустойчивая.

Непромывной тип водного режима встречается в почвах южных зон (сухие степи, черноземно-степная зона и др.). Вода осадков здесь распределяется только в верхних горизонтах и не достигает грунтовых вод. Уравнение водного баланса этого типа следующее: $A_0 = И+Д+ПС+ВПС$.

Выпотной тип водного режима наблюдается в условиях жаркого засушливого климата при неглубоком залегании грунтовых вод. Количество воды, которое расходуется на испарение, десукцию, значительно превосходит количество воды атмосферных осадков: $A_0 < И+Д$.

Водозастойный тип водного режима встречается в разных почвенно-климатических условиях, характерен для понижений рельефа, для мест с близким к поверхности уровнем грунтовых вод. Обуславливает заболачивание почв.

Общим критерием выделения типов водного режима может быть коэффициент увлажнения (КУ), представляющий собой отношение годовой суммы осадков к годовой потере воды при испарении. В разных природных зонах он колеблется от 0,1 до 3,0.

Таким образом, водный режим имеет большое значение в почвообразовании. В одних условиях он может определять вынос веществ из почвы, в других, наоборот будет содействовать их накоплению, формировать солончаки. Переувлажнение почвы может вызвать восстановительные процессы, накопление торфа и др.

Как недостаток, так и избыток воды отрицательно отражается на жизнедеятельности растений. Регулирование водного режима основывается на учете климатических и почвенных условий, биологических особенностей растений и осуществляется соответствующими мелиоративными приемами.

В естественных условиях с водным режимом почв теснейшим образом коррелирует и характер растительного покрова, его видовой состав. Экология этой зависимости позволяет говорить о болотной растительности, растительности заболоченных и водораздельных участков.

3.8. Воздушные свойства почв

Почва – пористое тело, в котором практически постоянно в тех или иных количествах присутствует воздух. Он обычно состоит из смеси газов и заполняет свободные от воды поры почв.

Источниками почвенного воздуха является атмосферный воздух и газы, образующиеся в самой почве.

Большинство растений не может существовать без постоянного притока кислорода к корням и выведения углекислого газа из почвы – должен быть постоянный обмен с атмосферным воздухом. Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называют *газообменом, или аэрацией*.

При недостатке кислорода и избытке углекислого газа в почвенном воздухе развитие растений угнетается, снижается усвоение веществ питания, воды, замедляется рост корней. Отсутствие кислорода ведет к гибели растений. Все это обуславливает необходимость постоянной аэрации почв. Почвенный воздух может находиться в различных состояниях – свободном, адсорбированном поверхностью почвенных частичек и растворенном в жидкой фазе почвы. Большое значение в аэрации почв имеет свободный почвенный воздух. Он обычно находится в некапиллярных и капиллярных порах, обладает подвижностью и может обмениваться с атмосферным воздухом.

По составу почвенный воздух отличается от атмосферного меньшим содержанием кислорода и большим углекислого газа (табл.1).

Таблица 1

Состав атмосферного и почвенного воздуха (в % объема)

Газ	Воздух атмосферный	Воздух почвенный
Азот	78	78–80
Кислород	21	0,1–20
Углекислый газ	0,03	0,1–15

Кроме трех основных газов (N_2 , O_2 , CO_2) в почвенном воздухе находятся в незначительных количествах CH_4 , H_2 и др.

На протяжении вегетационного периода состав почвенного воздуха постоянно меняется в результате деятельности микроорганизмов, дыхания растений и газообмена с атмосферой. В пахотных, хорошо аэрируемых почвах с благоприятными физическими свойствами содержание CO_2 в почвенном воздухе на протяжении вегетации не превышает 1 – 2 %, а содержание O_2 не бывает ниже 18 %.

Главные факторы, влияющие на газообмен – диффузия, изменение температуры почвы, барометрического давления, влажность почвы, ветер. Все эти факторы действуют в природных условиях совокупно, но основ-

ным необходимо считать диффузию. В результате ее происходит перемещение газов в соответствии с их порционным давлением.

Состояние газообмена определяется воздушными свойствами почв. К ним относят воздухопроницаемость и воздухоемкость.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать сквозь себя воздух. Чем большими являются ее показатели, тем лучше идет газообмен. Зависит от механического состава почвы, ее плотности, влажности, структурного состояния. Воздух передвигается в почве по порам, не заполненным водой. В структурных почвах, в которых кроме капиллярных пор есть достаточное количество крупных некапиллярных пор, создаются наиболее благоприятные условия для воздухопроницаемости.

Воздухоемкость – способность почвы удерживать определенное количество воздуха. Определяют ее в объемных процентах. Содержание воздуха в почве зависит в первую очередь от влажности почвы и ее пористости – чем большая пористость и меньшая влажность почвы, тем больше содержится в ней воздуха. Оптимальные условия для газообмена создаются при содержании воздуха в минеральных почвах 20–25, а в торфяных – 30–40 %.

Создание глубокого пахотного горизонта, рыхление подпахотного, разрушение почвенной корки – важные приемы регулирования воздушного режима на малогумусных почвах тяжелого механического состава. Положительную роль играют при этом и такие мероприятия, как регулирование реакции среды, внесение удобрений, особенно органических.

3.9. Тепловые свойства почв

Температура почвы является фактором, сильно влияющим на интенсивность ее химических, физико-химических и биологических процессов. Скорость химических реакций возрастает в 2–3 раза с повышением температуры на каждые 10^0 С.

Тепло – необходимый фактор жизнедеятельности растений. От температурных условий почвы зависит прорастание семян, развитие и распространение корневых систем, скорость прохождения отдельных стадий, интенсивность фотосинтеза. Температурный режим почв регулирует количество микроорганизмов и их активность.

Неудовлетворительное тепловое состояние почвы может привести к снижению продуктивности растений и даже к их гибели. Поэтому важно знать закономерности формирования температурного режима почвы и приемы его регулирования.

Совокупность явлений поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепловой энергии называется *тепловым режимом почвы*. Тепловое состояние почвы характеризуется показателями температуры ее генетических горизонтов и определяется теплообменом в системе: приземный слой воздуха – растения – почва – материнская порода. В самой почве также

происходит теплообмен, обусловленный разностью температур поверхности почвы и ниже расположенных горизонтов.

Главным источником тепла в почве является лучистая энергия солнца. Количество солнечной радиации, поступающей на поверхность почвы, зависит от географического положения и характера рельефа местности, а также от поры года и суток, состояния атмосферы. В средних широтах в полуденные часы приток солнечной радиации на ровную поверхность составляет $0,8 - 1,5 \text{ кал/см}^2$ в минуту. Дополнительным источником является тепло, выделяющееся при разложении органических остатков, и внутреннее тепло земного шара. Однако это дополнительное тепло очень незначительное.

Тепловой режим почвы зависит не только от количества лучистой энергии, поступающей в почву, но и от тепловых свойств самой почвы – теплопоглощение, теплоемкость, теплопроводность.

Теплопоглощательная способность – способность почвы поглощать лучистую энергию Солнца. Характеризуется величиной альбедо, представляющей собой отношение количества отраженной энергии к количеству поступившей. Чем меньше альбедо, тем больше поглощает почва солнечной радиации. Альбедо зависит от цвета, влажности структуры почвы, выравнинности поверхности и наличия растительного покрова. Почвы темноокрашенные, с южным склоном поглощают солнечного тепла больше, чем почвы светлые северного склона. Растительный покров несколько уменьшает поглощение почвой тепла.

Величина альбедо разных поверхностей колеблется в широких пределах: снежная – 70–80 %, песчаная – 40 %, черноземная – 8–14 %, водная – 10%, с растительным покровом – 12–20 %. Снежный покров, характеризующийся низкой теплопроводностью, ограничивает потерю тепла почвой, глубину ее промерзания, предупреждает гибель культурных растений от низких температур.

Теплоемкость – свойство почвы поглощать тепло. Характеризуется количеством тепла в калориях, необходимого для нагрева единицы массы (1 г) или объема (1 см^3) на 1°C . Составные части почвы имеют разные показатели теплоемкости. Так, удельная (массовая) теплоемкость составляет для песка кварцевого – 0,19; глины – 0,23; воды – 1,0; торфа – 0,47 кал.

Суглинистые и глинистые почвы, содержащие много воды и органического вещества, обладают большей теплоемкостью, чем песчаные и супесчаные почвы с малой влажностью. Почвы тяжелого механического состава, заболоченные медленно нагреваются – их называют холодными. Песчаные и супесчаные почвы быстро теряют воду, быстро прогреваются – их называют теплыми. Весной легкие почвы нужно обрабатывать раньше, чем тяжелые.

Теплопроводность – способность почвы проводить тепло от одного слоя к другому. Измеряется количеством тепла в калориях, которое проходит за 1 сек. сквозь 1 см^2 слоя почвы толщиной 1 см при разности темпера-

тур в 1°C . Теплопроводность почвы является функцией теплопроводности ее составных частей – твердой, жидкой, газовой. Наименьшей теплопроводностью характеризуется воздух, несколько большей – вода, наибольшая – в минеральной части почвы. Теплопроводность минеральной части в среднем в сто раз больше, чем воздуха, а воды – в 28 раз. Очень низкая теплопроводность в торфяных почвах.

Сухие бесструктурные, плотные почвы нагреваются быстро, но они и быстро теряют тепло. Влажные, рыхлые, богатые органическим веществом почвы нагреваются медленнее, но излучают тепло постепенно, что благоприятно для сельскохозяйственных культур.

Для регулирования теплового режима почвы применяют различные приемы – мульчирование, рыхление или прикатывание поверхности почвы, гребневые и грядковые посевы, снегозадержание, поливы, укрытие пленкой и др.

4. ГЕОХИМИЯ И ЭНЕРГЕТИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Материальной основой при формировании почв являются горные породы – их называют материнскими. С одной стороны, почва наследует те химические элементы, которые содержатся в почвообразующих породах. С другой – эти химические элементы энергично перераспределяются в вертикальном и пространственном направлениях под влиянием факторов почвообразования, в первую очередь под влиянием жизнедеятельности животных и растительных организмов, воды.

Будучи биокостным телом почва – основная среда взаимодействия между живым веществом и неживой природой. Она обуславливает определенное поведение химических элементов в почве. Геохимия почвообразования занимается изучением закономерностей поведения химических элементов в почве, их миграцией, аккумуляцией, перераспределением.

Огромную биогеохимическую работу выполняют бесконечные поколения высших растений, обуславливающих круговорот химических элементов в системе почвы – растения и синтез органического вещества.

Высшие растения суши ежегодно синтезируют более 100 млрд.т. сухого органического вещества. Принимая, что зольные элементы и азот составляют около 5% этой массы, можно заключить, что на суше вовлекается в биологический круговорот несколько миллиардов тонн химических элементов.

О роли биологического фактора в перераспределении химических элементов, о направленности биологического круговорота можно судить, если определить коэффициенты биологического поглощения (K_6) химических элементов:

$$K_6 = \frac{\text{содержание химического элемента в золе растений}}{\text{среднее содержание элемента в литосфере}}.$$

Этот коэффициент высок для углерода, азота, фосфора, серы, галогенов. Большое влияние на состав почвы, на перераспределение химических элементов в ней оказывает водная миграция химических элементов. Подсчитано, что поверхностными водами выносятся в течение года со всей суши $23 \cdot 10^9$ т. растворенных и взмученных веществ.

Количественно роль водной миграции в геохимии вещественного состава почв выражают коэффициентом водной миграции (K_v):

$$K_v = \frac{\text{содержание химического элемента в сухом остатке воды}}{\text{среднее содержание элемента в земной коре}}.$$

Чем меньше это отношение, тем менее активно выносятся водами химический элемент. Наибольшая геохимическая подвижность у хлора, серы, брома, йода. Меньше вовлекаются в водную миграцию калий, натрий, кальций, магний, а также стронций, молибден, цинк и др.

Состав почвы и ее горизонтов определяется соотношением процессов биологического поглощения и водной миграции. В геохимическом плане почвообразование сложный, развивающийся во времени процесс обмена вещества между литосферой, атмосферой и наземными организмами.

Почвообразование сопровождается и определенным обменом энергии. Этот вопрос был основательно изучен В.Р. Волобуевым (1963). По его данным, суммарная затрата энергии на почвообразование составляет в тундрах и пустынях $4\text{--}20$ кДж/см², в лесах и степях умеренного пояса $40\text{--}170$ кДж/см², во влажнотропических ландшафтах $200\text{--}300$ кДж/см² в год.

Расход энергии почвообразования распределяется следующим образом: испарение и транспирация – $95\text{--}90,5$ %; биологические процессы – $5,0\text{--}0,5$ %; гипергенез минералов – $0,0n\text{--}0,00n$ %.

Полнота использования поступающей солнечной энергии на почвообразование зависит от увлажнения – в аридных ландшафтах мало используется энергии, в гумидных ландшафтах степень использования солнечной энергии на почвообразование достигает $70\text{--}80$ %.

5. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОВИНЦИИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ

Биогеохимические провинции – это области на поверхности Земли, в которых в ответ на геохимические факторы (недостаток или избыток определенных химических элементов во внешней среде) у живых организмов возникают соответствующие биологические реакции. Например, для зон подзолистых и дерново-подзолистых почв характерны биогеохимические провинции, связанные с недостаточностью йода, кобальта, кальция, меди и других элементов. Этот дефицит обусловлен большой подвижностью их ионов, легко вымываемых из указанных почв. Экологическая реакция на аномальное содержание в окружающей среде перечисленных элементов проявляется в виде эндемических (местных) заболеваний – зоб, акоболь-

тоз, ломкость костей у животных. Подобные заболевания не встречаются в соседней зоне черноземья.

Имеются также биогеохимические провинции и эндемии, встречающиеся в районах рудных месторождений, солевых отложений, недавно действующих вулканов. Для них обычно характерно избыточное содержание химических элементов в среде. Например, борные биогеохимические провинции и эндемии (среди флоры и фауны) обнаружены в бессточных областях; флюороз человека и животных – в области недавно действующих вулканов, месторождений флюорита и фторапатита.

Изучение биогеохимических условий возникновения эндемий позволяет разрабатывать меры их предупреждения – применение микроудобрений, содержащих медь, бор; использование в пищу йодированной соли; обогащение кормов животных кобальтсодержащими соединениями и т.д.

6. РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ В ПРИРОДЕ

6.1. Классификация, систематика и номенклатура почв

Сложная взаимосвязь между почвой и факторами почвообразования, разнообразие последних и их сочетаний являются причиной большого разнообразия почв в природе. В целях удобства их изучения и практического использования возникает необходимость в группировке почв, их классификации.

Под *классификацией почв* понимают их отношение к различным систематическим единицам и определение соподчиненности этих единиц. Принципы и критерии классификации почв могут быть разные.

К числу наиболее разработанных классификаций почв, используемых в настоящее время в почвоведении, можно отнести следующие: географо-генетическая, морфолого-генетическая, эволюционно-генетическая.

Первую в мире научную классификацию почв предложил (1879 г.) и обосновал (1886 г.) В.В. Докучаев. В соответствии с его классификацией все почвы России были подразделены на нормальные (зональные), переходные (интразональные), аномальные (наносные). Классификация почв, разработанная В.В. Докучаевым и усовершенствованная его учеником Н.М. Сибирцевым, основывалась на учете связей свойств почвы с факторами почвообразования, географией ландшафтов и другими причинами географического распределения почв. Такая классификация почв получила название географо-генетической. Следует отметить, что генетический подход и до настоящего времени преобладает в различных системах классификаций почв, несмотря на то, что ведущие критерии могут быть разными.

Многие современные классификации почв представляют собой творческое продолжение докучаевского подхода к группировке почв. Они учи-

тывают экологические, морфлогические и эволюционные подходы и создаются с учетом строения состава и свойств почв, их режимов и процессов почвообразования, агропроизводственных особенностей.

Систематика почв предполагает определенный набор таксономических единиц разного ранга – тип, подтип, род, вид, разновидность.

Основной таксономической единицей современной классификации почв является *тип* почвы. Он представляет собой конкретные почвы с общими наиболее существенными и характерными свойствами; почвы, развивающиеся в однотипно сочетаемых биологических, климатических и гидрологических условиях. Примером типа почв могут быть черноземы, подзолистые, болотные и другие почвы.

Подтип почв выделяют в пределах типа по проявлению основного процесса почвообразования и налагающемуся дополнительному процессу, является переходной ступенью между типами. Например, подтипами дерново-карбонатных почв являются дерново-карбонатные типичные, дерново-карбонатные выщелоченные почвы.

Род почв выделяют в границах подтипа с учетом почвообразующей породы, химизма грунтовых вод и других местных условий. Например, на меловых отложениях, лессах и т.д.

Вид почв выделяют в границах рода по степени выраженности признаков основного процесса почвообразования – по степени, например, оподзоленности (сильно-, средне-, слабооподзоленная почва), по степени гумусированности (слабогумусированная, сильногумусированная почва) и т.д.

Разновидость характеризует гранулометрический состав верхнего горизонта почвы – среднесуглинистая, супесчаная и др.

В зависимости от степени и характера увлажнения почв выделяют следующие гидрологические ряды – автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные почвы.

Аutomорфные почвы на протяжении вегетационного периода практически избыточно не увлажняются. Это почвы водораздельных участков.

Полугидроморфные – это почвы, находящиеся продолжительное время в состоянии избыточного увлажнения. В профиле таких почв образуются глееватые пятна и сплошные глеевые горизонты. К этому ряду можно отнести следующие типы: дерново-глеевые, дерново-подзолистые глеевые и др.

Почвы гидроморфного ряда находятся в состоянии полной влагоемкости и анаэробии практически весь год. Их профиль состоит из органо-генного и глеевого горизонтов. Этот ряд представляют торфяно-болотные почвы.

По степени окультуренности пахотные земли могут подразделять на слабо-, средне-, сильноокультуренные.

Номенклатура почв – это название почв в соответствии с их систематическим положением. Полное название почвы охватывает все таксоно-

мические единицы. Например, дерново-карбонатная (тип), выщелоченная (подтип), на меловых отложениях (род), слабогумусная (вид), среднесуглинистая (разновидность) почва. В некоторых случаях используют сокращенный вариант названия почвы, указывая только тип, разновидность – дерновая среднесуглинистая почва, дерново-подзолистая супесчаная и т.д.

6.2. Закономерности территориального размещения почв на Земле

Изменчивость в пространстве и времени факторов почвообразования, а значит, и процессов почвообразования, которые происходили в прошлом и происходят сейчас, обуславливают закономерности географии почв на земной поверхности. Эти закономерности были установлены В.В. Докучаевым. Изучая широтно-зональное распределение почв Русской равнины, он открыл *законы зональной горизонтальности почв*. В соответствии с этим законом зональность факторов почвообразования обуславливает и соответствующее зональное распределение почв на материках Земного шара. Например, на Восточно-Европейской равнине четко проявляются широтные зоны тундровых, подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных, черноземов, каштановых и других почв.

Использование закона зональности почв в условиях Кавказских гор позволила В.В. Докучаеву установить *закон вертикальной зональности, или высотной поясности почв*. В горах при подъеме от подошвы к вершине наблюдается смена вертикальных (высотных) почвенных зон, как и при движении с юга на север, за небольшими исключениями.

На примере почв Северной Америки и Австралии установлено, что распределение почв может носить и меридиальный характер (а не только широтный!).

Исследования показали, что некоторые типы почв не образуют самостоятельных почвенных зон, могут встречаться в виде небольших пятен или островов в разных почвенных зонах. Такие почвы называют *интразональными* – болотные, дерново-аллювиальные и др.

Закономерное распределение почв в природе является основной для выделения почвенно-географических единиц, главные из них – почвенная зона, подзона, провинция.

Почвенная зона – это территория, вытянутая в широтном и долготном направлении и характеризующаяся преимущественным распространением одного или двух зональных типов почв и сопутствующих им интразональных почв. Обычно почвенные зоны размещаются сравнительно узкими полосами, вытянутыми с запада на восток, местами могут прерываться, распадаться на отдельные острова.

Выделяют следующие почвенные зоны: 1) арктическая; 2) тундровая; 3) таежно-лесная; 4) лесостепная; 5) черноземно-степная; 6) сухие степи; 7) пустынные степи; 8) сухие субтропики; 9) влажные субтропики.

Внутри почвенных зон выделяются почвенные подзоны.

Почвенная подзона – часть почвенной зоны на территории которой распространены зональные подтипы почв.

В направлении с запада на восток зоны могут подразделяться на *провинции*, их выделяют по местным особенностям почвообразования, связанных с температурными отличиями, характером увлажнения и континентальности.

В границах подзон и провинций, даже на небольшой территории, почвенный покров часто бывает неоднородным – он носит комплексный характер. Эта пестрота является результатом проявления местных особенностей рельефа, почвообразующей породы, растительности.

6.3. Общая характеристика зональных типов почв

С разнообразием почв в природе, их строением, свойствами, экологическими особенностями наиболее удобно познакомиться на примере зональных почв Восточно-Европейской равнины, характеризующейся относительно выровненным рельефом, имеющей большую протяженность как с запада на восток, так и с севера на юг и охватывающей практически все почвенные зоны.

Зона тундры занимает значительную территорию на Крайнем Севере.

Климат зоны суровый, холодный. Среднегодовые температуры в европейской части около $-0,2^{\circ}\text{C}$. Осадков выпадает в год в среднем 200–300 мм. Низкие температуры обуславливают слабое испарение и высокую относительную влажность воздуха – 80–90 %. Отличительная черта природных условий тундры – наличие на небольшой глубине многолетней мерзлоты.

Рельеф: преобладают равнинные формы с большим количеством котловин и впадин.

Материнские породы представлены в основном завалуненными моренными суглинками, морскими отложениями.

Растительность тундры – это разнообразные мхи и лишайники, низкорослые березы и ивы, багульник, а в поймах рек – луговая травянистая растительность.

Характерные процессы почвообразования в тундре – оглеение и торфонакопление.

Наиболее распространенным зональным типом почв являются **тундрово-глеевые**. Они формируются в условиях лишайниково-моховой растительности и кустарниковой тундры. На поверхности торфяно-глеевых почв располагается лишайниково-моховая подстилка (A_0) – темно-серого или буро-серого цвета, мощностью 2–6 см, а ниже, до мерзлоты, идет глеевый горизонт (G).

Тундрово-глеевые почвы характеризуются кислой реакцией, низким содержанием гумуса (1–3 %).

Использование почв тундры в земледелии ограничивается коротким вегетационным периодом, низкими летними температурами. При их освоении необходимо создавать окультуренный пахотный горизонт, проводить известкование, систематически вносить органические и минеральные удобрения.

Таежно-лесная зона расположена на юг от зоны тундры. Имеет большое распространение. Природные условия и почвы этой зоны довольно разнообразные. Целесообразно рассмотреть их ниже, на примере территории Беларуси, полностью входящей в таежно-лесную зону.

Лесостепная зона находится между таежно-лесной и черноземно-степной зонами. Характеризуется сочетанием лесных и степных участков.

Природные условия лесостепи являются переходными между природными условиями таежно-лесной и черноземно-степной зонами. То же можно сказать и о почвах этой зоны.

Климат западной части лесостепи умеренно-теплый и достаточно влажный: среднегодовая температура около $+7^{\circ}\text{C}$, среднее количество осадков – 500–560 мм.

Рельеф – зоны представляет собой в основном равнину с оврагами, лощинами.

Природная растительность представлена широколиственным лесом (дуб, граб, бук, липа, клен и другие породы) с хорошо развитым травянистым покровом и растительностью луговых степей.

Почвообразующие породы – в основном лессы и лессовидные суглинки.

Почвообразование в этих природных условиях происходит таким образом, что подзолистый процесс здесь слабо проявляется, а преобладающим является дерновый.

Зональные почвы северной части лесостепи – **серые лесные**. В зависимости от содержания гумуса и мощности гумусового горизонта различают светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы. В их профили выделяют горизонт лесной подстилки, или дернины (A_d); гумусовый горизонт (A_1), мощностью 20–30 см; гумусово-элювиальный (A_1A_2), мощностью 10–20 см; переходный горизонт (A_2B) серо-бурой окраски, иллювиальный горизонт (B) коричнево-бурого цвета.

Серые лесные почвы характеризуются слабокислой реакцией, среднее содержание гумуса составляет 3–5 %, физические свойства их в целом хорошие. Эти почвы имеют довольно высокий уровень естественного плодородия и пригодны для выращивания различных зерновых и технических культур.

Черноземно-степная зона на севере граничит с лесостепью, на юге – с зоной сухих степей.

Климат западной части зоны умеренно теплый – среднегодовая температура около $+10^{\circ}\text{C}$, осадков – 400–500 мм, водный режим обычно непромывной.

Рельеф зоны в основном равнинный.

Почвы черноземно-степной зоны сформировались под степной травянистой *растительностью*. Она представлена чаще разнотравно-ковыльными и типчаково-ковыльными ассоциациями. В настоящее время степи в основном распаханы.

Почвообразующие породы – в основном лесс и лессовидные суглинки, богатые карбонатами кальция и магния.

Характерными чертами почвообразования при формировании черноземных почв является гумусонакопление в значительной толще профиля с преимущественным содержанием гуминовых кислот и гуматов кальция; накопление относительного большого количества азота и элементов зольного питания растений; формирование карбонатного иллювиального горизонта; образование водопрочной зернистой структуры.

Профиль **черноземных** почв имеет мощность до 150 см. Он состоит из следующих горизонтов: A_0 – степной войлок мощностью 3-5 см; А – гумусово-аккумулятивный горизонт черной окраски, зернистой структуры, мощностью 30–50 см; АВ – гумусово-переходный горизонт черно-серой окраски, мощностью 40–60 см; В – переходный к материнской породе горизонт.

Черноземные почвы характеризуются хорошими водно-воздушными свойствами, зернистой структурой, высокой насыщенностью поглотительного комплекса кальцием (до 70–90 %), нейтральной или близкой к ней реакцией, высоким содержанием гумуса в верхних горизонтах (6–10 %).

Благодаря высокому естественному плодородию чернозем называют царем почв.

При использовании черноземных почв первостепенное значение имеет накопление влаги, рациональное использование ее, применение удобрений, главным образом фосфорных. Водный режим улучшают агротехническими приемами, орошением, созданием охранных лесных насаждений. Большую роль играют мероприятия по предотвращению эрозии почв, их засоления.

Сухие и пустынные степи размещаются дальше на юг от черноземно-степной зоны.

Климат сухих и пустынных степей резко континентальный с засушливым жарким продолжительным летом и малоснежной холодной зимой. В западной части зоны за год выпадает около 200–400 мм осадков, среднегодовая температура воздуха $+5 \dots +9^{\circ}\text{C}$.

Растительность изреженная, низкорослая с типчаково-ковыльными к югу – с полынно-типчаковыми и другими ассоциациями.

Основной тип рельефа – плоская, или слабоволнистая равнина.

Распространенными почвами сухих степей являются **каштановые**, полупустынных – **бурые**.

Характерными особенностями генезиса каштановых почв являются слабо выраженные процессы накопления гумуса и перераспределения по

профилю минеральных воднорастворимых соединений; формирование на небольшой глубине карбонатного и гипсоносного горизонтов, наложение на дерновый процесс почвообразования солонцового, приводящего к накоплению в почвенном поглощающем комплексе натрия.

Профиль каштановых почв состоит из следующих генетических горизонтов: А – гумусовый горизонт каштанового цвета, мощность 15–40 см; В – переходный к материнской породе горизонт, по отношению к кальцию и магнию он иллювиальный, буровато окрашенный, мощность 30–70 см; С – материнская порода.

В зависимости от мощности гумусового горизонта и содержания в нем гумуса каштановые почвы подразделяются на темно-каштановые (А – 20–25 см, гумус – 3–4%), каштановые и светло-каштановые (А – 15–20 см, гумус – 2–3%).

Бурые почвы полупустынь по своим морфологическим признакам и свойствам близки к светло-каштановым почвам, отличаясь от последних меньшей мощностью гумусового горизонта и меньшим содержанием гумуса (около 2%).

Эффективное использование каштановых и бурых почв в земледелии невозможно без накопления и сохранения влаги в почве путем снегозадержания, полезащитного лесоразведения, чистых паров, глубокого безотвального рыхления почвы, орошения. В борьбе с эрозией обработку почвы выполняют плоскорезами с оставлением на поверхности жнивья, вводят противоэрозионные севообороты. Растения на каштановых и бурых почвах хорошо отзываются не внесение минеральных удобрений, особенно фосфорных и азотных.

Влажные субтропики. Распространены в СНГ по побережью Черного моря (Аджария) и Каспийского моря (Ленкорань).

Климат: мягкая зима, жаркое лето, осадков около 2,5 тыс. мм в год, среднегодовые температуры около +14⁰С.

Растительность: влажные субтропические леса (дуб, граб, бук, каштан и др.). Масса ежегодного опада около 210 ц/га. На возделываемых территориях выращивают чай, цитрусовые культуры.

Характерные почвы – **красноземы**. Цвет их обусловлен составом почвообразующей породы: толща переотложенных продуктов выветривания специфического кирпично-красного цвета. Цвет их связан с присутствием на поверхности глинистых частиц прочно адсорбированного гидроксида железа.

Почвенный профиль красноземов состоит из А₀ – лесная подстилка мощностью 1–2 см; А₁ – гумусовый горизонт серо-коричневого цвета с красноватым оттенком, мощностью 10–15 см; В – переходный горизонт красно-бурого цвета, мощностью 50–60 см; С – материнская порода – красноцветная кора выветривания.

Из-за сильно выраженного промывного типа водного режима эти

почвы мало содержат кальция, магния, натрия, но обогащены железом. Реакция их кислая. Содержание гумуса может достигать 8%; в составе гумуса преобладают фульвокислоты.

При сельскохозяйственном использовании красноземов учитывают их бедность азотом и некоторыми зольными элементами. Для повышения плодородия этих почв необходимо внесение органических и минеральных удобрений, особенно фосфорных. Актуальны вопросы борьбы с эрозией почв.

Интразональные почвы южных зон. Наиболее распространенными в этих зонах являются солончаки и солонцы.

Солончаки – типы почв, формирующиеся при засолении лесостепи, черноземно-степной зоны, зоны сухих степей, полупустынь и пустынь. Они формируются в условиях сухого климата и выпотного типа водного режима. Покрывают солончаковой растительностью (солянки, солеросы, кермек и др.).

Для солончаков характерно высокое содержание водорастворимых солей в поверхностном слое почвы: не менее 1,5–2,0% при хлоридно-сульфатном засолении и не менее 0,5–1,0% при содовом и сульфатно-содовом. Источником солей может быть соленосная порода (автоморфные солончаки) или близко залегающие минерализованные почвенно-грунтовые воды, соли которых при испарении поднимаются по капиллярам и накапливаются в верхнем горизонте (гидроморфные солончаки). При неправильном орошении можно повысить уровень сильноминерализованных грунтовых вод до критической глубины и вызвать повторное засоление.

Почвенный профиль солончаков слабо дифференцирован на генетические горизонты. Обычно выделяют гумусовый горизонт (А), переходный (В) и почвообразующую породу.

Высокая концентрация солей в почвенном растворе солончаков превышает осмотическое давление клеточного сока культурных растений. Токсичность солей возрастает от сульфатного к содовому типу засоления. Концентрация солей в почве – важный экологический фактор для сельскохозяйственных культур – тыква, томаты, капуста выдерживают 0,02% засоления, лук – 0,01%, огурцы – 0,007%.

Засоленные почвы без коренного улучшения непригодны для выращивания культурных растений. Основные мероприятия при освоении солончаков – дренаж и промывание их пресными водами.

Солонцы – почвы, верхняя часть профиля которых практически свободна от легкорастворимых солей, но содержит большое количество обменного натрия – от 10 до 70% от емкости поглощения. Встречаются в поясе степных зон.

Могут образоваться при рассолении солончаков, в результате чего происходит замещение поглощенного кальция и магния на натрий почвенного раствора. Источником солей натрия может быть и степная травянистая растительность – полынь, кермек и др.

Строение профиля солонцов: A_1 – гумусово-элювиальный (надсолонцовый), слоеватый, бесструктурный, мощность 20–30 см; B_1 – солонцовый горизонт, плотный, бурый с коричневым оттенком, столбчатой, глыбистой или ореховатой структуры, мощность 10–25 см; B_2 – подсолонцовый горизонт более светлой окраски, призматической или ореховатой структуры, обычно содержит гипс, карбонаты; C_1 – горизонт накопления гипса, легкорастворимых солей, карбонатов кальция.

Солонцы характеризуются рядом неблагоприятных для выращивания культурных растений свойств. К ним следует отнести щелочную реакцию, низкое содержание гумуса и элементов питания, наличие свободной соды (NaHCO_3), отрицательно влияющей на растения. Неудовлетворительными являются и их физические свойства – плохая водопроницаемость, вязкость, липкость и набухание во влажном состоянии, сильное уплотнение и твердость – в сухом.

При освоении солонцов проводят промывку, гипсование, глубокую вспашку, вносят органические и минеральные удобрения, применяют травосеяние.

7. ОСНОВНЫЕ ПОЧВЫ БЕЛАРУСИ

Территория Беларуси расположена в западной части Восточно-Европейской (Русской) равнины в бассейнах верхнего Днепра, Западной Двины, верхнего течения Немана. Занимает площадь, ограниченную координатами: $51^{\circ}16'$ – $56^{\circ}10'$ с.ш. и $23^{\circ}11'$ – $32^{\circ}47'$ в.д. Протяженность с севера на юг около 560, а с запада на восток – 650 км.

В геологическом отношении территория Беларуси входит в границы западной окраины Русской платформы. Фундамент платформы, состоящий из кристаллических пород, перекрыт мощной (до 3–5 км) толщей осадочных пород различного возраста (палеозой – антропоген).

Площадь земельных ресурсов республики составляет 20759,6 тыс.га, в том числе сельскохозяйственные угодья занимают 9322,6 тыс.га (48,7%), пашня – 5723 тыс.га (27,7%).

7.1. Природные условия

Несмотря на небольшую площадь, территория Беларуси характеризуется довольно разнообразными природными условиями и факторами почвообразования. Это разнообразие обусловлено сложностью рельефа и геоморфологии, пестротой почвообразующих пород, значительной изменчивостью климата и характера растительного покрова. Своеобразие природных условий в различных регионах республики определяет формирование в них соответствующего почвенного покрова.

Климат. Климатические условия территории Беларуси в основном определяются расположением ее в умеренных широтах, преобладанием равнинного рельефа и влиянием господствующих западных воздушных течений. Климат республики умеренно континентальный. Среднегодовые температуры колеблются от $+7,4^{\circ}\text{C}$ на южном западе до $+4,4^{\circ}\text{C}$ на северном востоке; годовые поступления солнечной радиации постепенно возрастают от 84 ккал./см^2 на севере до 97 ккал./см^2 на юге.

Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет от 500–600 мм в низинах до 600–700 мм на возвышенностях и равнинах. За теплый период года выпадает 70–72% годовой суммы осадков. По гидрологическому режиму территория республики принадлежит к зоне достаточной увлажненности с промывным типом водного режима.

Зимой промерзание почвы на юго-западе составляет обычно 40–50 см (макс. 100–110 см), на северо-востоке – 50–70 (макс. 110–135 см).

По термическим ресурсам вегетационного периода и степени обеспеченности его влагой территория Беларуси подразделяется на три агроклиматические области: а) северная–умеренно-теплая, влажная, главным образом в границах Поозерья; б) центральная – теплая, умеренно влажная (Белорусская гряда и прилегающие возвышенности); в) южная – теплая, неустойчиво влажная (Полесье).

Таким образом, климат Беларуси мягкий, с достаточным увлажнением, благоприятен не только для развития естественных и культурных растений, но и способствует активному проявлению зональных процессов почвообразования.

Растительность. По характеру растительности территория Беларуси относится к подзоне хвойно-широколиственных и широколиственных лесов лесной зоны. Современный растительный покров представлен лесами, луговой и болотной растительностью; пахотные земли заняты сельскохозяйственными культурами.

Леса занимают 32,9% территории республики. Встречаются повсюду небольшими участками среди болот и полей или крупными массивами – пущами (Беловежская, Налибокская и др.). Почти 2/3 всей лесопокрытой территории составляют хвойные породы, широколиственные леса (дуб, граб, клен, ясень, липа) – около 5% лесопокрытой площади.

В северной части республики распространены широколиственно-еловые леса, а на юге – грабовые и грабово-дубовые. На Полесье преобладают широколиственно-сосновые леса.

Около 18,3% территории Беларуси занимают луга – суходольные, низинные и пойменные. Видовой состав луговой растительности довольно разнообразный и зависит от типа луга, степени его увлажнения. Растительный покров суходольных лугов представлен главным образом овсяницей овечьей, булавоносцем сивым, метлюжком луговым. На заболоченных лугах широко распространены осочники, хвощи, щавли, влаголюбивое раз-

нотравье. На сухих пойменных гривах обычно растут злаково-разнотравные ассоциации; заболоченные понижения и притеррасные части поймы заняты осокой, камышом. В центральной пойме развиваются злаково-бобовые луга с лисохвостом, клевером, овсяницей.

На Беларуси *болота* занимают 14,2% ее территории. Низинные травяные болота составляют около 80% болот и особенно распространены на Полесье. На них чаще произрастает осока, вахта, сабельник, калужница, зеленый мох. Среди древесных пород и кустарников встречаются пушистая и присядистая береза, черная ольха, серебристая ива и др.

Верховые болота чаще встречаются на севере. В растительном покрове их преобладает сфагновый мох, произрастают багульник, клюква, подбел, карликовая сосна и др.

Рельеф. Основные черты рельефа Беларуси в значительной мере обусловлены антропогенным материковым оледенением. Поверхность республики преимущественно равнинная – волнистые равнины чередуются с холмистыми возвышенностями и слабо вогнутыми низинами. Территория приподнята над уровнем моря в среднем на 160 м – абсолютные высоты изменяются от 80 до 345 м.

Северная часть республики характеризуется распространением низин преимущественно древне-озерного или водно-ледникового происхождения (Полоцкая, Суражская, Верхнеберезинская, Нарочано-Вилейская) разделенных возвышенными участками (Невельско-Городокская, Витебская возвышенности) и грядами (Свентяньские, Браславские, Ошмянские) ледникового генезиса. Эта область отличается средней степенью расчлененности поверхности, молодыми, относительно слабо измененными формами рельефа, образованными последним (валдайским) оледенением.

В центральной части республики с запада на восток протянулась Белорусская гряда, состоящая из отдельных моренных возвышенностей: Гродненская, Волковысская, Новогрудская, Оршанская, Витебская. В средней части гряды находится Минская возвышенность. Здесь расположен самый высокий пункт Беларуси – гора Держинская (345 м). Понижаясь на юг и юго-восток, Белорусская гряда переходит в платообразные равнины – Оршанско-Могилевскую, Центрально-Березинскую. Рельеф центральной части республики в целом имеет сложное строение: моренные гряды сочетаются с платообразными участками, большие задровые равнины – с речными долинами; высокая степень расчлененности рельефа усиливается образованием оврагов в местах выхода лессов. Расчлененность рельефа центральной и северной части обуславливает большую пестроту почвенного покрова, высокую мелкоконтурность полей.

В южной части республики рельеф в основном низинный – водно-ледникового, озерно-аллювиального происхождения. Здесь расположены Полесская, Приднепровская и Бугская низины; поверхность преимущественно ровная, плоская, слаборасчлененная, со множеством больших пере-

увлажненных участков. Для многих районов Полесья характерны песчаные дюны и бугры, заросшие лесом или развеваемые ветром при отсутствии растительности.

Современный рельеф Беларуси преобразуется под влиянием геоморфологических процессов и деятельности человека. На возвышенностях проявляется плоскостной сток, приводящий к почвенной эрозии и накоплению делювия у подножья склонов. Линейный сток содействует развитию оврагов. Воздействие человека на рельеф проявляется при создании водохранилищ, карьеров или нивелировании поверхности и т.д.

Почвообразующие породы на территории Беларуси – это сложный комплекс осадочных отложений антропогенного периода. Коренные породы (девонские, меловые, неогеновые и др.) выходят на дневную поверхность только в отдельных пунктах и поэтому не имеют существенного значения для почвообразования.

В северной части Беларуси широко распространены ледниковые и озерно-ледниковые суглинистые и глинистые отложения, а также частично пески; встречаются суглинистые и песчаные образования аллювиального генезиса. Мощность четвертичного покрова 20–80 метров.

Центральная часть республики характеризуется преимущественным распространением моренных глин, суглинков, лессов, лессовидных отложений. Их массивы нередко разделяются широкими флювиогляциальными и древнеаллювиальными песчаными и супсчаными отложениями.

В южной части широко встречаются водно-ледниковые и древнеаллювиальные хорошо сортированные пески, супеси и реже – пылеватые суглинки; мощность осадочных пород 10–70 метров.

На Беларуси распространенной почвообразующей породой является торф.

Таким образом, на территории республики встречается большое множество генетических разновидностей почвообразующих пород. Краткая характеристика наиболее распространенных пород приведена ниже.

Собственно-ледниковые (моренные) отложения характеризуются валунностью, отсутствием слоистости и сортированности. Представлены преимущественно валунными суглинками, супесями, песками, реже – глинами. Значительное количество оксидов железа придает суглинкам и глинам красно-бурый цвет.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения образуются под влиянием аккумулятивной деятельности потоков талых ледниковых вод. Этим отложениям свойственна косая и диагональная слоистость. Представлены комплексом пород – камов (смешанные, крупно- и мелкозернистые пески, супеси с прослойками суглинков и глин), озов (грубый песчано-гравийно-галечный материал, гравийные и разнозернистые пески, супеси), зандров (разнозернистые пески, песчано-гравийно-галечные отложения).

Озерно-ледниковые отложения – образуются в результате седиментации преимущественно мелкозернистого материала на дне приледнико-

вых озерных бассейнов. Для этих отложений характерно чередование глинистых прослоек с песчанистами.

Представлены ленточными глинами, тяжелыми суглинками, супесями, а по окраинам древних озерно-ледниковых бассейнов – тонко- и мелкозернистыми песками.

Аллювиальные отложения своим происхождением обязаны паводковым водам, приносящим в пойму реки взмученный материал. Определяющими признаками этих отложений являются слоистость, сортированность, отшлифованность частичек.

Лессы представляют собой неслоистую, однородную, тонкозернистую карбонатную светло-желтую или палевого цвета породу. Механический состав ее варьирует от пылеватых тяжелых суглинков до пылеватых супесей. Мощность лессовых отложений колеблется от 0,5 до 12 м. Встречаются также лессовидные отложения (суглинки, супеси), отличающиеся от типичных лессов слоистостью, наличием тонких прослоек песка и супеси, раковин моллюсков.

Лессы и лессовидные отложения объединяют под названием «лессовидные породы». Происхождение их полигенетичное. Считают, что водные факторы были решающими в седиментации лессового материала.

Эоловые отложения образовались под воздействием ветра. Материал, из которого они состоят, сортированный, с выраженной косой слоистостью. Встречаются главным образом в южной части республики, представлены в основном мелкозернистыми песками.

Следует отметить, что на территории республики однородных почвообразующих пород не так много. Преобладают породы двух- и трехчленного строения, то есть в границах почвенной толщи встречаются две – три породы, отличающиеся генезисом, механическим составом.

7.2. Почвообразовательные процессы и почвы на территории Беларуси

Пестрота природно-климатических условий Республики Беларусь обуславливает проявление различных типов почвообразовательных процессов. Важнейшими среди них являются следующие: подзолистый, дерновый и болотный. Они могут проявляться как в чистом виде, так и в различных сочетаниях. В некоторых регионах обнаруживается проявление буроземного и солончакового процессов.

На территории республики выделено 13 генетических типов почв. Характеристика важнейших из них приведена ниже.

Подзолистые почвы формируются под воздействием *подзолистого* процесса. Наиболее ярко он проявляется под покровом сомкнутого хвойного леса. Здесь создаются необходимые условия для проявления подзолистого процесса: устойчивая кислая реакция, промывной тип водного режима, присутствие агрессивных органических кислот. Лесная подстилка со-

стоит в основном из клетчатки, лигнина и дубильных веществ, содержит мало кальция, азота и имеет кислую реакцию. Она разлагается преимущественно грибной микрофлорой, что содействует образованию химически агрессивных фульвокислот. В этих условиях почвообразовательный процесс сопровождается энергичным вымыванием с верхней части почвы легкорастворимых соединений, глубоким разрушением почвенных минералов. При этом продукты разрушения переходят в раствор и вместе с водой и кислотами передвигаются вниз. В результате обособляется элювиальный или подзолистый горизонт, обедненный элементами питания растений, полуторными оксидами железа и алюминия, иловатыми частичками и относительно обогащен кристаллическим кварцем (SiO_2) и аморфной кремнекислотой ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Последние придают этому горизонту светло-серую окраску, напоминающую цвет золы.

Часть веществ, вынесенных из лесной подстилки и подзолистого горизонта, закрепляется ниже элювиального, образуя горизонт вымывания, или иллювиальный горизонт. Он отличается обогащенностью глинистыми и коллоидными частичками, оксидами железа, алюминия. Здесь накапливаются соединения фосфора и частично гумус. Иллювиальный горизонт чаще окрашен в красно-бурый цвет.

Некоторое количество вымываемых с верхних слоев веществ может достигать почвенно-грунтовых вод и теряться почвенным профилем. Таким образом, сущностью подзолистого процесса является разрушение минералов в верхней части профиля в условиях кислой реакции с последующим перераспределением продуктов разрушения по профилю.

Считают, что подзолистый процесс может сочетаться с лессиважем – процессом, при котором с верхних горизонтов выносятся глинистые частички без их разрушения.

Строение профиля подзолистых почв следующее: $A_0 + A_2 + B + C$.

A_0 – лесная подстилка, мощностью 3–5 см, состоит из полуразложившихся и неразложившихся остатков хвои, кусочков коры, мха, лишайников и др.

A_2 – подзолистый, или элювиальный горизонт беловатой или беловато-серой окраски, бесструктурной или непрочной слоегато-плитчатой структуры, мощностью обычно не более 25 см.

B – иллювиальный горизонт красно-бурого или бурого цвета, плотный, призматической или глыбистой структуры, мощностью обычно до 100 см, может подразделяться на подгоризонты – B_1 , B_2 и т.д.

C – материнская порода, чаще бескарбонатный суглинок или глина.

Между лесной подстилкой и подзолистым горизонтом могут выделять горизонт A_0A_1 мощностью 2–3 см, представляющего хорошо разложившуюся нижнюю часть подстилки или окрашенную гумусовыми веществами верхнюю минеральную часть профиля (A_1A_2).

Свойства подзолистых почв малоблагоприятные для выращивания

культурных растений. Они практически не имеют гумусового горизонта, сильноокислые – $pH = 4,0-4,5$. Емкость поглощения низкая – 3–15 мг-экв./100 г. Степень насыщенности основаниями также низкая – 30–40%. Характеризуются малым содержанием азота, фосфора, калия и других элементов питания.

Неудовлетворительными являются и физические свойства подзолистых почв – они бесструктурны, после дождя заплывают, а при высыхании образуют плотную корку, отрицательно влияющую на растения.

Окультурирование подзолистых почв предусматривает их известкование, повышенное внесение органических и минеральных удобрений, увеличение мощности пахотного слоя до 22-24 см, правильную обработку почвы.

Подзолистые почвы занимают около 2% территории Беларуси. Встречаются по всей территории республики, но больше распространены в южной и юго-западной частях.

Дерновые почвы образуются в результате проявления *дернового* процесса. Он протекает под луговой травянистой растительностью, а также и под лесом, если в нем хорошо развит травянистый покров. Многолетняя травянистая растительность энергично обогащает почву органическими веществами. В их составе относительно много кальция, магния, других зольных элементов. Разложение органического вещества осуществляется главным образом бактериями. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. Реагируя с основаниями, они дают нерастворимые в воде соли – гуматы. Особенно важны гуматы кальция и магния в образовании водопропрочной зернисто-комковатой структуры. Реакция среды получается близкой к нейтральной – основания практически полностью нейтрализуют почвенные кислоты.

Таким образом, дерновый процесс – это процесс накопления в верхних горизонтах гумуса, зольных элементов, азота и образование водопропрочной зернисто-комковатой структуры под воздействием травянистой растительности.

Строение профиля дерновых почв:

A_d – дернина, сплетение корней травянистой растительности, мощностью 3-6 см.

A_1 – гумусовый горизонт темно-серого цвета, зернисто-комковатой структуры, рыхлый, мощностью 15–25 см.

B – иллювиальный (переходный) горизонт бурой, желто-бурой окраски, различной мощности.

C – материнская порода.

Дерновые почвы имеют высокий уровень естественного плодородия. Характеризуются слабоокислой или нейтральной реакцией. В них относительно высокое содержание гумуса (4–6%), доступных растениям элементов питания; емкость поглощения – 20–30 мг-экв./100 г при высокой на-

сыщенности основаниями. Благоприятные в дерновых почвах и водно-воздушные свойства в связи с тем, что они хорошо оструктурены.

Среди дерновых почв выделяют **дерново-карбонатные**. Они формируются в местах выхода на поверхность известняков, доломитов, мела, обогащенных известняком моренных отложений при нормальном увлажнении под травянистой растительностью. Занимают площадь 0,1% пахотных земель, встречаясь мелкими пятнами в Минской, Брестской, реже Витебской области.

Дерново-карбонатные типичные почвы характеризуются мощным (до 60–100 см) гумусовым горизонтом, с содержанием гумуса до 15%. Реакция верхних горизонтов нейтральная, нижних – слабощелочная. Емкость обменных катионов высокая – 40–55 мг-экв./100 г при насыщенности основаниями 95–98%. По уровню плодородия дерново-карбонатные суглинистые почвы стоят на первом месте и оцениваются максимальным баллом – 100. Дерново-карбонатные почвы целесообразно использовать для выращивания наиболее требовательных к почвенному плодородию культур – овощных, столовых и кормовых корнеплодов, клевера, пшеницы. Глубокая вспашка и внесение минеральных удобрений, особенно на старопахотных участках – необходимые первоочередные мероприятия по поддержанию и повышению плодородия дерново-карбонатных почв.

Бурые лесные почвы выделены на территории Беларуси сравнительно недавно (1963 г.). Занимают небольшую площадь. Встречаются в основном в центральной и западной части республики (Минская, Брестская, Гродненская области). Бурые лесные почвы приурочены к относительно повышенным и хорошо дренированным участкам, покрытым широколиственными (дубравами) или хвойно-широколиственными лесами с богатым разнотравьем. Формируются на рыхлых почвообразующих породах богатого минералогического состава под влиянием *буроземного процесса*. Главными составляющими его являются гумусонакопление, лессиваж и оглинение.

Оглинение – характерная особенность генезиса бурых лесных почв. Оно является результатом образования и накопления (особенно в средней части профиля) вторичных глинистых минералов на месте минералов материнской породы. В верхнем горизонте этих почв идет довольно энергичное накопление гумуса (дерновый процесс), а в горизонте В накапливаются не только синтезированные, но и перемещенные сверху глинистые минералы (лессиваж).

Генетический профиль бурых лесных почв слабо дифференцирован на горизонты. В нем выделяют:

A_0 – лесная подстилка.

A_1 – гумусовый горизонт мощностью 10–15 см, содержит до 8-9% гумуса.

A_1B – переходный горизонт.

В – иллювиальный горизонт.

С – материнская порода.

Для почвенного профиля характерна однотонная буроватая краска с постепенным осветлением книзу.

Бурые лесные почвы имеют относительно высокую кислотность по всему профилю ($pH_{\text{ксл}}$ 4,5–5,0) и небольшое количество обменных оснований. Их отличают благоприятные водно-физические свойства. Эти почвы имеют большое значение в лесном хозяйстве. Они особенно благоприятны для выращивания дуба и других требовательных к условиям среды обитания древесных пород.

Дерново-подзолистые почвы имеют широкое распространение в южной части таежно-лесной зоны. Встречаются по всей территории республики – 45,1% ее площади. Используются преимущественно под пашню.

Дерново-подзолистые почвы формируются в условиях смешанных лесов с травянистым и травянисто-моховым покровом, а также на суходольных лугах, возникших на месте сведенного леса.

Образуются при совместном или поочередном воздействии дернового и подзолистого процессов почвообразования.

Строение почвенного профиля дерново-подзолистых почв в естественных условиях следующее:

A_0 – лесная подстилка или дернина (A_d), мощность 3–5 см.

A_1 – гумусово-элювиальный горизонт серого или светло-серого цвета, непрочной комковатой структуры; мощность обычно не превышает 15–20 см.

A_2 – подзолистый, или элювиальный, горизонт белесоватого цвета, бесструктурный или непрочной пластинчатой структуры; мощность его колеблется в пределах 5–15 см.

В – иллювиальный горизонт бурого или красно-бурого цвета, призматической или ореховатой структуры. Постепенно переходит в материнскую породу – С.

Свойства дерново-подзолистых почв в значительной степени зависят от выраженности дернового и подзолистого процессов почвообразования – от мощности гумусового и подзолистого горизонтов.

По степени оподзоленности выделяют дерново-подзолистые слабо-, средне- и сильнооподзоленные почвы. В первых горизонт A_2 мощностью до 5 см, или он выражен пятнами. В сильнооподзоленных почвах горизонт A_2 , как правило, больше 15 см, при этом мощность гумусового горизонта уступает мощности подзолистого.

По содержанию гумуса в горизонте $A_{\text{пах}}$ различают слабогумусные (1-2%), среднегумусные (2-4%) и сильногумусные (>4%) почвы.

Потенциальное плодородие дерново-подзолистых почв в целом низкое, количество гумуса – 1-3%. Качественный состав неудовлетворительный: в нем преобладают фульвокислоты, мало азота, фосфора, калия и других элементов питания. Дерново-подзолистые почвы характеризуются

кислой и сильнокислой реакцией – $pH_{\text{ккл}}$ 4,0–5,5.

Емкость поглощения этих почв 15-20 мг-экв./100 г. В составе поглощенных катионов – Ca, Mg, H, Al, но доля H и Al более высокая. В результате этого дерново-подзолистые почвы характеризуются слабой насыщенностью основаниями – 50-70%.

Дерново-подзолистые почвы не имеют водопрочной структуры, всплывают.

Окультурирование и повышение плодородия дерново-подзолистых почв достигается путем известкования кислых почв, повышенного внесения органических и минеральных удобрений, посева многолетних трав, сидератов, увеличения мощности пахотного горизонта и др.

Хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы полностью теряют характерное для их целинного состояния строение профиля. В его составе обычно обнаруживаются следующие горизонты: Апах + А₂В + В + С, мощность пахотного горизонта достигает 30–40 см с содержанием гумуса больше 3%, для него характерна водопрочная мелкокомковатая или зернисто-комковатая структура. Степень насыщенности основаниями возрастает до 80-90%, реакция близкая к нейтральной.

Среди дерново-подзолистых почв выделяют 4 подтипа: а) собственно дерново-подзолистые (беловатые); б) дерново-палево-подзолистые; в) дерново-подзолистые эродированные; г) дерново-подзолистые окультуренные.

Состав, свойства дерново-подзолистых почв в значительной степени определяются характером почвообразующей породы, на которой они формируются.

В республике получили распространение следующие роды дерново-подзолистых почв: а) на глинах и тяжелых суглинках; б) на лессах и лессовидных суглинках; в) на моренных суглинках; г) на супесях; д) на песках различного происхождения.

Дерново-подзолистые почвы на глинах и тяжелых суглинках занимают площадь около 90 тыс. га, из них 80% находятся на территории Витебской области (Верхнедвинский, Шарковщинский, Миорский районы).

Эти почвы в сравнении с другими имеют большие резервы минерального питания растений, но их водно-физические свойства неблагоприятные и требуют первоочередного улучшения. Они склонны к заболачиванию. Благоприятные условия для обработки и посева на них ограничиваются короткими сроками. К числу важнейших агротехнических мероприятий по оптимизации условий жизнедеятельности культурных растений необходимо отнести хорошую заправку почв органическими удобрениями, своевременную и правильную их обработку.

Дерново-палево-подзолистые почвы на лессах и лессовидных суглинках занимают 12,7% территории республики. Встречаются в основном в Могилевской, Минской и Витебской области. Приурочены к высоким водораздельным плато.

Пахотный горизонт этих почв имеет палево-серую, а подзолистый – палевую окраску, что и нашло отражение в названии почв. Несмотря на некоторые отрицательные свойства (кислая реакция, мало гумуса, низкое количество фосфора и калия) дерново-палево-подзолистые почвы характеризуются самым высоким естественным плодородием среди дерново-подзолистых почв республики. По бонитировочной шкале их плодородие оценивается от 58 до 71 балла.

Почвы на пылеватых суглинках и сами почвообразующие породы легко размываются (и промываются) водой, что ведет к образованию оврагов, котловин, микрозападин. Поэтому рациональное использование дерново-палево-подзолистых почв должно обязательно предусматривать противоэрозионные мероприятия.

Дерново-подзолистые почвы на моренных суглинках распространены в районах конечно-моренных отложений в Витебской области и на севере Минской, отдельные участки этих почв встречаются и в других областях. Занимают около 8,5% территории Беларуси. Рельеф в границах размещения песчанисто-суглинистых почв холмисто-бугристый, местами – относительно спокойноволнистый. Почвенный покров пестрый, комплексный: на небольших расстояниях изменяется оподзоленность, механический состав, степень смывости. Для этих почв свойственна мелкая контурность полей, завалуненность обломками кристаллических и известковых пород – характерная черта почв, сформировавшихся на моренных суглинках.

Внесение удобрений, известкование кислых почв, сбор валунов с полей, противоэрозионные мероприятия – все это необходимо учитывать при использовании дерново-подзолистых моренно-суглинистых почв.

Дерново-подзолистые почвы на супесях встречаются как отдельными участками, так и значительными территориями во всех областях. Около 35% площади сельхозугодий республики расположены на супесчаных почвах. Супеси как почвообразующая порода на территории республики имеют малую мощность (от 20 до 100 см) и могут отличаться разным генезисом – водно-ледниковым, моренным, озерно-ледниковым. Обычно супеси в пределах почвенного профиля подстилаются с разной глубины песками, суглинками, глинами.

Естественное плодородие и водно-физические свойства супесчаных почв определяются мощностью супесей и характером подстилающей породы.

В случае, когда супеси подстилаются суглинком, то водно-воздушный и пищевой режим в почве складывается лучше, чем в случае подстилания супесей песком. Следует отметить, что почвы, развивающиеся на озерно-ледниковых пылеватых супесях, по причине большого количества мелкозема, тонкой капиллярности более плодородны, чем почвы, сформировавшиеся на моренных супесях. В повышении плодородия рассматриваемых почв приоритетное место занимают органические удобрения, выращивание сидератов.

Дерново-подзолистые почвы на песках встречаются во всех областях республики. Они могут развиваться на озерно-ледниковых, моренных и водно-ледниковых песках. Такие почвы распространены главным образом в северной, а также центральных частях республики – занимают 16,7% всех земель Беларуси. На юге республики преобладают почвы, формирующихся на древних и современных аллювиальных мелкозернистых песках – таких почв около 9,5% территории республики.

Дерново-подзолистые песчаные почвы имеют слабо дифференцированный профиль – генетические горизонты плохо выражены, растянуты, переходы постепенные.

Песчаные почвы имеют неблагоприятный водный режим, и посевы часто страдают от засухи. Эти почвы мало содержат гумуса (<1%) и основных элементов питания растений. Чтобы получить хороший урожай, вносят большие дозы органических удобрений, а также минеральные удобрения, высевают люпин на зеленое удобрение. Если в профиле песчаных почв на глубине до 1 м залегает суглинок или грунтовые воды (с глубины 1,5–2,0 м – так называемые «мокрые» пески), то это обстоятельство благоприятствует улучшению плодородия песчаных почв. Почвы, развивающиеся на мощных песках, целесообразно использовать под лесопосадки.

Дерново-подзолистые смытые почвы широко распространены на территории Беларуси. Площадь поврежденных эрозией земель и эрозионно опасных составляет в республике более 2 млн. га. Водная эрозия отмечается почти на 30% площади пахотных земель.

На севере республики (преобладают моренно-суглинистые почвы, короткие склоны) проявляется водная эрозия в виде плоскостного смыва. В центре, где почвы развиваются преимущественно на пылеватых суглинках с более длинными склонами, распространена водная эрозия в виде смыва и размыва почвы с образованием оврагов. Песчаные, реже супесчаные и торфяно-болотные почвы юга подвержены ветровой эрозии.

Различают слабо-, средне-, сильносмытые почвы. Первые характеризуются частичным, незначительным разрушением пахотного горизонта – почва в целом сохраняет обычное строение своего профиля. Сильноэродированная дерново-подзолистая почва отличается полным разрушением и смывом гумусового и подзолистого горизонта – в результате распахивается иллювиальный горизонт.

Эродированные почвы существенно отличаются от своих незэродированных аналогов не только разрушением генетического профиля, но и ухудшенными водно-физическими и агрохимическими свойствами, влагоемкостью, пониженным содержанием гумуса, худшей структурой и т.д.

В борьбе с эрозией почв применяют агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические меры.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы относятся к полугидроморфным почвам. Формируются под совместным воздействием подзо-

листоного, дернового и болотного процессов почвообразования.

Распространены на выравненных понижениях с затрудненным стоком поверхностных вод или близким залеганием грунтовых вод. Избыточное увлажнение в них может проявляться от 60 до 200 дней в году.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы занимают 37% сельскохозяйственных угодий республики, значительная часть их занята сенокосами, лесом, большая – пашней. По механическому составу они подразделяются на суглинистые (27%), супесчаные (49%), песчаные (27%), а в зависимости от степени избыточного увлажнения – на глеевые (3,6%), глееватые (34,1%) и временно избыточно увлажненные (63,3%).

Последние переувлажняются только ранней весной или поздней осенью. Переувлажнение обычно краткосрочное, но на тяжелых породах оно всегда снижает урожай, а в более «мокрые» годы ведет к гибели посевов. В обычные годы растения на таких почвах несут потери не столько от избытка влаги весной, сколько от недостатка ее летом: высыхая, набухший пахотный слой преобразуется в плотную массу с неблагоприятными водно-физическими свойствами. Морфологически временное переувлажнение почв проявляется в виде ржаво-охристых пятен, сизых прожилок, железисто-марганцовистых конкреций.

В отличие от *временно переувлажненных глееватых* почвы имеют большую степень заболоченности, что отражается на строении почвенного профиля – здесь более четко выступают ржаво-охристые пятна, множество железисто-марганцовистых конкреций, в горизонтах постоянно проявляются пятна оглеения, что обуславливает выделение соответствующих горизонтов – A_{2q} , B_q и др.

Дерново-подзолистые *глеевые* почвы встречаются на днищах лейковидных западин, бессточных понижений, окружают верховые или переходные болота. Они являются наиболее переувлажненными среди дерново-подзолистых заболоченных почв. Для них характерно наличие сплошного сизоокрашенного глеевого горизонта – G , освещенность всего профиля, хорошо выраженная потечность гумуса. Строение почвенного профиля может иметь следующую формулу: $A_0 + A_1 + A_{2q} + G$.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы бедны элементами питания растений, требуют известкования, внесения удобрений, проведения агротехнической и гидротехнической мелиорации.

Дерновые и дерново-карбонатные заболоченные почвы формируются под влиянием дернового и болотного процессов. Встречаются в понижениях небольшими массивами, по окраинам низинных болот. На территории Беларуси занимают около 11% сельхозугодий. Используются в основном под сенокосы и пастбища. Избыток воды в этих почвах держится на протяжении 90-200 дней в году. Подразделяются на суглинистые (23%), супесчаные (49%) и песчаные (28%). В зависимости от степени переувлажнения чаще встречаются глееватые и глеевые почвы с соответст-

вующим строением почвенного профиля: $Ad + A_1 + B_q + C$; $Ad + A_1 + G + C$.

Гумусовый горизонт этих почв достигает мощности 20–30 см, содержание гумуса в нем колеблется от 3 до 14%. Реакция почв слабокислая или нейтральная. Почвы отличает высокая биогенная и гидрогенная аккумуляция ряда химических элементов – азота, кальция, магния, меди и др.

Регулирование водного режима – первоочередное мероприятие по устранению несоответствия между высоким потенциальным плодородием и сравнительно низким эффективным плодородием дерновых заболоченных почв.

Болотные почвы формируются в условиях продолжительного или постоянного избыточного увлажнения. Встречаются в природе в виде разных по площади пятен среди других почв. Могут образовывать и большие массивы – Пинские болота. Занимают 14,2% территории Беларуси.

Возникновение и развитие болотных почв неразрывно связано с переувлажнением. Оно может быть обусловлено близким к дневной поверхности размещением почвенно-грунтовых вод или поверхностными водами, которые могут накапливаться на плоских или пониженных элементах рельефа из-за плохой водопроницаемости пород.

Болотные почвы формируются под воздействием двух процессов – торфообразования и оглеения.

Торфообразование – это процесс накопления на поверхности почвы неразложившихся и полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации в условиях избыточного увлажнения. Анаэробный процесс сильно сдерживает окислительные процессы, органические вещества до конца не минерализуются, накапливаются в виде торфа. При торфообразовании происходит консервация элементов питания.

Оглеение – сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и соответствующей микрофлоры. Наиболее характерная особенность оглеения – восстановление окисного железа в закисное. Этот процесс сопровождается диспергацией глины. Глеевые горизонты имеют сизоватую, грязно-зеленоватую или голубую окраску.

В зависимости от условий, в которых происходит болотный процесс, различают верховые, низинные и переходные болота. Они характеризуются соответствующей растительностью, различными свойствами почв.

Верховые болота образуются при переувлажнении суши атмосферными или мягкими грунтовыми водами. Приурочены обычно к плоским элементам рельефа, с недостаточной дренированностью пород. Содержание элементов питания в такой среде низкое, поэтому на ней поселяется нетребовательная к питанию растительность – сфагнум, пушица, багульник, клюква, карликовая болотная сосна, береза и др. Верховые болота могут возникнуть и путем эволюции низинных болот.

Таблица 2

Свойства болотных почв

Почва	Степень разложения, %	Зольность, %	N, %	pH _{KCl}	Влагоемкость, %
Болотная верховых болот	5–20	2–5	1–2	3,2–4,2	600–1200
Болотная переходных болот	20–45	5–10	1,7–4,2	3,5–5,3	550–950
Болотная низинных болот	30–60	7–25	2–4	5,5–6,0	350–850

Низинные болота возникают в понижениях рельефа при заболачивании суши жесткими грунтовыми водами. В этих условиях создается относительно благоприятный режим питания растений. На низинных болотах развивается довольно разнообразная влаголюбивая растительность – осоки, злаки, зеленые мхи, а с древесных пород – ива, черная ольха, береза и др. При нарастании слоя торфа происходит постепенный отрыв верхней части его от жестких грунтовых вод, и питание растений ухудшается. Это ведет к смене состава растительности, к эволюции типа болота – низинное превращается в *переходное*. По составу растительности оно занимает промежуточное положение между низинным и верховым.

Болотные почвы могут образовываться и путем зарастания водоемов (озер, сажелок и т.п.) и образования торфа. Процесс этот продолжительный и сложный. Водоем при этом постоянно заполняется минеральным илом, зоофитопланктоном – образуется органо-минеральная масса – сапропель. Активную роль в зарастании водоемов играет водная и прибрежно-водная растительность – остатки ее заполняют мелководье; плавающие растения образуют довольно мощную плотную диван-сплавину. При заторфовывании водоемов мощность торфяников может достигать 15 м.

Строение профиля болотной почвы:

Ad(O_ч) + T + G.

Ad – дернина влаголюбивого разнотравья или мох сфагновый (O_ч) соломисто-желтого цвета, мощностью до 10-15 см.

T – торфяной горизонт коричнево-черного или желтовато-бурого цвета в зависимости от типа болота, разной степени разложения и разного ботанического состава. Может подразделяться на T₁, T₂ и т.д.

G – глеевый горизонт голубовато-серого цвета.

В зависимости от мощности торфяного слоя болотные почвы подразделяются на торфянисто-глеевые (мощность торфа до 30 см), торфяно-глеевые (до 50 см), торфяные на мелких (до 100см), средних (100-200 см), глубоких (>200 см) торфах.

Как видно из таблицы 2, свойства болотных почв находятся в тесной зависимости от типа болота. Так, почвы низинного болота характеризуются слабокислой или близкой к нейтральной реакцией, содержат значительные количества азота, высокозольны. Торф верховых болот сильнокислый, с низким содержанием золы, но имеет высокую влагоемкость. Почвы переходных болот по своим свойствам занимают промежуточное положение между почвами верховых и низинных болот.

Болотные почвы – ценный земельный фонд. После осушения, проведения технических и агрохимических мероприятий могут быть преобразованы в высокопродуктивные угодья – пахотные земли, сенокосы, пастбища. Нуждаются в фосфорных, калийных и медьсодержащих удобрениях. В первые годы освоения болотных почв необходимо вносить и азотные удобрения.

По уровню потенциального плодородия торфяно-болотные верховые почвы значительно уступают почвам низинного типа. В сельском хозяйстве могут использоваться только после коренных мелиораций – осушения, известкования, внесения полного набора минеральных удобрений и биологически активных веществ. Верховой торф широко используют в качестве подстилочного материала в животноводческих помещениях. Перспективным является выращивание на верховых болотах крупноплодной клюквы.

Низинный торф – ценное сырье для приготовления органических удобрений – торфонавозных компостов. Торф этих болот в смеси с фосфорными и калийными удобрениями – хорошее мелиорирующее средство для дерново-подзолистых песчаных почв: повышает их влагоемкость, поглонительную способность, снижает водопроницаемость.

В экологическом плане болота в своем естественном состоянии – сложный природный комплекс (экосистема) со специфическим банком биоразнообразия флоры и фауны. Являются резервуарами влаги, воздействуют на водный режим нередко больших территорий. Болота – запасники органического вещества – носителя потенциального плодородия почв.

Осушение болот с целью их интенсивного использования в сельском хозяйстве вызывает коренные изменения практически всех компонентов этого природного комплекса. Изменяются прежде всего его водно-воздушные и тепловые свойства, состав и структура биоценоза. Процессы, протекающие после осушения и ведущие к уменьшению мощности торфяной залежи, называются *сработкой* торфа. Она связана с минерализацией и дефляцией торфа. Средняя величина сработки торфа осушенных почв в условиях Беларуси может достигать ежегодно нескольких сантиметров его мощности. Особенно энергично идет минерализация при возделывании на торфяных почвах пропашных культур. При сельскохозяйственном использовании осушенных торфяно-болотных низинных почв торфяники с мощностью торфа менее 1 м рекомендуется занимать только под посевы многолетних трав. Другие варианты торфяных почв целесообразно использо-

вать в системе зерно-травяных севооборотов, в структуре посевной площади которых многолетние травы должны занимать не менее 50 %.

Предотвращение возможных нежелательных воздействий осушения на природу – одна из важнейших экологических задач. Поэтому составной частью любого проекта мелиорации земель является раздел «Охрана природы».

Пойменные почвы – типы почв, развивающиеся на аллювиальных отложениях в поймах рек. На территории Беларуси занимают 0,65 млн.га или 7,2% сельхозугодий. Наиболее распространены на Полесье, встречаются вдоль Днепра, Немана, Березины и других рек. Они довольно разнообразны по водному режиму, строению почвенного профиля и свойствам.

Поймой называется часть речной долины, периодически заполняемой водой во время половодья. В поперечном сечении развитая пойма подразделяется на следующие части: приусловую, центральную, притеррасную.

Приусловая пойма располагается непосредственно за руслом реки и формируется в результате отложения частичек крупного размера – песчаных, супесчаных, крупной пыли. Приусловая пойма относительно приподнята и часто состоит из песчаных дюн. Грунтовые воды находятся на значительной глубине (2,5–3,0 м), и летом здесь могут создаваться условия недостатка воды для растений. Растительность приуслового вала бедная (преобладают злаки, некоторые бобовые). В приусловой пойме формируются **примитивные пойменно-дерновые почвы** с маломощным, слабо дифференцированным в морфологическом отношении почвенным профилем, с выраженной слоистостью иллювиального генезиса. Их профиль составляют: дернина (Ad); гумусовый горизонт (A₁) мощностью 5–10 см с содержанием гумуса 1–2 %; слабозаметный переходный горизонт (B) и материнская порода – аллювиальный песок. Эти почвы имеют низкое естественное плодородие и используются обычно в качестве малопродуктивных сенокосов.

Центральная пойма располагается за приусловой поймой и образуется в результате отложения более мелких частичек – мелкопылеватых и иловатых, а в условиях сильного паводка – пылеватых и даже песчаных частичек. Характеризуется относительно неглубоким залеганием грунтовых вод, богатой разнотравно-злаковой растительностью. В этой пойме обычно формируются **дерновые заболоченные почвы**. Они имеют мощный (до 30–50 см) гумусовый горизонт буровато-серой окраски, комковато-зернистую структуру, содержание гумуса 4–5%. Нижняя часть профиля со следом оглеения. Довольно часто для этих почв характерна гидрогенная аккумуляция соединений железа, марганца, карбонатов. В целом это высокоплодородные почвы.

Притеррасная пойма занимает более пониженное положение в сравнении с другими частями поймы. Примыкает к луговой террасе. Взвешенные частички паводка сюда почти не поступают. Однако все вещества, которые вымываются с пограничных водоразделенных участков, проходят через притеррасную пойму и в значительной степени здесь оседают в виде

новообразований кальция, железа, марганца. Эта пойма отличается избыточным увлажнением, создающимся грунтовыми водами и атмосферными осадками, стекающими с террас или коренного берега. В результате здесь господствует болотный процесс.

Используются пойменные почвы в качестве сенокосных угодий, а также для выращивания овощных культур. Для повышения плодородия требуется поверхностное или коренное улучшение, подкормки. На лугах с редким травостоем при необходимости подсевают смеси кормовых трав.

8. БОНИТИРОВКА ПОЧВ

Бонитировка (от лат. *bonitas* – доброкачественность) почв – сравнительная оценка их плодородия. Исследованиями установлена корреляционная зависимость между объективными природными свойствами почвы и показателями средней многолетней урожайности сельскохозяйственных культур. Это обстоятельство и используют в оценке почв. При бонитировке обычно учитывают такие свойства, которые наиболее существенно влияют на урожай культурных растений – гранулометрический состав, увлажненность, содержание гумуса, подвижных форм элементов питания, кислотность и др.

Бонитировка почв ведется по 100-балльной шкале. Она имеет региональный характер. В условиях Беларуси наиболее высокую оценку имеют дерновые и дерново-карбонатные почвы – 63–100 баллов. Балл бонитета дерново-подзолистых почв колеблется от 18 до 75, торфяно-болотных – 36–75. Средний балл пахотных земель республики – 36.

Бонитировка показывает насколько одна почва лучше другой. Является необходимым критерием при экономической оценке земель, когда их рассматривают как средство сельскохозяйственного производства.

9. ЭРОЗИЯ ПОЧВ

Эрозия (от лат. *erosio* – разъедание) почвы – разрушение почвы, горной породы водой и ветром, перемещение продуктов разрушения и их перераспределение. Различают водную и ветровую эрозию почвы.

Водная эрозия – проявляется на склонах. Она может быть плоскостной, когда почва смывается водой сравнительно равномерно, глубинная – почва и материнская порода размываются потоками воды и образуется овраг.

Ветровая эрозия, или дефляция, проявляется в условиях любого типа рельефа и сопровождается выдуванием мелких частичек с верхних горизонтов. Уже при скорости ветра в приземном слое воздуха 3–4 м/сек. могут проявляться процессы ветровой эрозии. При пыльных бурях ветер подни-

мает в воздух верхние горизонты почвы, иногда вместе с посевами. Особенно большой вред наносит дефляция в засушливых и полузасушливых районах. В условиях Беларуси ветровая эрозия больше развита на песках и осушенных торфяниках.

Современные интенсивные системы земледелия могут вызывать *механическую эрозию* почв, при которой под воздействием мощной и скоростной почвообрабатывающей техники имеет место разрушения почв и перемещение их верхнего горизонта.

Эрозия почв – свидетельство неправильного использования земельных угодий, низкой агротехники. Вырубка лесов, вспашка земель вдоль склонов, чрезмерный выпас скота, однообразное использование почв – причины, приводящие к эрозии.

Эрозия почв – явление довольно распространенное. Республика ежегодно несет от нее большие потери. Поэтому противоэрозионным мероприятиям уделяется большое внимание – ими охвачено более 600 тыс. гектаров земель. Предупреждение эрозионных процессов, борьба с эрозией почв – одна из важнейших государственных задач.

Охрана почв от водной эрозии состоит из ряда мероприятий: организационно-хозяйственных, агротехнических, агролесомелиоративных и гидротехнических.

Важным является правильное распределение территории: поля, дороги, лесные полосы, сады необходимо размещать таким образом, чтобы ограничить или совсем снять проявление различных типов эрозии. Почвы, имеющие высокую склонность к эрозии (на лессах, суглинках, глинах) выделяют под залужение и облесение; вводят почвозащитные севообороты, основа которых – многолетние травы.

Основная задача противоэрозионных агротехнических мероприятий – ограничить до минимума поверхностный сток. Это достигается соответствующей обработкой почвы, снегозадержанием, системой органических и минеральных удобрений, известкованием.

На участках с небольшим уклоном ($1,5^0$ – 2^0) обработку почвы, посевов необходимо вести поперек или по контуру склона. На полях с более крутыми склонами (2^0 – 6^0) кроме того, выполняются специальные приемы обработки почвы – прерывистое волкование, бороздование, лункование, глубокая безотвальная вспашка, кротование и др.

На крутых склонах (6^0 – 8^0) полосы посевов сельскохозяйственных культур (шириной 30–40 м) чередуются с полосами посевов многолетних трав (шириной 3,6–7,2 м), а на более крутых склонах увеличивают ширину полос многолетних трав, исключаются посевы пропашных культур.

Комплекс противоэрозионных мероприятий включает агролесомелиоративные и гидротехнические работы: посадки лесных полос на крутых склонах, создание водоотводных каналов по вершинам оврагов, лотков для водосброса, террасирование склонов, возведение плотин и др.

Охрана почв от ветровой эрозии предусматривает использование почвозащитных севооборотов с полосным размещением посевов зерновых культур и многолетних трав. Большое внимание уделяется плоскорезной обработке почвы с сохранением на поверхности стерни. Она охраняет почву от выдувания, а зимой содействует накоплению снега. В борьбе с дефляцией помогает посадка лесных полос по границам полей севооборотов, вдоль каналов; они существенно гасят скорость ветра, особенно если расстояние между лесными полосами составляет 400–600 м и менее.

10. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА

Почва – важнейший ресурс биосферы, активно используемый человеком. Являясь главным средством сельскохозяйственного производства, почва и в обозримом будущем останется главным источником для получения продуктов питания человека. Почвенный покров служит базисом для промышленного, транспортного, городского и сельского строительства. В последнее время значительные площади почв используются в рекреационных целях, для создания заповедников и охраняемых территорий.

Проблема рационального использования и охраны земельных ресурсов является весьма актуальной, всякое сокращение площади земледельческих земель серьезно обостряет и без того непростой вопрос с обеспечением населения мира продуктами питания.

Подсчитано, что в настоящее время для полного обеспечения продовольствием на одного человека требуется 0,3–0,5 га пахотной земли; для Нечерноземной зоны пороговой цифрой является 0,8 га. К началу XXI века население нашей планеты должно увеличиться до 6,5 млрд., а доля пашни соответственно уменьшится до 0,2–0,3 га на человека.

Земельные ресурсы (суша) занимают около 1/3 поверхности планеты, или почти 14,9 млрд. га, в том числе 1,5 млрд. га, занимаемых Антарктидой и Гренландией. Структура угодий этой территории следующая: 10% занимают ледники; 15,5% – пустыни, скалы, прибрежные пески; 75% – тундра и болота; 2% – города, шахты, дороги. По материалам ФАО (1989), на земном шаре имеется около 1,5 млрд. га почв, пригодных для земледелия. Это составляет всего 11% от площади почвенного покрова мира. При этом наблюдается тенденция уменьшения площадей этой категории земель. Одновременно снижается обеспеченность (в пересчете на одного человека) пашней и лесными угодьями.

Площадь пашни, приходящаяся на 1 человека, составляет: в мире – 0,3 га; Российская Федерация – 0,88 га; Беларусь – 0,6 га; США – 1,4 га, Япония – 0,05 га.

При определении обеспеченности земельными ресурсами необходимо учитывать и неравномерность плотности населения в различных частях

мира. Наиболее густонаселенными являются страны Западной Европы и Юго-Восточной Азии (более 100 чел./км²).

Серьезной причиной уменьшения площадей земель, используемых в сельском хозяйстве, является опустынивание. Подсчитано, что площади опустыненных земель, ежегодно возрастают на 21 млн. га. Этот процесс угрожает всей суше и 20% населения в 100 странах мира.

Подсчитано, что урбанизация площадей поглощает свыше 300 тыс. га сельскохозяйственных земель в год.

Решение проблемы землепользования, а значит и проблемы обеспечения населения продовольствием, предполагает два пути. Первый – совершенствование технологий сельскохозяйственного производства, повышение плодородия почв, рост урожайности культур. Второй путь – это путь расширения площадей земледелия.

По данным некоторых ученых, в будущем площадь пахотных земель может быть увеличена до 3,0–3,4 млрд. га, то есть размеры общей площади земель, освоение которых возможно в будущем, – 1,5–1,9 млрд. га. На этих площадях может быть получена продукция, достаточная для обеспечения 0,5–0,65 млрд. человек (ежегодный прирост на Земле составляет около 70 млн. человек).

В настоящее время возделывается примерно половина пригодных для земледелия площадей. Предел сельскохозяйственного использования почв, достигнутый в некоторых развитых странах составляет 7% от общей площади. В развивающихся странах Африки и Южной Америки обрабатываемая часть земли составляет примерно 36% от площади, пригодной для обработки.

Оценка земледельческого использования почвенного покрова свидетельствует о большой неравномерности охвата сельскохозяйственным производством почв разных материков, биоклиматических поясов.

Значительно освоен субтропический пояс – его почвы распаханы на 20–25% от суммарной площади. Малая площадь распаханных земель в тропическом поясе – 7–12%.

Весьма невелика земледельческая освоенность бореального пояса, которая ограничивается использованием дерново-подзолистых и отчасти подзолистых почв – 8% от суммарной площади этих почв. Наибольшие массивы обрабатываемых земель приходятся на почвы суббореального пояса – 32%.

Главные резервы расширения площадей пахотной земли сосредоточены в субтропическом и тропическом поясах. Немалые потенциальные возможности расширения пахотных земель есть и в умеренном поясе. Объектами освоения являются прежде всего дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы, занятые малопродуктивными сенокосами, пастбищами, кустарниками, мелколесьем. Резервом для расширения пашни являются болота.

Основными факторами, ограничивающими освоение земель под пашню, являются в первую очередь геоморфологические (крутизна склонов, пересеченность рельефа) и климатические. Северная граница устойчивого земледелия лежит в полосе 1400–1600⁰ сумм активных температур. В Европе эта граница проходит по 60-й параллели, в западной и средней частях Азии – по 58⁰ северной широты, на Дальнем Востоке – на юг от 53⁰, северной широты.

Освоение и использование земель в неблагоприятных климатических условиях требует немалых материальных затрат и не всегда является экономически оправданным.

Расширение площадей пахотных земель должно учитывать экологические и природоохранные аспекты.

11. ОХРАНА ПОЧВ

Почвенные ресурсы земного шара ограничены. В результате неправильной эксплуатации почвенного покрова имеет место разрушение почв, утрата ими плодородия и отчуждение земель из активного сельскохозяйственного использования. Все это подчеркивает необходимость бережного и рационального использования почвенных ресурсов, охраны почв.

Охрана почв – острейшая глобальная проблема сегодняшнего дня, с которой непосредственно связана проблема обеспечения продовольствием все возрастающего населения планеты. Охрана и использование земель – единое целое; это система мероприятий, направленная на защиту, качественное улучшение и рациональное использование земельных ресурсов. Охрана почв необходима для сохранения и приумножения плодородия почв, для поддержания устойчивости в биосфере.

Основные потери продуктивных земель и их плодородия связаны с эрозией, вторичным заселением орошаемых почв, уничтожением растительности и почв в связи с разработкой ископаемых, проведением различных строительных работ, а также в связи с загрязнением различными вредными веществами, потерей гумуса и др.

Эрозия почв наносит наибольший урон почвенному покрову. Предупреждение развития эрозионных процессов, конкретные меры борьбы с эрозией составляют важнейшее звено охраны почв (эти вопросы рассмотрены в соответствующем разделе).

Вторичное засоление наносит значительный ущерб почвенному плодородию, приводит к резкому снижению продуктивности полей или полному их исключению из активного сельскохозяйственного использования. Распространено в засушливых областях с поливным земледелием.

Главными причинами вторичного (антропогенного) засоления почв являются бездренажное орошение и неконтролируемая подача воды, при-

водящая к подъему уровня грунтовых вод и энергичному соленакоплению за счет испарения воды. Этому способствует также орошение водой с повышенной минерализацией.

Для предупреждения вторичного засоления необходим постоянный контроль за водно-солевым режимом на орошенных землях.

Загрязнение почв – процесс поступления и накопления (до токсичных количеств) разного рода веществ, химических элементов, ухудшающих свойства среды обитания биоты.

Источниками загрязнения почвенного покрова являются промышленные центры, транспорт, сельскохозяйственное производство.

Ежегодно на поверхность почвы поступает огромное количество различных веществ из атмосферы, при внесении различного рода пестицидов и балластных веществ с удобрениями. Благодаря своим свойствам почва является приемником большинства химических веществ, вовлекаемых в биосферу. Она – главный аккумулятор, сорбент и разрушитель токсикантов. Масштабы поступлений токсикантов в биосферу возрастают. Возникает проблема загрязнения почв. Общая площадь сельхозугодий, загрязненных выбросами предприятий городов, промышленных центров и автотранспорта, превышает в Беларуси 0,6 млн. га.

Производственная деятельность человека превратилась в глобальный геохимический фактор, получивший название *техногенез*.

Минеральные техногенные выбросы возникают в результате сжигания топлива или от газообразных и аэрозольных отходов промышленных предприятий. С техногенными выбросами на поверхность почв поступают загрязнители окружающей среды. Среди них наиболее опасными считают ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, селен и фтор. Отрицательные последствия этого загрязнения связаны с ухудшением свойств почв (изменение реакции, микробиологического и в целом биологического режима), а также в связи с поступлением токсичных элементов в растения и затем в организм животных и человека. Поступление с продуктами питания в организм человека токсичных элементов вызывает тяжелые заболевания.

В районах, где наблюдается значительное выпадение из атмосферы веществ, содержащих серу (SO_2 и др.), отмечается резкое подкисление почвы.

Серьезным источником загрязнения среды свинцом является автомобильный транспорт, что связано с добавлением его в бензин для подавления детонации. С выхлопными газами свинец в форме дисперсных сульфатов, нитратов и других выбрасывается в воздух. Большая часть выбросов оседает вдоль автомагистралей на поверхности почв и растительности. Так образуются природные геохимические аномалии свинца шириной в зависимости от интенсивности движения автотранспорта от нескольких десятков метров до 300–400 метров.

Загрязнение почв, связанное с сельскохозяйственным производством, в условиях Беларуси проявляется в избыточном накоплении химиче-

ских веществ в результате применения пестицидов, внесения минеральных удобрений, а также чрезмерного полива сельхозугодий стоками животноводческих комплексов.

Пестициды сохраняют значительную часть урожая, поэтому их применение стало быстро внедряться в сельское хозяйство. Однако вскоре были обнаружены многочисленные отрицательные последствия их применения: возможность интоксикации человека и животных; нарушение состава популяций биоценозов и угнетение полезной фауны; возникновение популяций вредителей, устойчивых к пестицидам; изменение биологической активности почв и др. В Беларуси пестицидами обрабатывается ежегодно около 3,5 млн. га сельхозугодий.

Интенсивное применение минеральных удобрений является фактором позитивного воздействия на агрохимические свойства почв. Вместе с тем оно может вызвать проявление и негативных последствий, связанных с избыточным накоплением химических соединений в почве, растениях, водоемах. Особую опасность представляет загрязнение окружающей среды нитратами, хлором.

Загрязнение почв радиоактивными веществами обусловлено главным образом испытанием в атмосфере атомного и ядерного оружия, авариями на атомных электростанциях. Выпадая с радиоактивными осадками ^{90}Sr , ^{137}Cs и другие нуклиды, поступают в растения, а затем с продуктами питания в организм человека, вызывает радиоактивное заражение. Путем подбора культур, применения минеральных удобрений, запахивания верхнего слоя почвы на глубину 40–50 см и других агротехнических приемов можно значительно снизить неблагоприятные последствия радиоактивного загрязнения почвы.

Проблема загрязнения почв радионуклидами особенно остра для территории Беларуси – в результате аварии на Чернобыльской АЭС 23% территории оказалось загрязненной радиоактивными веществами.

Стратегия принципов по предотвращению загрязнения почв сложна и многогранна. В промышленности и энергетике должен быть осуществлен переход на мало- и безотходную технологию (экологизация экономики). В сельском хозяйстве необходимо шире внедрять эффективные агротехнические и биологические средства борьбы с вредными организмами, применять малоопасные пестициды, исключающие загрязнение среды, соблюдать научно-обоснованные технологии использования минеральных удобрений.

Важное значение имеют создание системы непрерывного контроля и наблюдения (мониторинга) за состоянием природной среды, в том числе почвенного покрова.

Следует подчеркнуть исключительную роль природоохранного образования и воспитания (экологизация сознания), природоохранного законодательства.

12. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Рекультивация (от лат. *re* – возобновление, *cultivo* – возделываю) представляет собой комплекс работ по восстановлению продуктивности земель, улучшению условий окружающей среды. Нарушение земель происходит при разработке месторождений полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ. При этом нарушается или уничтожается почвенный покров, изменяется гидрологический режим, образуется техногенный рельеф и др. В результате рекультивации земель на нарушенных почвах создаются сельскохозяйственные и лесные угодья, водоемы различного назначения, рекреационные зоны, площади для застройки.

Нарушенные земли, загрязняющие окружающую среду, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически не эффективна, подлежат консервации биологическими, техническими или химическими методами.

Рекультивация земель обычно осуществляется в два этапа. Первый этап технический – планировка поверхности, покрытие ее плодородным слоем или улучшение грунта; строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др. Второй этап биологический – агротехнические и фитомелиоративные мероприятия по восстановлению плодородия, ускорению почвообразовательных процессов, возобновлению флоры и фауны на рекультивируемых землях.

На территории Беларуси наиболее широкое распространение получила *лесохозяйственная рекультивация* земель. Это наиболее характерно для территорий, нарушенных при добыче песчано-гравийных материалов, карбонатного слоя. Обусловлено это относительно сложным техногенным рельефом такого рода объектов, бедностью субстратов нарушенной поверхности элементами питания растений, их легким гранулометрическим составом и др.

В республике распространена *рекультивация* нарушенных земель *путем создания пашни и других сельхозугодий*. Для этих целей используются месторождения глинистого сырья, а также песков и песчано-гравийных материалов с относительно несложным техногенным рельефом и вскрышными породами, потенциально пригодными для сельскохозяйственного использования.

Для *водохозяйственного* направления *рекультивации* земель перспективны объекты, где существуют предпосылки формирования в карьерных выработках значительных по площади и объему водной массы, экологически устойчивых искусственных субаквальных ландшафтов различного целевого назначения.

II. ОСНОВЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА

13. РАСТЕНИЕВОДСТВО КАК НАУКА И ОТРАСЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Растениеводство – одна из основных отраслей сельского хозяйства. Занимается возделыванием культурных растений для производства растениеводческой продукции. Обеспечивает население продуктами питания, животноводство кормами, многочисленные отрасли промышленности (пищевую, кормовую, фармацевтическую и др.) сырьем. Включает полеводство (основная отрасль), овощеводство, плодоводство, цветоводство и др.

Начало выращивания растений относится к глубокой древности (конец каменного века), когда человек начал обрабатывать почву и выращивать нужные ему растения.

Более 20 тыс. видов растений выращивает и использует человек. Особо важное значение имеют 640 видов, среди них 90 относятся к полевым культурам и около 120 к овощным.

Наибольшие площади в мировом растениеводстве занимают зерновые хлеба (пшеница, рис, кукуруза, ячмень, овес, сорго, рожь) – 70 % посевной площади. Среди незерновых культур значительные площади занимают картофель, сахарная свекла, подсолнечник и др.

Производство зерна – ключевая проблема растениеводческой отрасли. На душу населения в республике Беларусь в различные годы производилось 0,5–0,8 т. зерна – по научным рекомендациям необходимо производить 1 т.

Средняя урожайность зерновых в Беларуси составляла в 90-е годы около 30 ц с 1 га, в лучших хозяйствах – 45–60 ц/га. Зерновые культуры занимают в республике около 50 % пахотных земель.

Основная задача растениеводства – увеличение производства зерна и другой продукции на основе применения эффективных, научно обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Научной основой растениеводческой отрасли является *растениеводство* – наука о культурных растениях и методах их выращивания для получения высоких устойчивых урожаев. Является разделом агрономии. Тесно связано с почвоведением, земледелием, физиологией растений, агрохимией, семеноводством и др. Основной объект исследования растениеводства – сельскохозяйственное растение, его биология, отношение к окружающей среде – агроэкологическим условиям.

История растениеводства тесно связана с развитием естествознания и агрономии. Как научная дисциплина растениеводство в основном сложилось в XVIII веке. Развитие научного и практического растениеводства в России связано с именами М.В. Ломоносова, И.М. Комова, А.Т. Болотова,

А.В. Советова, А.Н. Энгельгардта, И.А. Стебута, К.А. Тимирязева, Н.И. Вавилова и др.

Научные изыскания современного растениеводства – классификация растений; изучение биологических и экологических особенностей сельскохозяйственных культур; научное обоснование районирования сортов; интродукция хозяйственно ценных растений; разработка технологий (агротехники) производства продукции растениеводства.

14. КЛАССИФИКАЦИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

В зависимости от особенностей роста и продолжительности вегетационного периода сельскохозяйственные культуры делят на *растения короткого и длинного периода роста*. К растениям короткого периода роста относятся представители семейств мятликовых, астровых, леновых и др. К растениям длинного периода роста относят представителей семейства бобовых, гречишных, мальвовых и др. – эти растения образуют побеги и генеративные органы до конца цветения, их вегетация иногда продолжается до наступления заморозков.

По продолжительности жизни культурные растения группируют на *однолетние, двулетние и многолетние*.

По требовательности к свету и теплу различают сельскохозяйственные *растения умеренного пояса, субтропического и тропического*. Культуры умеренного пояса относительно холодо- и морозоустойчивы, для своего развития требуют длинного светового дня – рожь, ячмень, пшеница, горох и др. Субтропические и тропические виды – растения короткого дня – фасоль, кукуруза, рис и др.

Существует классификация растений, основанная на особенностях вещественного состава получаемой продукции: *хлебные и зерновые, крахмалоносные, бобовые, масличные, волокнистые и др.*

Самой многочисленной группой культурных растений являются *полевые культуры*, их обычно выращивают в полевых севооборотах.

В основу классификации полевых культур положены производственные признаки и биологические особенности (табл. 3).

Таблица 3

Классификация полевых культур

Группы культур	Подгруппы культур	Культуры
1	2	3
Зерновые	Хлебные и крупяные	Озимые (пшеница, рожь, ячмень); яровые раннего срока сева (пшеница, рожь, ячмень, овес); яровые позднего срока сева (кукуруза, рис, сорго, просо, гречиха)

1	2	3
	Зерновые бобовые	Горох, фасоль, соя, бобы, чина, чечевица
Клубнеплоды и корнеплоды	Клубнеплоды	Картофель, топинамбур
	Корнеплоды	Сахарная свекла, кормовая свекла, брюква, турнепс, морковь, цикорий.
Масличные	Жирномасличные	Подсолнечник, клещевина, арахис, рапс, горчица, сафлор, кунжут.
	Эфирно-масличные	Кориандр, анис, тмин, фенхель, лаванда, роза, мята и др.
Прядильные		Хлопчатник, лён, конопля, канатник, кенаф, джут.
Кормовые	Однолетние	Травы сем. мятликовых (суданская трава, могогар, чумиза и др.); бобовые (вика, клевер, сераделла, люпин).
	Многолетние	Травы сем. мятликовых (тимфеевка, овсяница луговая, райграс, житняк, костер безостый и др.), бобовые (люцерна, эспарцет, клевер, донник, люцерна и др.)
Бахчевые		Арбуз, тыква, кабачок, дыня.
Алкалоидные		Табак, махорка

15. ПРОИСХОЖДЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Большинство современных культурных растений являются интродуцентами, то есть переселенцами из естественных ареалов их произрастания. Знание всей суммы экологических условий родины интродуцента и сопоставление их с природными условиями района интродукции является определяющим условием реального успеха интродукции растений.

В разработке научных основ интродукции растений большую роль сыграла теория Н.И. Вавилова (1926–39) *о центрах происхождения культурных растений*. На основании материалов о мировых растительных ресурсах Н.И. Вавилов выделил 8 основных географических центров происхождения культурных растений.

Китайский – соя, просо, овощные и плодовые культуры.

Индийский – рис, баклажаны, огурцы, плодовые культуры, сахарный тростник.

Среднеазиатский – родина гороха, чечевицы, лука, чеснока, абрикоса, груши, винограда.

Переднеазиатский – многие виды пшеницы, двухрядный ячмень, рожь, виды капусты, морковь.

Средиземноморский – виды пшеницы, кормовые и овощные культуры.

Эфиопский – кофейное дерево, эндемические виды и подвиды ячменя и пшеницы.

Центральноамериканский – лекарственные растения, некоторые виды хлопчатника, фасоли, тыквы, виды плодовых.

Южноамериканский – многие виды клубненосных (картофель).

16. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Зерновые культуры – важнейшая группа культурных растений, возделываемых в основном для получения зерна. Она имеет большое продовольственное и кормовое значение. Является сырьем для мукомольной, крупяной, комбикормовой промышленности. Продукты переработки зерна используют в хлебопечении, изготовлении макаронных и кондитерских изделий, пищевых концентратов, консервов, а также в пивоваренной, крахмалопаточной, спиртовой и других отраслях промышленности. Зеленую массу зерновых культур скармливают скоту, силосуют, используют для приготовления травяной муки. Солома – корм для скота, подстилка, удобрение, из нее делают плетеные изделия.

Зерновыми культурами в мире занято около 70 % пахотных земель, в Беларуси – около 50 %.

По распространенности в мире зерновые культуры распределяются следующим образом (по убывающей): пшеница, рис, кукуруза, просо и сорго, ячмень, овес, рожь. Зерновые культуры распространены во всех земледельческих районах мира. Северная и южная граница их ареала совпадают с границами земледелия. Пшеницу широко возделывают на всех континентах, наибольшие посевы риса сосредоточены в Азии, кукурузы – в Северной Америке, ржи – в Европе, овса – в Северной Америке и Европе, проса и сорго – в Азии и Африке.

Зерновые культуры подразделяют на *хлебные*, в том числе *крупяные культуры* и *бобовые*. Хлебные зерновые культуры (пшеница, рожь, овес, ячмень, рис, просо, кукуруза, сорго и др.) относятся к семейству мятликовых, кроме гречихи из семейства гречишных. По типу развития и продолжительности вегетации делятся на озимые и яровые.

Зерновые бобовые относятся к семейству бобовых, это горох, кормовые бобы, чечевица, фасоль, соя, люпин.

16.1. Зерновые хлеба

Морфологические и эколого-биологические особенности. Зерновые хлеба по ряду морфологических признаков и особенностей биологии развития подразделяют на две группы.

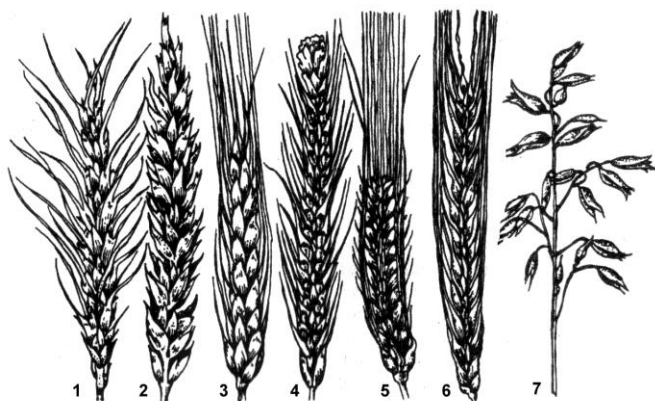


Рис. 9. Соцветия хлебов первой группы: 1 – мягкой остистой пшеницы; 2 – мягкой безостой пшеницы; 3 – твердой пшеницы; 4 – ржи; 5 – ячменя многорядного; 6 – ячменя двурядного; 7 – овса

любивые, относятся к растениям длинного дня, а по ботаническим признакам к семейству мятликовых.

Хлеба II группы – кукуруза, просо, рис и др. (рис. 10). Характерные признаки растений этой группы: плод – зерновка без бороздки, прорастает одним корешком, соцветие – метелка; у кукурузы женское соцветие – початок, мужское – метелка, стебель – соломина с выполненной сердцевинкой, корневая система – мочковатая. Представлены только яровыми формами. Растения короткого дня, теплолюбивые, относятся также к семейству мятликовых.

Пищевая ценность зерна хлебных злаков определяется его химическим составом. В зависимости от культуры сорта, условий произрастания растений в зерне содержится: белка – 8–16 %, углеводов – 68–80, жиров – 2–6, клетчатки – 2–16 % от сухого вещества. Кроме того в зерне содержится ряд биологически активных веществ – витамины ферменты, микроэлементы.

Рост и развитие хлебных злаков сопровождается прохождением ими фенологических фаз, приводящих к нарастанию массы растения и качественным изменениям в растительном организме. Знание биологии и экологии роста и развития позволяет целенаправленно оптимизировать условия жизнедеятельности растений.

Жизненный цикл начинается с набухания и прорастания семян. Для набухания семян хлебных злаков первой группы требуется 50–75 %, вто-

Хлеба I группы (настоящие хлеба) включают пшеницу, рожь, ячмень, овес, тритикале – гибрид озимой ржи и пшеницы (рис. 9). Растения хлебных знаков первой группы имеют соцветие – колос, у овса – метелка, плод – зерновку с продольной бороздкой, стебель – соломину, корневую систему – мочковатую, зерно – прорастающее несколькими корешками. Имеют озимые и яровые формы. Растения этой группы малотребовательны к теплу, но влаго-



Рис. 10. Соцветия хлебов второй группы: 1 – початок кукурузы; 2 – метелка кукурузы; 3 – метелка проса; 4 – метелка риса

рой группы – 30–45 % воды от их массы.

Минимальные температуры, необходимые для прорастания семян первой группы, составляют 1–2⁰С, для второй группы – 8–12⁰С.

В жизненном цикле зерновых хлебов в агрономии выделяют ряд фенофаз. Важнейшими из них являются следующие.

Всходы – выход первого зеленого листа.

Кущение – выход на поверхность почвы боковых побегов из узла кущения (располагаются на глубине 1–3 см). Интенсивность кущения зависит от условий произрастания, видовых и сортовых особенностей зерновых культур. В обычных условиях озимые культуры образуют 3–6 побегов, яровые – 2–3. Фаза кущения наступает обычно через 10–20 дней после появления всходов. Озимые культуры кустятся осенью и ранней весной, яровые – только в ранневесенний период.

Выход в трубку. Началом этой фазы считают такое состояние растений, когда внутри листового влагалища главного стебля на высоте 3–5 см прощупываются стеблевые узлы. С выходом в трубку начинается быстрый рост растений, а значит, очень важно в этот период обеспечить растения водой, элементами питания.

Колошение, или выметывание – появление соцветия из влагалища верхнего листа. К этому периоду растения поглощают большую часть элементов питания.

Цветение. После колошения у большинства зерновых наступает фаза цветения. Только у ячменя цветение происходит еще до полного колошения. По способу опыления зерновые хлеба делятся на самоопыляющиеся и перекрестноопыляющиеся. К первым относятся пшеница, ячмень, овес, просо; к перекрестноопыляющимся – рожь, кукуруза, гречиха. Дождливая, холодная, жаркая погода, сильный ветер не благоприятствуют опылению и могут вызвать череззерницу.

Налив и созревание зерна происходит после опыления цветков. Ростовые процессы прекращаются. Через 10–12 дней после оплодотворения зерно достигает нормального размера и формы, начинается его созревание. Различают молочную, восковую и полную спелость зерна. В конце восковой спелости приступают к уборке зерновых культур отдельным методом, а при полной спелости зерновые убирают прямым комбайнированием.

16.1.1. Озимые хлеба

Значение. Озимые культуры – однолетние сельскохозяйственные растения, нормально развивающиеся при осеннем посеве. Дают урожай на следующий год. Имеют два периода активной вегетации: осенний (40–45 суток), во время которого они формируют корневую систему и надземные вегетативные органы, подвергаясь действию пониженных температур, приобретают закалку; весенне-летний (75–100 суток), когда развивают генеративные органы.

Среди озимых хлебов наибольшее значение имеют пшеница, рожь, ячмень. Из-за низкой зимостойкости озимый ячмень в Беларуси не получил распространения.

Озимые культуры обычно более урожайны, чем соответствующие яровые, так как лучше используют весенние запасы влаги в почве, являются хорошими предшественниками яровых растений – весной быстро отрастают, заглушая сорняки. Созревают озимые хлеба на 1–2 недели раньше яровых. Осенний посев и более ранняя уборка озимых позволяют уменьшить напряженность работ во время весеннего сева и уборки урожая, своевременно выполнить осеннюю подготовку почвы.

При хорошей агротехнике можно получать урожаи озимых культур 30-35 ц/га, при интенсивных технологиях – до 60-80 ц/га.

На долю озимых хлебов приходится около 30 % всего валового сбора зерна. Повышение урожайности и расширение посевных площадей озимых культур (особенно озимой ржи в Беларуси) – важный резерв увеличения производства зерна.

Экология перезимовки. В зимний ранневесенний период озимые хлеба часто подвергаются различным неблагоприятным воздействиям, приводящим к частичному изреживанию или полной гибели посевов. Успешная перезимовка озимых хлебов зависит от их зимостойкости, морозостойкости, подготовленности к зиме через закалку.

Зимостойкость – способность растений без значительных повреждений переносить неблагоприятные условия. Морозы, а также резкие колебания температуры, образование ледяной корки, застой талой воды весной и ряд других факторов для растений с низкой зимостойкостью могут явиться причиной их вымерзания, выпревания, вымокания, выпирания посевов и др. Зимостойкость развивается в течение осени и зимы в процессе закаливания, которое изменяет физиологическое свойство клеток – при пониженных температурах и солнечной погоде в них накапливаются сахара, обезвоживаются растительные ткани. После закаливания озимая рожь может переносить морозы (на глубине узла кущения) до 23 – 25⁰С, озимая пшеница – до 15 – 16⁰С.

Рассмотрим важнейшие повреждения озимых культур при перезимовке.

Вымерзание – следствие действия низких температур. Сильные морозы в бесснежные зимы приводят к гибели растений из-за образования в межклеточных пространствах кристаллов льда, обезвоживания и повреждения цитоплазмы. У поврежденных растений желтеют листья, узел кущения становится дряблым, буреет, корни также буреют, теряют тургор. Для предупреждения вымерзания растений необходимо подбирать морозостойкие сорта, проводить снегозадержание, вносить достаточное количество фосфорных и калийных удобрений, что способствует накоплению сахаров в растениях.

Выпревание озимых – наблюдается при выпадении большого количества снега на незамерзшую землю. Находясь длительное время под снежным покровом в условиях положительных температур, растения много расходуют питательных веществ на дыхание (при отсутствии фотосинтеза) и выходят из-под снега обессиленными, побуревшими; листья нередко покрываются налетом снежной плесени. К выпреванию менее устойчива озимая рожь. Профилактика выпревания: прикатывание снега на талой почве, внесение фосфорно-калийных удобрений.

Вымокание озимых наблюдается в пониженных местах, где долго застаивается талая вода. Под водой растения начинают желтеть и погибают через 7–20 дней от недостатка кислорода и разрушения хлорофилла. Отвод воды с затопленных участков с помощью борозд – важное мероприятие по борьбе с вымоканием озимых культур.

Ледяная корка нередко является причиной повреждения озимых – ее уничтожают кольчатыми катками.

Снежная плесень и склеротиния поражают ослабленные в результате выпревания, вымокания и других неблагоприятных условий растения озимых. Меры борьбы: предпосевное протравливание семян, подбор и внедрение устойчивых сортов.

Экология и технология возделывания. По отношению к почвенным условиям озимые хлеба существенно отличаются. Наиболее требовательна к почвам пшеница. Экологический оптимум почвенных характеристик можно определить следующими показателями: содержание гумуса 3–4%, близкая к нейтральной реакция, плотность корнеобитаемой толщи почвы около 1,2–1,3 г/см³, хорошая обеспеченность ее элементами питания. В Беларуси озимую пшеницу обычно высевают на хорошо удобренных, слабоподзоленных суглинистых почвах. Малопригодны для нее легкие и кислые почвы.

Озимая рожь служит примером происхождения культурного растения из сорняка-сателита. Этим и объясняются очень важные экологические особенности ржи – ее нетребовательность к почвам и самая высокая среди хлебных злаков морозостойкость. Озимая рожь успешно растет на суглинистых и песчаных почвах, переносит повышенную кислотность почвенного раствора. Но плохо развивается на глинистых, заболоченных почвах. Растениями-спутниками ржи являются костер ржаной, василек синий, ромашка непахучая.

Озимые хлеба выращивают в полевых севооборотах, размещая их по занятым парам и после многолетних трав.

Система обработки почвы под озимые зависит от характера предшествующей культуры. В наиболее полном виде она состоит из лущения стерни, вспашки, боронования и, если почва слишком сухая, прикатывания. Если предшественник после себя не оставляет стерни или дерна, то лущение не применяют.

После уборки парозанимающей культуры обычно проводят вспашку с одновременным боронованием. После оседания почвы (чтобы не было выпирания узлов кущения и разрыва корней) проводят предпосевную культивацию на глубину заделки семян.

Под озимые, обычно под парозанимающую культуру, вносят 20–40 т/га органических удобрений. Дозы минеральных удобрений рассчитывают с учетом агрохимических показателей почвы. По рекомендациям ученых, под озимые культуры необходимо вносить около 80 кг/га азотных, 90 кг/га фосфорных и 120 кг/га калийных (по действующему веществу). Для повышения зимостойкости осенью применяют минимальное количество азота (30–40 кг) и полную дозу фосфорных и калийных удобрений. При посеве в качестве рядкового удобрения вносят гранулированный суперфосфат – 10–15 кг/га действующего вещества. Ранней весной озимые подкармливают полным минеральным удобрением или азотным – 20–30 кг/га азота.

Сроки посева озимых на Беларуси – последняя декада августа – первая декада сентября. Норма высева семян – около 2 ц/га (4–5 млн. семян на гектар озимой ржи и 5–6 млн. семян озимой пшеницы). Глубина заделки семян – 3–6 см в зависимости от механического состава почвы. Посевной материал должен быть очищен от примесей и протравлен против болезней.

Уход за посевами озимых состоит из химической прополки, ранневесенней подкормки и боронования (на тяжелых почвах), обработки посевов препаратами против полегания.

Уборку озимых на Беларуси начинают в конце июля. Озимая рожь созревает примерно на неделю раньше озимой пшеницы. Обе культуры убирают обычно прямым комбинированием.

16.1.2. Яровые хлеба

Значение. Распространение. Яровые культуры – это сельскохозяйственные растения, высеваемые весной и дающие урожай в год посева. К группе яровых хлебов относятся яровая пшеница, ячмень, овес; из крупяных – просо, кукуруза, рис.

В структуре зерновых посевов (яровые и озимые) в Беларуси ячмень занимает 32,6%, овес – 13,5, яровая пшеница – 2,7, гречиха – 1,4, просо – 0,7% площади посевов зерновых культур (около 3 млн. га).

Широкое распространение посевов ячменя обусловлено его высокой урожайностью (до 50–60 ц/га) и использованием зерна этой культуры не только для пищевых целей (производство крупы, пивоварение, хлебопечение), но и в качестве зернофуража, производства комбикормов.

Овес – ценная продовольственная и кормовая культура. Из зерна овса получают овсяную крупу, печенье, геркулес, толокно. 1 кг овса по питательности составляет одну кормовую единицу (1 к.е.). Овес – основная зернофуражная культура. Солому, зеленую массу, особенно в смеси с ви-

кой или горохом, используют на корм. К тому же овес – малотребовательная к почвенному плодородию культура.

Яровая пшеница – одна из основных продовольственных культур многих стран мира, важнейший предмет экспорта. В Беларуси имеет ограниченное распространение из-за ее повышенной требовательности к почвенному плодородию. Зерно пшеницы содержит много белка (до 18–24%) и отличается хорошими хлебопекарными качествами. Пшеничную муку используют для изготовления макарон, манной крупы, кондитерских изделий.

Гречиха – крупяная культура из семейства гречишных (рис. 11). Гречневая крупа является высокоценным диетическим продуктом с высокими вкусовыми качествами, переваримостью, питательностью.

Гречиха – влаго- и теплолюбивая культура. Опыляется пчелами. Хороший медонос – до 60 кг меда с 1 га. Растение короткого дня.

Технология возделывания яровых колосовых определяется их биологическими особенностями, требованиями к окружающей среде. Из яровых хлебов более требовательной к почвенному плодородию является яровая пшеница, наименьшей – овес. В нашей республике яровые культуры в севообороте размещают после озимых, пропашных, зернобобовых.

Органические удобрения под яровые хлеба вносят редко, ограничиваются обычно минеральными удобрениями. Их примерные дозы составляют: 45 кг азотных и по 60 кг фосфорных и калийных удобрений в пересчете на действующее вещество.

Подготовка почвы включает приемы летне-осенней обработки почвы (лущение стерни, зяблевая вспашка) и весенней (ранневесеннее боронование, предпосевная культивация на глубину заделки семян).

Сроки посева яровых колосовых приходятся на конец апреля – начало мая; в южных областях могут быть сдвинуты на более ранний период. Способ посева – узкорядный (3–4 см х 6–8 см).

Средняя норма высева составляет 2,0–2,5 ц/га (от 4 до 6 млн. семян). На плодородных землях норма высева может быть несколько снижена. Глубина заделки семян от 3 до 6 см в зависимости от механического состава почвы. Перед посевом семена ячменя и яровой пшеницы обычно обрабатывают фунгицидами.

Важным приемом ухода за посевами яровых колосовых является обработка посевов в фазе кущения гербицидами (2,4-Д, 2М-4Х).



Рис. 11. Гречиха: 1 – цветущая веточка; 2 – цветок с длинным пестиком и короткими тычинками; 3 – цветок с коротким пестиком и длинными тычинками; 4 – плод

Технология возделывания гречихи. В полях севооборота эту культуру лучше размещать после озимых зерновых и по обороту пласта многолетних трав. Малоплодородные засоренные поля с избытком азота – не способствуют плодообразованию.

Обработка почвы включает зяблевую вспашку, весеннее боронование и 2-3 предпосевные культивации. Под зяблевую вспашку вносят 3–5 ц/га фосфоритной муки, 1,0–1,5 ц/га калийной соли. Органические удобрения непосредственно под гречиху вносить не рекомендуется.

Сроки посева: конец мая – начало июня, когда почва прогреется на глубину заделки семян (4–6 см) до 12–15⁰С и исчезнет опасность ночных заморозков. Лучший способ посева – с шириной междурядий 45 см. Норма высева – 0,5 ц/га (2–3 млн. семян на 1 га). Перед посевом семена необходимо протравить фунгицидом.

Уход за посевами включает борьбу с сорняками путем обработки междурядий культивациями. В период цветения проводят подкормку азотно-фосфорными удобрениями – 0,5 ц/га аммонийной селитры и 1 ц/га суперфосфата. Важно в период цветения гречихи на 30–40 дней вывозить на поля пчелопасеку из расчета 4–5 ульев на 1 га посевов.

Уборку гречихи ведут или прямым комбайнированием, или применяют двухфазный способ. Начинают уборку при побурении 2/3 плодов.

16.2. Зернобобовые культуры

Общая характеристика. Значение. Распространение. Зерновые бобовые культуры – растения семейства бобовых, возделываемые для получения зерна (семян), богатого белком (24–38%). Это – горох, кормовые бобы, фасоль, чина, чечевица, соя, люпин и др. Их отличительные особенности: соцветие – кисть, плод – боб, стебель полегающий или прямостоячий, листья перистые или пальчатые, корневая система – стержневая.

Зерно зернобобовых культур имеет большое продовольственное и кормовое значение. Зрелое зерно используют в пищу в виде крупы и муки, из него готовят консервы, пищевые концентраты. Незрелые семена и плоды – зеленый горошек, зеленые лопатки (бобы) гороха и фасоли – овощи. Семена зернобобовых содержат все незаменимые аминокислоты, витамины А, В, В₂, С, РР, Е. Некоторые из зернобобовых культур (люпин, пелюшка и др.) высевают на зеленое удобрение (сидерация). Благодаря азотофиксации обогащают почву азотом (до 50 и более кг/га) и являются хорошими предшественниками для других культур севооборота – озимых и яровых хлебов, пропашных, технических. Установлено, что использование зернобобовых в качестве предшественника эквивалентно внесению в почву 10–15 т/га навоза.

Влажный и умеренно-теплый климат Беларуси затрудняет поспевание семян бобовых культур. Поэтому в нашей республике их выращивают

не столько для пищевых целей, сколько для использования на корм животным – при этом используются как вызревшие, так и незрелые семена, а также вегетативная масса.

Зернобобовые культуры в Беларуси занимают около 9% площади пахотных земель. Расположение культур по распространенности следующее: люпин, вика, горох, сераделла.

16.2.1. Люпин

Общая характеристика. Люпин – род однолетних травянистых растений, имеющих кормовое, сидеральное и декоративное значение. Известно около 100 видов. Для хозяйственных целей используются в основном три вида люпина – люпин синий, или узколистый; люпин желтый и люпин многолетний. На юге республики выращивают и люпин белый. Все части растения содержат горькие и ядовитые алкалоиды (люпинин, люпинидин и др.). Зерно однолетних люпинов с древнейших времен использовали в пищу и на корм животным после вымачивания. Позднее люпин стали высевать на зеленое удобрение (сидерация). В середине XX века выведены кормовые сорта со сниженным содержанием алкалоидов; зерно и зеленую массу которых охотно поедают животные.

В настоящее время селекционерами получены формы люпина с содержанием в семенах белка до 61%, жира – 26%, в зеленой массе количество белка достигает 22%. Выведены безалкалоидные (сладкие) сорта, почти не содержащие вредных веществ.

Экология и технология возделывания. Люпин хорошо удаётся на легких и кислых почвах, т.е. культура малотребовательная к почвенному плодородию, чаще всего люпин размещают в паровом поле после яровых зерновых. Навоз и азотные удобрения не применяют.

Обработка почвы: лущение стерни, через 2–3 недели зяблевая вспашка на 22–24 см, весной проводят покровное боронование и предпосевную культивацию. С осени под вспашку вносят фосфоритную муку, калийные удобрения.

В зависимости от целей использования люпин высевают либо в самые ранние сроки, либо в сроки, позволяющие получать кормовую продукцию в нужный период. Высевают обычным рядовым способом. Норма высева – 150 кг/га. Глубина заделки семян – 2–4 см (люпин выносит семена на поверхность!). Целесообразно перед посевом семена обработать бактериальным препаратом – нитрагином.

Уборку люпина на зеленый корм проводят в фазу цветения, на силос – в фазе налива бобов, на семена – при побурении 80–90% бобов.

16.2.2. Горох

Общая характеристика. Горох – основная бобовая культура, возделываемая главным образом для продовольственных целей. Известно 7 видов гороха. Для производственных целей используют два вида: горох посевной (рис. 12) и горох полевой. Последний обычно выращивают для получения зернофуража, травяной муки, зеленого корма. Полевой горох (пелюшка) отличается от посевного красно-фиолетовыми цветками, антациановыми пятнами в пазухах прилистников, угловатыми темноокрашенными семенами. Является нежелательной примесью в посевном горохе.



Рис. 12. Горох посевной

Экология и технология возделывания. Горох посевной – культура влаголюбивая и довольно холодостойкая. Вегетационный период 45–120 суток. Самоопылитель.

Всходы появляются при среднесуточной температуре 4–5° С. Цветение и плодообразование очень растянутое – до 30–40 и более суток. Лучшие почвы – суглинистые слабокислые или нейтральные с хорошей аэрацией.

Предшественники гороха: пропашные, сахарная свекла, озимые зерновые, под которые вносились органические удобрения.

Обработка почвы: лушение стерни, зяблевая вспашка, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация, послепосевное прикатывание почвы.

Удобрение: под зяблевую вспашку вносят 3–4 ц/га фосфоритной муки, 2 ц/га калийной соли. Перед посевом семена обрабатывают нитрагином.

Посев гороха проводят рано весной – поздние посевы страдают от недостатка влаги, повреждаются тлей, болезнями. Против гороховой зерновки семена обрабатывают ядохимикатами. Норма высева: 1,5 млн. семян на 1 га (2,5–3,5 ц/га). Способ посева: рядовой, с 15-сантиметровыми междурядьями. Глубина заделки семян 4–8 см.

Уход за посевами: довсходовое боронование при образовании почвенной корки и появлении сорняков; против зерновки и долгоносика посевы обрабатывают инсектицидами во время бутонизации и цветения. Серьезный ущерб посевам наносят грачи во время появления всходов и при созревании гороха.

Уборку гороха начинают при созревании 40-50% бобов нижнего яруса. Убирают урожай отдельным способом. После просушивания валков подбор и обмолот выполняют зерновыми комбайнами.

17. КАРТОФЕЛЬ

Общая характеристика. Картофель (нем. Kartoffel) – многолетние клубненосные виды рода паслен семейства пасленовых. Род *Паслен* охватывает десятки диких и культурных видов. Среди них – картофель клубненосный (*Solanum tuberosum*) получил самое широкое распространение в культуре. В умеренном климате возделывают как однолетнюю культуру.

Родиной картофеля считают Южную Америку. В Европу (Испанию) был завезен в середине XVI века. В России стали широко возделывать на полях со второй половины XVIII века. Картофель выращивают во всех странах мира. В структуре посевных площадей Беларуси занимает второе место после зерновых культур – размещается на площади около 700 тыс. га; душевое потребление картофеля в нашей республике составляет более 200 кг в год. Картофель по праву называют в народе «вторым хлебом». В передовых хозяйствах получают до 300–400 ц клубней с 1 га. Картофель – культура многостороннего использования – продовольственного, технического и кормового. Клубни его содержат в среднем 23,7% сухих веществ, в том числе 17,5% крахмала, 0,5% сахаров, 1–2% белка, около 1% минеральных солей, витамины С, В₁, В₂, В₆, РР, К, каротин. Картофель является сырьем для крахмало-паточной и спиртовой промышленности. Из одной тонны клубней картофеля получают 140 кг крахмала, 95 л этилового спирта-ректификата. На корм животным используют клубни, ботву, барду и мезгу.

Следует помнить, что в кожуре позеленевших клубней содержится ядовитое вещество – глюкоалколоид соланин, частично распадающийся при варке. Позеленевшие и проросшие клубни непригодны для употребления в пищу и на корм животных без тщательного проваривания.

Как пропашная культура картофель способствует очищению полей от сорняков и является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур.

В ботаническом отношении картофель – травянистое клубненосное растение (рис. 13). Стебли у него прямостоячие, ветвистые, 3-4-гранные, высотой 0,5-1,5 м. В кусте от 4 до 8 стеблей. Листья сначала простые, а потом, по мере роста, прерывисто-непарноперисторассеченные с боковыми долями. Соцветие – сложный завиток. Цветки пятерного типа белой, си-

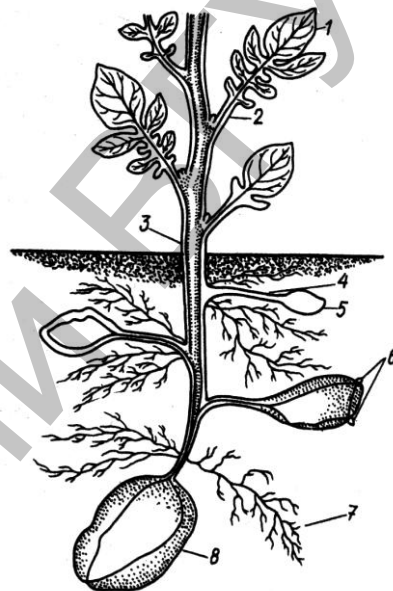


Рис. 13. Строение картофеля: 1 – лист; 2 – стебель; 3 – корневая шейка; 4 – стolon; 5 – клубень нового урожая в начальной стадии развития; 6 – глазки; 7 – корни; 8 – маточный клубень

ней, желтой, красно-фиолетовой окраски. Картофель – самоопыляющееся растение. Плод – двухгнездная многосеменная зеленая ягода. Корневая система мочковатая. Клубень – утолщенный укороченный подземный стеблевой побег со спирально расположенными глазками. Клубни картофеля различны по цвету и форме.

Размножение картофеля вегетативное – клубнями, частями клубня, ростками, черенками. Внедрен в производство меристемный метод получения безвирусного посадочного материала.

Экология и технология возделывания. Картофель – влаголюбивое (особенно во время цветения и клубнеобразования), светолюбивое, довольно холодостойкое растение. Оптимальная температура для образования клубней 17–20⁰С. Если температура почвы долгое время держится на уровне 23⁰С, то наблюдается тепловое вырождение картофеля – внешне выявляется в образовании «деток» на молодых еще не сформировавшихся клубнях. Это отрицательно влияет на продуктивность семенного материала. При температуре почвы выше 28⁰С клубнеобразование приостанавливается.

Прорастание почек клубней в почве начинается при 5–8⁰С. Всходы и молодые растения повреждаются при заморозках 2⁰С.

Лучшими являются супесчаные и легкосуглинистые почвы. Хорошо растет на осушенных торфяниках. При высокой агротехнике сохраняет высокую урожайность даже при длительном выращивании на одном и том же месте.

На формирование надземной части и клубней картофель расходует много питательных веществ.

При средней урожайности (200–250 ц/га) картофель выносит из почвы 100–175 кг N, 40–50 кг P₂O₅ и 140 – 230 кг/га K₂O. Поэтому эта культура хорошо отзывается на высокие дозы удобрений. Система удобрений под картофель предполагает: органические (навоз, компост) 20–80 т/га (вносят осенью или весной), на песчаных почвах применяют зеленое удобрение; минеральные – 20–90 кг/га N, 30–90 кг/га P₂O₅, 60–120 кг/га K₂O. Эффективно применение припосевного удобрения (в борозды и лунки) – 10–20 кг/га P₂O₅ и 15–20 кг/га N, на легких почвах – магниевых удобрений (40–50 кг/га MgO). Хлорсодержащие удобрения сильно снижают крахмалистость и вкусовые качества картофеля – такие удобрения лучше вносить с осени. Картофель плохо удается на переизвесткованных почвах. Лучшая реакция – слабокислая.

В пригородных зонах картофель обычно выращивают в овощных севооборотах. Ранний картофель – одна из парозанимающих культур. В нечерноземной зоне картофель размещают по обороту пласта многолетних трав, после озимых, зерновых и льна, на песчаных почвах – после люпина.

Обработка почвы осенью состоит из лущения стерни и глубокой зяблевой вспашки. Весной почву боронуют и проводят культивацию легких почв на 12–14 см. Тяжелые почвы после внесения органических удобрений перепахивают на 2/3 глубины основной вспашки.

Картофель высаживают картофелесажалками широкорядным способом с шириной междурядий 70 см, а в ряду между клубнями 20–25 см. На одном га размещают 45–55 тыс. растений. Норма посадки 2,5–3,5 т./га клубней (средняя масса клубня 50–80 г), глубина посадки – 8–12 см. Применяют гребневую, полугребневую и гладкую посадку. Сроки посадки картофеля для различных районов Беларуси колеблются от конца апреля до середины мая.

Всходы картофеля появляются примерно через три недели. За это время ведут борьбу с сорняками путем боронования, использования гербицидов. В течении вегетации междурядия несколько раз культивируют, окучивают растения, ведут химическую борьбу с фитофторой, колорадским жуком.

Убирают картофель раздельным, поточным или комбинированным способом, предварительно удалив ботву с поля. Уборку начинают после огрубения кожицы и подсыхания столонов, ранние сорта – по достижении хозяйственной годности. После просушки и сортировки клубни закладывают в картофелехранилища. Температура хранения 2–4° С, относительная влажность воздуха 85–90%.

18. ЛЕН

Общие сведения. Лен – род одно- и многолетних травянистых растений семейства льновых. Лубоволокнистая и масличная культура. Известно большое количество видов. Для получения волокна и семян возделывают в основном лен культурный, включающий ряд разновидностей – долгунец, или прядильный; межумок, или промежуточный; масличный, или кудряш (рис. 14).



Рис. 14. Лен: 1 – долгунец; 2-3 – межумок; 4 – кудряш

Из стеблей льна получают прекрасное тонкое и прочное волокно, хорошо противостоящее гниению. Из одного килограмма волокна изготавливают 10 м² батиста или 1 м² брезента. Короткое прядильное волокно (кудель) идет на выработку мешковины и упаковочных тканей. Из пакли (непрядомого волокна) изготавливают веревки, шпагат. Костра (древесина стеблей) – сырье для получения картона, строительных плит и др.

В семенах льна содержится до 35-42% высыхающего масла, которое идет в пищу, а также для приготовления красок, лаков,

олифы; используется в медицине, парфюмерии. Льняной жмых содержит до 38% белка, ценный корм для животных.

Лен – древнейшая культура, известная за 4–5 тыс. лет до н.э. в Китае, Индии, Закавказье. В X–XIII вв. повсеместно распространился на Руси. В настоящее время основные посевы льна размещены в Нечерноземной зоне России и Беларуси. В нашей республике выращивают в основном лен-долгунец.

Лен-долгунец – однолетнее растение с высоким стеблем (до 120 см), слаборазветвляющимся на вершине и заканчивающимся 2–3 семенными коробочками. Корневая система слаборазвитая. Стержневой корень может проникать на глубину до 120 см, но основная часть боковых корешков располагается в пахотном горизонте.

Выделяют следующие фазы роста и развития: всходы, елочка (10–12 см высоты), бутонизация, цветение, созревание. В фазе созревания различают зеленую, раннюю желтую и полную спелость. На волокно лен убирают в фазе ранней желтой спелости, на семена – при полной спелости. В фазу елочки лен предъявляет повышенные требования к наличию в почве элементов питания. Вегетационный период ~ 75 суток. Лен – самоопылитель, возможно перекрестное опыление.

Экология и технология возделывания. Лен-долгунец хорошо развивается в условиях умеренного климата. Семена прорастают при температуре 3–5°C. Всходы переносят заморозки до – 4°C. Оптимальная температура для роста и развития 15–18°C. Очень влаголюбив, особенно в период бутонизации и цветения. Из-за слабого развития корневой системы очень требователен к содержанию питательных веществ в легкорастворимой форме. Очень чувствителен к недостатку в почве бора.

Лучшими почвами для льна являются хорошо окультуренные легко- и среднесуглинистые со слабокислой реакцией. На переизвесткованных почвах лен заболевает бактериозом.

Лен-долгунец размещают в полевых севооборотах после многолетних трав, озимых, картофеля, вико-овсяной смеси. Лен не переносит повторных посевов – почвоутомление!

Система обработки почвы под лен аналогична системе обработки почвы под другие яровые культуры. Но обычно дополняется предпосевным прикатыванием, что способствует заделке семян на одинаковую глубину, ускорению и появлению дружных всходов.

Норма минерального удобрения под лен-долгунец (кг/га): 20–45 N, 40–90 P₂O₅ и 60–120 K₂O. Навоз вносят под пропашные предшественники.

Сеют лен в ранние сроки при прогревании почвы до 6–8°C. Норма высева – 1,2–1,4 ц/га. Способ посева – узкорядный. Глубина заделки семян 1,5–3,0 см.

Всходы льна обрабатывают пестицидами против льняной блошки. В фазу елочки с сорняками ведут борьбу с помощью гербицидов.

Убирают лен в период ранней желтой спелости, используют льнотеребилки, льнокомбайны. Головки очесывают, просушивают и обмолачивают для получения семян. Обычно льносоломку и льнотресту сдают на льнозаводы.

19. КОРНЕПЛОДНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Эта группа растений в Беларуси представлена сахарной и кормовой свеклой, морковью, брюквой, турнепсом, куузикой (гибрид брюквы и кормовой капусты). Их объединяет способность образовывать корнеплод – специализированный запасующий орган. Все части корнеплода – головка (эпикотель), шейка (гипокотиль) и собственно корень – являются накопителями питательных веществ. У ряда сортов свеклы большую часть корнеплода составляет корень, у репы, редьки и ряда сортов редиса – гипокотиль. При формировании корнеплода сильно разрастается паренхимная ткань вторичной ксилемы (сем. *Капустовые*) или вторичной флоэмы (сем. *Зонтичные*), в клетках которых и откладываются запасные вещества.

Корнеплодные культуры – двулетние растения. В первый год они образуют розетку листьев и утолщенный корнеплод. На второй год из выращенного корнеплода формируются репродуктивные органы, дающие семена.

По хозяйственному использованию их делят на *технические* (сахарная свекла) и *кормовые* (кормовая свекла, морковь, брюква, турнепс и др.).

Корнеплодные культуры дают высокий (в 2–3 раза больший, чем у зерновых культур) сбор сухого вещества с единицы площади. Ботва корнеплодов – ценный корм для животных, для приготовления силоса. Являясь молокогонным кормом, корнеплоды входят в рацион дойного стада. Корнеплодные растения – прекрасный предшественник для зерновых и бобовых культур.

19.1. Сахарная свекла

Общая характеристика. Сахарная свекла – сахароносная культура семейства маревых (рис. 15). Дает сырье для сахарной промышленности. Отходы производства (жом, меласса) используют на корм животным. В год посева развивает корнеплод массой 300–600 г, содержащий 14–20 (иногда до 24)% сахара. С одной тонны корнеплодов получают 130–160 кг сахара. Средняя урожайность корнеплодов около 240 ц/га.

Культурная двулетняя свекла произошла от дикой однолетней свеклы. Географический центр происхождения – средиземноморский. Белорусская зона выращивания сахарной свеклы охватывает Минскую, Брестскую и Гродненскую области.

Экология и технология возделывания. Сахарная свекла – умеренно теплолюбивое растение. Семена начинают прорастать при $4-5^{\circ}\text{C}$ – оптимальная температура для прорастания семян $10-12^{\circ}\text{C}$, для роста и развития – $15-23^{\circ}\text{C}$. Всходы погибают при $-4, -5^{\circ}\text{C}$. При продолжительном весеннем похолодании свекла проходит стадию яровизации и идет в ствол, что снижает урожай корнеплодов и выход сахара. На формирование урожая потребляет много воды, хотя и является довольно засухоустойчивой культурой.

Требует высокоплодородных почв с нейтральной или слабощелочной реакцией.

В севообороте сахарную свеклу размещают после озимых зерновых, зернобобовых, картофеля, кукурузы.

Обработка почвы: осенью – лущение стерни, зяблевая вспашка, весной – покровное боронование, предпосевная культивация на глубину 5–7 см.

Удобрения: 30–40 т/га навоза или компоста, минеральные – 30–60 кг/га P_2O_5 , 45–60 кг/га K_2O ; эффективно припосевное удобрение (в рядки) и подкормки.

Высевают свеклу широкорядным способом в конце апреля – начале мая, когда почва прогреется до $6-7^{\circ}\text{C}$. Слишком ранний посев в холодную почву увеличивает ствόлование свеклы, поздний – снижает урожай. Норма высева семян (клубочков) 20–25 кг/га. Глубина заделки – 2–4 см. Хорошие результаты дает посев дражированными семенами; использование односемянных сортов исключает необходимость прореживания всходов.

Уход за посевами: довсходовое боронование легкими боронами, букетировка, прореживание «букетов», междурядные рыхления, подкормки.

Для фитоценозов свеклы характерны следующие вредители: свекловичные блошки, долгоносики, мухи, тли и др.; болезни: мучнистая роса, корневые, нематодные болезни и др.

Убирают сахарную свеклу в конце сентября – начале октября при накоплении в корнеплодах наибольшего количества сахаров. Рядки при этом размыкаются, листва желтеет, опадает. Для уборки обычно используют свеклоуборочные комбайны.



Рис. 15. Сахарная свекла. А – в первый год жизни; Б – во второй год жизни: 1 – цветоносные ветви; 2 – соцветия; 3 – цветок

19.2. Кормовые корнеплоды

Кормовые корнеплоды составляют группу культурных растений, выращиваемых с целью получения сочных молокогонных кормов. В 100 кг корнеплодов содержится от 9 до 14 к.е., в ботве корнеплодов – почти столько же единиц, сколько в корнеплодах, а белка почти в 2–3 раза больше. Корнеплоды содержат витамины С, В, В₁ и др.

К кормовым корнеплодам относятся: кормовая свекла, кормовая морковь, брюква и турнепс. Их выращивают обычно в прифермских севооборотах после картофеля, однолетних трав, кукурузы на силос.

Кормовая свекла. В первый год жизни формирует корнеплод массой до 10–12 кг и розетку листьев. Корнеплод образуется в основном за счет разрастания корневой шейки, поэтому он поверхностный, мало заглублен в почву. Форма и окраска корнеплода разнообразная.

Кормовая свекла более требовательна к теплу и почвенному плодородию, чем брюква и турнепс. Всходы более чувствительны к заморозкам по сравнению с сахарной свеклой.

Кормовая морковь – двулетнее растение семейства зонтичных. Ценность этой культуре придает высокое содержание в корнеплодах каротина (до 20–25 мг%), хорошие вкусовые качества. Морковь – растение длинного дня, относительно холодоустойчива – всходы переносят заморозки до –2°C. Предпочитает рыхлые плодородные супеси и суглинки с нейтральной и слабокислой реакцией. Не переносит высокую засоленность почвенного раствора – минеральные удобрения лучше вносить дробными дозами. Медленно прорастает – от посевов до всходов проходит три недели. В начальные периоды роста большой вред посевам наносит засоренность посевов. Опасным вредителем моркови является морковная муха.

Брюква – кормовая культура семейства капустовых. Дает с 1 га до 400–600 ц корнеплодов, содержащих 5–10% сахаров, каротин, аскорбиновую кислоту. Оптимальная температура для роста и развития брюквы 15–18°C, семена прорастают при 1–2°C. Всходы переносят заморозки до –4°C, взрослые растения до –7°, –8°C. Всходам вредят крестоцветные блошки, капустные мухи, взрослым растениям – белянка и др. листогрызущие вредители.

Турнепс (кормовая репа) – двулетнее растение семейства капустовых. Кормовая культура. Холодостойкая влаголюбивая. Вегетационный период короткий – 50–80 суток, против 110–150 суток у брюквы. Как и брюква – малотребователен к почвенному плодородию.

Агротехника кормовых корнеплодов во многом схожа. Их выращивают обычно вблизи животноводческих ферм – в прифермских севооборотах. Размещают после картофеля, зернобобовых, силосных культур. Почву под них готовят с осени – лущение стерни, зяблевая вспашка, весной – боронование, предпосевная культивация.

Органические удобрения вносят в дозе 30–40 т/га; под морковь, турнепс – их вносят под предшественник. Дозы минеральных удобрений: по 60–120 кг/га N, P₂O₅, K₂O.

Высевают корнеплоды широкорядным способом, заделывая семена на 1,5–3,0 см.

Уход за посевами включает рыхление почвы до всходов, междурядные обработки почвы, подкормки, прореживание растений в рядках, борьбу с сорняками, вредителями, болезнями.

20. КОРМОВЫЕ ТРАВЫ

Кормовые травы (рис. 16) – однолетние и многолетние травянистые растения, используемые на корм скоту в виде зеленого корма, сена, силоса, сенажа, травяной муки. Возделываются в полевых и кормовых севооборотах, произрастают на естественных кормовых угодьях, используются для залужения низкопродуктивных сенокосов и пастбищ. Подразделяются на четыре хозяйственно-ботанические группы: злаковые, бобовые, осоковые и разнотравье. Для производственных целей наибольшее распространение получили первые две группы.



Рис. 16. Кормовые травы: 1 – тимофеевка луговая; 2 – райграс; 3 – клевер красный

Травам присуща в целом меньшая требовательность к условиям произрастания и очень высокая экологическая пластичность. Вместе с тем различные группы трав своеобразны по своей биологии, типу корневой системы, по отношению к окружающей среде, в том числе к эдафическому фактору. Велика почвозащитная роль трав, их роль в обогащении почв органическим веществом, в формировании водопрочной структуры. Бобовые травы содействуют накоплению в почве азота.

В структуре кормовых трав примерно 60% площадей приходится на долю многолетних и 16% однолетних сеяных трав.

20.1. Бобовые травы

Бобовые кормовые травы (сем. Бобовых) представлены как однолетними, так и многолетними формами. Из однолетних бобовых трав в республике чаще выращивают вику яровую, горох полевой (пелюшка) – их обычно используют для выращивания вико-овсяной и горохово-овсяной смеси. Среди многолетних бобовых трав наибольшее распространение в Беларуси получил клевер луговой (красный).

Клевер луговой (красный) по морфологическим признакам и биологическим особенностям делят на два типа: позднеспелый, или одноукосный – растение озимого типа, и раннеспелый, или двуукосный – ярового типа.

На культурных сенокосах и пастбищах выращивается на протяжении нескольких лет как многолетнее растение, на пахотных землях используется 1–2 года.

В 100 кг зеленой клеверной массы 19,8 к.е. и 2,7 кг переваримого протеина.

Клевер требователен к влаге, но избытка ее не переносит. Лучше развивается на слабокислых или нейтральных почвах суглинистого и супесчаного состава. Отзывчив на органические и минеральные удобрения. В бесснежные морозные зимы травостой сильно изреживается. Клевер – культура теневыносливая, медленно развивается в первый год жизни, поэтому ее сеют под покров зерновых.

Подсев клевера под озимые проводят весной поперек рядков узкорядной сеялкой, под яровые зерновые – одновременно с посевом этих культур (зерно-травяной сеялкой).

Клевер в севообороте высевают в чистом виде и в смеси с мятликовыми и другими бобовыми культурами. Норма высева семян в чистом виде 14–16 (в смеси 1–8) кг/га, глубина заделки семян 1–3 см. После уборки покровной культуры клевер энергично отрастает. При сильном его развитии (теплая продолжительная осень) клевер подкашивают на высоте 8–10 см, чтобы избежать выпревания.

Рано весной посевы боронуют легкими боронами и подкармливают фосфорными (20–30 кг/га P_2O_5) и калийными (30–40 кг/га K_2O) удобрениями. Такие же подкормки трав проводят после каждого укоса. Клевер положительно отзывается на молибденовые и борные удобрения.

Убирают клевер на корм в фазу бутонизации – цветения. Урожайность (ц/га): зеленой массы до 600, сена – 60–100, семян 3 и больше.

20.2. Злаковые травы

Злаковые кормовые травы (семейство мятликовых) распространены во всех зонах и составляют основную часть травостоя на природных кормовых угодьях. Кормовое достоинство большинства из них выше в ранние фазы развития. Животные охотно поедают их массу и в сене и на пастбищах.

Из однолетних злаковых трав в республике наиболее распространен райграсс однолетний; из многолетних – тимофеевка луговая, ежа сборная, мятлик, овсяница и др.

Райграсс однолетний имеет сильно развитые мочковатые корни. Стебель прямой, высотой 60–90 см, хорошо облиственный. Влаголюбивая, малотребовательная к теплу и почвенному плодородию культура. Мирится с почвенной кислотностью. Семена прорастают при 2–4⁰С, всходы переносят заморозки до –4⁰, –5⁰С. Отличается быстрым ростом, скороспелостью, высокой отавностью. Через 40–50 суток после посева достигает укосной спелости. Второй укос формируется через 30–35 суток после первого, третий – через 40–50 суток после второго.

Райграсс однолетний может выращиваться на зеленый корм, сено, сенаж, силос. Для получения высокобелковых кормов высевают в смеси с викой или пелюшкой.

Приемы агротехники райграсса однолетнего примерно такие, какие применяют при выращивании других яровых культур.

Уборку на сено проводят в фазе колошения, на семена – при полной спелости. За вегетацию райграсс однолетний дает до 250–300 ц/га зеленой массы, до 30–40 ц/га сена, 5–16 ц/га семян.

Многолетние злаковые травы при благоприятных условиях дают высокие урожаи в течение 5–7 и более лет, произрастая на одном месте. По характеру кущения у злаков различают три группы: корневищные (костер безостый), рыхлокустовые (timoфеевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая), плотнокустовые (щучка дернистая).

Тимофеевка луговая – одна из самых распространенных злаковых трав таежно-лесной зоны. Растение суходольных и пойменных лугов. Стебель – соломина, достигает 60–120 см высоты, соцветие – султан. Тимофеевка влаголюбива, морозо- и зимостойка, малотребовательна к почвенному плодородию. Весной рано отрастает, но растет медленно. Один из важных компонентов сенокосных и пастбищных травосмесей. Высевают преимущественно с клевером красным под покров зерновых культур (4–6 кг/га). Норма посева в чистом виде – 12 кг/га. Глубина заделки семян – 2–3 см. Полного развития достигает на 2–3-й год жизни. На суходолах высокая урожайность (30–65 ц с 1 га) в течение 4–5 лет, на низинных лугах и в поймах – 10–15 лет.

20.3. Травосмеси

Травосмесь – травостой из нескольких возделываемых видов однолетних или многолетних трав. Простая травосмесь состоит из 2–5 видов трав, сложная включает более 5 видов.

Различают травосмеси краткосрочного использования (3–4 года), средней продолжительности использования (5–7 лет) и долголетние (10–15 лет).

Состав травосмеси изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий. В травосмесь включают наиболее урожайные в данном районе бобовые и мятликовые травы.

По способу использования выделяют травосмеси укосные и пастбищные. Для создания сенокосных угодий подбирают травы с одинаковым вегетационным периодом. В пастбищные травосмеси включают травы с разными сроками созревания.

В бобово-мятликовые травосмеси сенокосов для краткосрочного использования включают примерно поровну (по массе) верховых мятликовых и верховых бобовых трав, для долголетнего – бобовых около 30%, мятликовых – 70%. (Варианты состава травосмесей различного целевого назначения приводятся в специальной литературе).

По сравнению с чистыми посевами травосмеси более урожайные, меньше засоряются и повреждаются, дают корм лучшего качества. С экологической точки зрения травосмеси являются собой более устойчивый, более жизненный агрофитоценоз, позволяющий рационально использовать его компонентами все эдафические ниши.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аношка В.С., Гецэвіч Н.А., Чартко М.К., Чарынь А.Ф. Геаграфія глебаў з асновамі глебазнаўства. Мн., 2000.
2. Вавилов П.П. Растениеводство. М., 1986.
3. Вальков В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений. М., 1986.
4. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения. М., 1999.
5. Добровольский Г.В. Экологические функции почвы. М., 1986.
6. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв. М., 1985.
7. Каравосаў В.Ц., Арлоўскі А.С., Фядотаў У.Л., Лазоўскі А.А. Асновы сельскай гаспадарскі. Ч. 2. Мн., 1998.
8. Почвы Белорусской ССР / Под ред. Т.Н. Кулаковской, П.П. Рогового. Мн., 1974.
9. Тишлер В.С. Сельскохозяйственная экология. М., 1971.
10. Фядотаў У.Л. Асновы сельскай гаспадарскі. Ч. 1. Мн., 1987.

В.Л. Федотов

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА



Витебск 2003