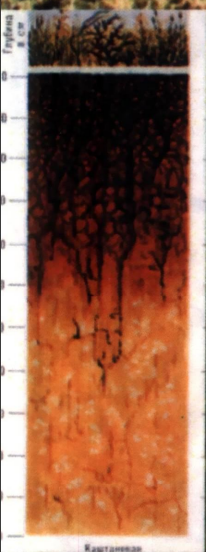


**Н.С. Матюк, А.И. Беленков,
М.А. Мазиров, В.Д. Полин,
А.Я. Рассадин, Е.Д. Абрашкина**



ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ С ОСНОВАМИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ



Москва 2011

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Н.С. Матюк, А.И. Беленков, М.А. Мазиров, В.Д. Полин,
А.Я. Рассадин, Е.Д. Абрашкина

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
С ОСНОВАМИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

*Допущено Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для студентов аграрных вузов,
обучающихся по экономическим специальностям*

Москва
Издательство
РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева
2011

УДК 631.5/9+631.4+631.582
ББК 41.4
М 52

Матюк Н.С., Беленков А.И., Мазиров М.А., Полин В.Д., Рассадин А.Я., Абрашкина Е.Д. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии: Учебник / Н.С. Матюк, А.И. Беленков, М.А. Мазиров, В.Д. Полин, А.Я. Рассадин, Е.Д. Абрашкина. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. 189 с.

В учебнике изложены понятия о факторах почвообразования, составе, свойствах и режимах почв. Дана характеристика сорных растений и мер борьбы с ними, освещены вопросы построения севооборотов и механической обработки почвы, рассмотрены экономические и экологические аспекты применения удобрений, комплекса мероприятий по защите почв в районах проявления водной и ветровой эрозии, анализируются системы земледелия и дана подробная характеристика их основных звеньев.

Даны общие понятия об экологически безопасных технологиях производства продукции растениеводства и безотходных технологиях замкнутого цикла.

Предназначено для студентов аграрных вузов, обучающихся по экономическим специальностям.

Рецензент – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Московского государственного университета природообустройства **А.В. Пуховский.**

ISBN 978-5-9675-0480-8

© Коллектив авторов, 2011
© ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА
им. К.А. Тимирязева
© Издательство РГАУ-МСХА
им. К.А. Тимирязева, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Земледелие с основами почвоведения и агрохимии – одна из основополагающих дисциплин аграрной науки, формирующая целостное мировоззрение об основных закономерностях ведения сельскохозяйственного производства, выращивания культур, повышения урожайности и плодородия почвы, достижения реального результата при наименьших затратах. Независимо от специальности и специализации выпускник сельскохозяйственного вуза должен ориентироваться в основных вопросах рационального ведения хозяйства с учетом современных требований рыночной экономики.

Земледелие с основами почвоведения и агрохимии разрабатывает экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, экономически эффективные приемы повышения продуктивности пашни, воспроизводства плодородия почв и защиты их от эрозии. Средством производства в сельском хозяйстве выступают почва и растения.

Обеспечение устойчивого и стабильного состояния аграрного сектора экономики страны – важная задача науки и практики сельскохозяйственного производства. Для ее решения предлагаются всесторонние меры интенсификации, экологизации и биологизации земледелия. Комплексное и экономное использование ресурсов, рациональная и эффективная организация труда позволят сохранить почвенное плодородие, стимулировать развитие отрасли, добиваться конкретных положительных результатов.

Получение устойчивых урожаев и увеличение производства сельскохозяйственной продукции достигаются на основе новых адаптивно-ландшафтных систем земледелия, наиболее полно учитывающих климатические, почвенные, материальные, финансовые, энергетические факторы их введения и освоения. Основой этих систем является правильная организация территории и построение научно-обоснованных севооборотов, ресурсосберегающие, почвозащитные технологии обработки почвы, интегрированные методы защиты от сорняков, вредителей и болезней. В современном земледелии большое значение придается надежной защите почв от водной, ветровой и ирригационной эрозии, загрязнения их и грунтовых вод удобрениями, тяжелыми металлами и пестицидами. Эта проблема должна решаться за счет более широкого применения биологических приемов и средств восстановления плодородия, защиты растений от вредных организмов, строгого нормирования использования химических средств, ограничения применения тяжелой техники на полях, введения почвозащитных севооборотов с набором мно-

голетних трав и высокоурожайных культур сплошного способа посева.

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предполагают уменьшение техногенной нагрузки на почву прежде всего за счет минимализации обработки почвы, что также способствует защите земель от неблагоприятного воздействия природных и антропогенных факторов. Для этого рекомендуется совмещение ряда операций в одном проходе техники, применение широкозахватных комбинированных агрегатов, использование тракторов и машин со сдвоенными или широкими шинами, уменьшение глубины обработки, использование прямого посева культур.

Проблема ресурсосбережения и эффективного использования средств предполагает использование в производстве новых систем, обеспечивающих качественное и экономное выполнение агроприемов, связанных с посевом, уборкой культур, внесением удобрений и пестицидов. Шире используется навигационное оборудование и спутниковые системы GPS или Глонасс для обеспечения выполнения технологических мероприятий.

Предлагаемое учебное пособие, составленное с учетом типовых учебных программ, рассчитано на студентов, бакалавров и магистров экономических специальностей, может быть использовано представителями технологических и педагогических факультетов сельскохозяйственных вузов.

ГЛАВА 1. СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

1.1. Понятие о системе ведения сельского хозяйства и системе земледелия

Производство сельскохозяйственной продукции неразрывно связано с системой ведения сельского хозяйства как составной частью агропромышленного комплекса.

Система ведения хозяйства – это совокупность научно-обоснованных способов производства сельскохозяйственной продукции на основе современных, экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий. Она включает в себя организационные, технологические, экономические, управленческие и социальные мероприятия, необходимые для производства, хранения, переработки и реализации растениеводческой, животноводческой и другой продукции.

Система ведения сельского хозяйства предполагает наиболее полное, эффективное использование климатических, земельных, водных, энергетических, трудовых и других ресурсов с целью производства сельскохозяйственной продукции высокого качества в соответствии с потребностями общества. Как категория социально-экономическая она зависит от уровня развития производительных сил общества и научно-технического процесса. Системы ведения сельского хозяйства различаются по специализации, главному рыночному продукту, по интенсификации производства, применению ресурсосберегающих технологий, современным методам управления и моделированию технологических процессов.

Как многокомпонентная система она включает *организационно-экономические, технологические, управленческие и другие мероприятия* в соответствии со спецификой производства (рис. 1). В состав системы мероприятий включают мероприятия по хранению, переработке и реализации продукции, материально-техническому обеспечению, охране окружающей среды и др. Составные звенья ее могут изменяться и дополняться. Например, система животноводства может включать мясомолочное скотоводство, коневодство, овцеводство, свиноводство, пчеловодство и другие отрасли.

Составной частью системы ведения сельского хозяйства является система земледелия. В современном аграрном производстве под **системой земледелия** понимают совокупность взаимосвязанных организационно-экономических, агротехнических, мелиоративных и других мероприятий, направленных на эффективное использование земель агроландшафта, материальных ресурсов субъекта, воспроизводство плодородия почв с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Она предполагает

рациональное использование всех сельскохозяйственных угодий: пашни, сенокосов, пастбищ, многолетних насаждений, а также рекультивируемых, заболоченных и других земель.



Рис. 1. Составные компоненты системы ведения хозяйства

Основными задачами этого агрокомплекса являются:

- устойчивое получение экономически выгодных урожаев сельскохозяйственных культур высокого качества;
- воспроизводство плодородия почв и защита их от эрозии и деградации, переуплотнения;
- обеспечение безопасности и охраны природной среды (водоемы, леса, реки и др.) от загрязнения удобрениями и пестицидами;
- создание благоприятных условий для высокопроизводительного труда, отдыха и жизни земледельца.

1.2. Современные системы земледелия и их содержание

Современная система земледелия как сложный агрокомплекс включает в себя четыре группы (блока) взаимосвязанных мероприятий: *агротехнические, мелиоративные, организационно-экономические и экологические* (рис. 2).

Агротехнический блок включает организацию территории землепользования хозяйства (землеустройство), размещение севооборотов, хозяйственных центров, ферм, дорог и т.д. В современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия большое значение имеет соотношение площадей основных угодий: пашни, сенокосов, пастбищ, леса и водоисточников. При составлении проекта землепользования в каждой природной зоне определяют оптимальное соотношение этих угодий с учетом специализации хозяйства и противоэрозионной организации территории.

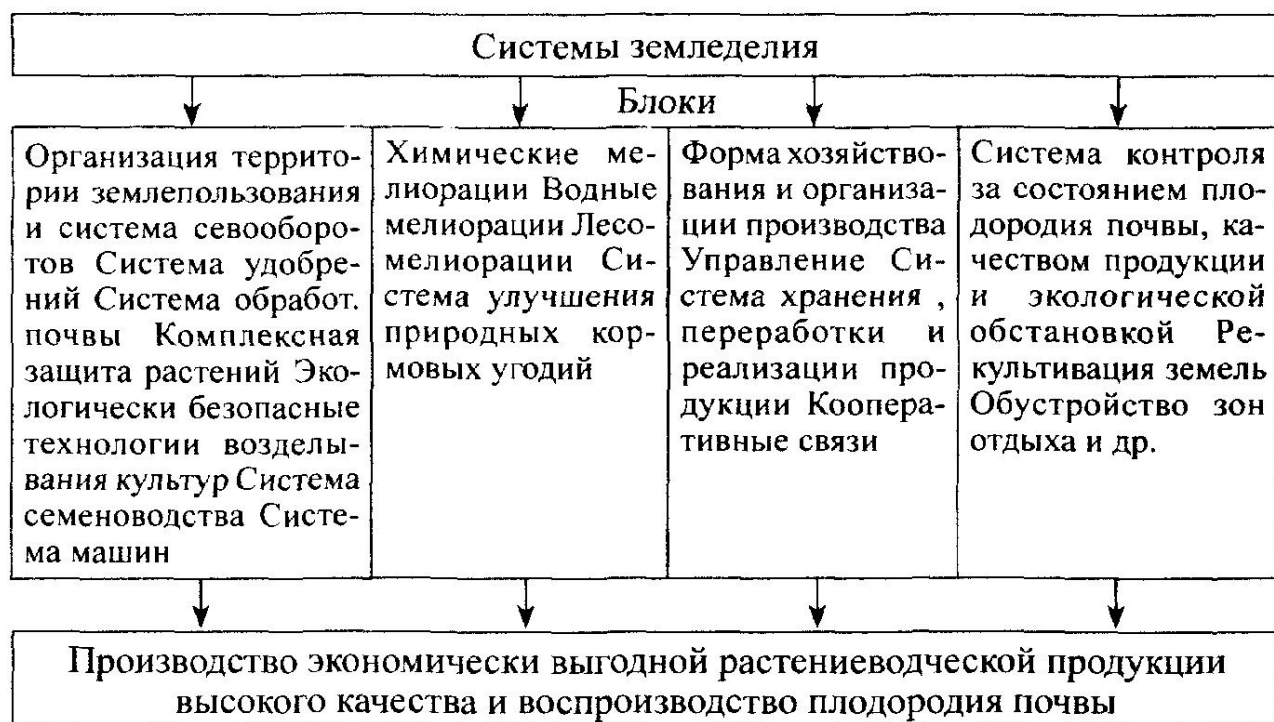


Рис. 2. Компоненты системы земледелия и их взаимосвязи

На основе анализа агроэкологических групп земель, уровня их плодородия, а также степени проявления эрозионных процессов определяют пригодность их для возделывания сельскохозяйственных культур и количество вводимых севооборотов.

Структура посевных площадей в каждом севообороте составляется с учетом потребности в рыночной продукции и кормах для животноводства. Наряду с этим она должна обеспечить воспроизводство плодородия и защиту почв от эрозии. Так на средне- и сильноосмытых почвах вводят специальные почвозащитные севообороты, в которых доля многолетних трав составляет 50-60%.

При проектировании системы обработки почвы в севооборотах учитывают свойства почвы, уровень ее плодородия, биологические особенности культур и их требования к мощности пахотного слоя, к параметрам агрофизических показателей плодородия, фитосанитарному состоянию почвы.

В севооборотах Центрального Нечерноземья система обработки почвы строится на принципах ее разноглубинности, минимализации под зерновые культуры на хорошо окультуренных и слабозасоренных многолетними сорняками почвах.

В степных районах при проявлении ветровой эрозии отвальную обработку заменяют плоскорезной, чизельной или другой безотвальной с оставлением на поверхности почвы стерни, измельченной при уборке хлебов соломы. Такие способы обработки улучшают водный режим почвы и защищают ее от ветровой эрозии.

Важным звеном системы земледелия также является комплексная защита растений от сорняков, болезней и вредителей. Она проектируется на совокупном применении предупредительных, механических, химических и биологических методов. Основой разработки мероприятий по оптимизации защиты растений служат мониторинг, краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития вредных организмов.

Экологически безопасные технологии направлены на получение урожая высокого качества, предупреждение загрязнения почв удобрениями, тяжелыми металлами и пестицидами. Они включают приемы, оптимизирующие средства воздействия на почву и растения с целью уменьшения отрицательного влияния на окружающую среду и качество продукции. С помощью технологических приемов, например, мы уменьшаем до нормативных пределов сток и смыв почвы на склоновых землях, оптимизируем ее переуплотнение.

Мелиоративный блок включает водные (осушение, орошение), химические (известкование кислых почв и гипсование засоленных земель) мелиорации, лесомелиорации и систему улучшения природных кормовых угодий.

С помощью водных мелиораций регулируют водный режим почвы и связанный с ним воздушный. Так, на переувлажненных почвах и заболоченных землях проводят осушение. Оно проводится открытой осушительной сетью каналов или закрытым дренажем с целью отвода поверхностных и грунтовых вод в водоприемники (каналы, реки, озера). На заболоченных, переувлажненных землях с высоким уровнем стояния грунтовых вод проводят понижение уровня их стояния.

Орошение и обводнение земель эффективно в засушливых районах или в периоды кратковременных засух в течение вегетации растений, особенно в критические для водопотребления фазы роста. Оно увеличивает в среднем на 30% урожайность зерновых и кормовых культур, улучшает качество урожая.

Лесомелиорации, лесополосы и лесонасаждения оптимизируют микроклимат, сокращают поверхностный сток на склонах, способствуют накоплению воды в почве. На землях, подверженных ветровой эрозии, они снижают скорость ветра до безопасного порога, что предотвращает снос и выдувание почвы.

Для защиты прудов, водоемов от заиления создают берегоукрепляющие и противозерозионные лесные насаждения, а прифермские и пастбищные лесополосы проектируют вблизи ферм и на природных кормовых угодьях. В зависимости от интенсивности использования земли и способов повышения плодородия в историческом

плане системы земледелия подразделялись на следующие типы: примитивные, экстенсивные, переходные и интенсивные. При экстенсивных системах не все пригодные к сельскохозяйственному использованию земли находились в обработке или значительная часть пашни отводилась под чистые пары и многолетние травы. Они не позволяли поддерживать плодородие почвы на достаточно высоком уровне, так как оно восстанавливалось лишь под действием естественной растительности без участия человека, и их стали заменять более прогрессивными системами. Интенсивные системы земледелия характеризуются высокопродуктивным использованием пашни под посевы полевых и кормовых культур, превращением лугов в продуктивные сенокосы и пастбища и активным воздействием человека на плодородие почвы.

Плodosменная система – это система земледелия, при которой зерновые культуры занимают не более половины площади пашни, а на остальной части возделывают пропашные и бобовые растения. Впервые плodosменная система была применена в Бельгии и Голландии в XVI в., а позднее и в Англии, где в графстве Норфолк был введен классический плodosменный севооборот: 1) клевер; 2) озимая пшеница; 3) турнепс; 4) ячмень с подсевом клевера.

В России теоретические основы плodosмена развивали ученые-агрономы А.Т. Болотов, И.М. Комов, А.В. Советов. «Главное искусство состоит в том, – писал И.М. Комов, – чтобы земли не изнурить, а прибыли от нее получить, сколько можно больше. Этого можно достичь, если поочередно то овощ, то хлеб, то траву сеять».

Переход к плodosменной системе земледелия позволил существенно увеличить производство зерна, кормов и другой продукции. Особенность этой системы: 1) перевод всех малопродуктивных кормовых угодий в пашню; 2) замена чистых паров занятыми с посевами в них бобовых культур; 3) увеличение плодородия почвы благодаря чередованию бобовых, пропашных и зерновых культур, применению удобрений, рациональной обработки почвы, известкованию кислых почв и др. Кормовые культуры размещают на пашне, вводят промежуточные посевы. Наиболее широко эта система распространена в увлажненных районах Нечерноземной и Центрально-Черноземной зоны, где возделывают зерновые, кормовые и технические культуры.

При **зернопаровой** системе земледелия преобладающую площадь пашни (60-80%) занимают зерновые культуры, значительная площадь (20%) отведена под чистые пары. Плодородие поддерживается и повышается обработкой почвы и применением удобрений. Широко распространение зернопаровая система получила в степ-

ных засушливых районах Западной Сибири, Среднего и Нижнего Поволжья.

На легких почвах как разновидность зерновой системы применяется *сидеральная* система земледелия. Сущность ее заключается в том, что на паровом поле возделывают растения, зеленую массу которых запахивают на удобрение. В качестве сидеральных культур используют многолетний и однолетний люпин, пелюшку, сераделлу, донник.

Травопольная система. Основой ее являются полевой зернопаротравяной севооборот и кормовой с посевами однолетних и многолетних трав. При этой системе значительная часть пашни (50% и более) используется под многолетние травы, а остальная часть земель занята кормовыми культурами.

Теоретические основы травопольной системы земледелия разработаны академиком В.Р. Вильямсом в 30-е годы XX века. Особое значение в ней придавалось улучшению структуры почвы и восстановлению ее плодородия под действием многолетних бобово-злаковых трав. Это достигалось введением травопольных севооборотов, системы отвальной обработки почвы в сочетании с применением органических и минеральных удобрений, известкования кислых почв. Наряду с этим значительное внимание уделялось полезащитному лесоразведению и почвозащитным мероприятиям.

Эта система земледелия получила распространение в хозяйствах с крупными животноводческими комплексами по производству мяса и молока. Для повышения ее эффективности в севообороты вводят кормовые культуры (кукурузу, корнеплоды), однолетние травы, промежуточные посевы, применяют жидкий навоз, орошение.

Пропашная система земледелия характеризуется самым интенсивным использованием земли и активным воздействием человека на плодородие почвы с помощью удобрений, орошения и других приемов. В этой системе большую часть пашни (более 50%) занимают посевы пропашных культур: картофеля, свеклы, кукурузы, хлопчатника, овощных, сои. Высокая степень насыщения севооборотов пропашными требует применения удобрений в больших дозах, интенсивной обработки почвы, дополнительных мероприятий по борьбе с болезнями, вредителями и сорняками, почвозащитных, мелиоративных и других приемов. Внедрение пропашной системы земледелия связано с большими затратами труда и материальных средств. В этой системе широко применяют повторные посевы пропашных культур и промежуточные посевы. Пропашная система земледелия получила распространение в хозяйствах, специализирующихся на возделывании картофеля, овощей, сахарной свеклы и других культур.

Перечисленные системы земледелия имеют характерные признаки: социально-экономический и агротехнический (земледельческий). Первый из них характеризует способ использования земли, второй – способ восстановления плодородия почвы и защиты ее от эрозии. Способ использования выражается в соотношении земельных угодий и структуры посевных площадей, а способ повышения плодородия почвы – в комплексе агротехнических и почвозащитных мероприятий. Эти признаки характеризуют интенсивность и рациональность системы земледелия.

Большое разнообразие природных условий на огромной территории России потребовало разработки и освоения научно-обоснованных адаптивно-ландшафтных систем земледелия, наиболее полно учитывающих местные климатические, почвенные и экономические условия. *Современная система земледелия* – это сложный агрокомплекс взаимосвязанных организационно-экономических, агротехнических, мелиоративных мероприятий по производству растениеводческой продукции на основе эффективно-го использования земельных, материальных и трудовых ресурсов. Она должна быть хорошо адаптирована к природным условиям агроландшафта, к рынку, материальным ресурсам. Адаптивность предполагает соответствие биологических особенностей и требований сельскохозяйственных культур климатическим условиям, уровню плодородия почвы, влагообеспеченности и т.д. (рис. 3).

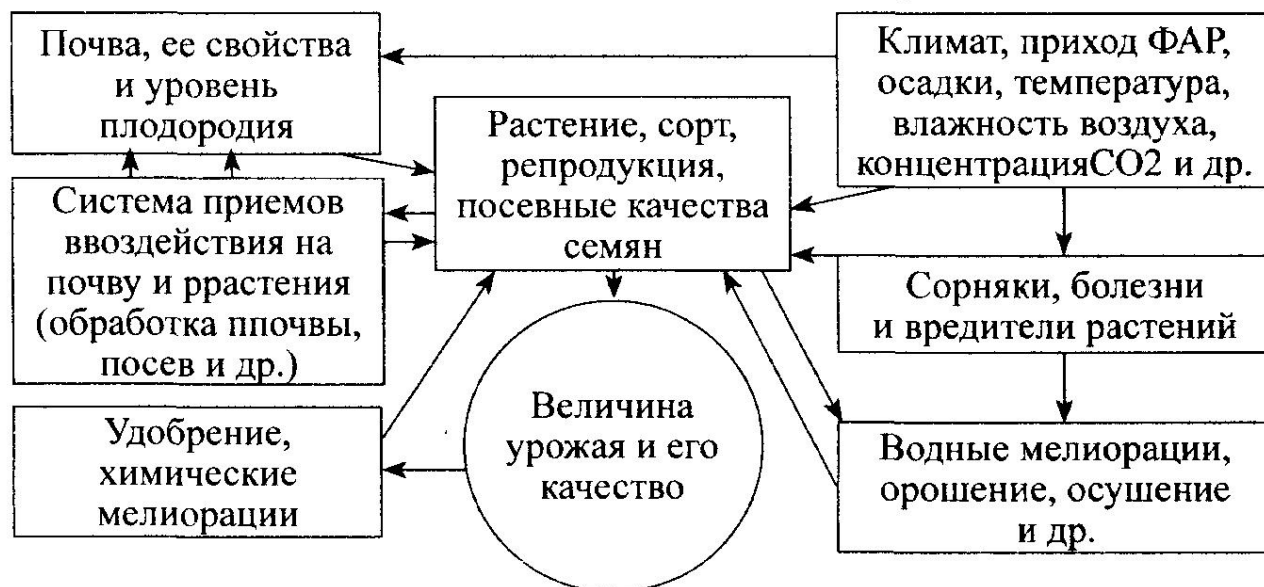


Рис. 3. Основные факторы, определяющие уровень урожайности

Главная особенность современных систем земледелия – это формирование устойчивых высоких урожаев в основе которых лежит максимальное связывание кинетической энергии солнца и перевод

ее в потенциальную, т.е. в форму органического вещества. Оптимизация условий жизни растений для наибольшего синтеза органического вещества в агроценозах является одной из теоретических основ систем земледелия. В этих целях используют законы земледелия и учение о воспроизводстве плодородия, которые служат основой оптимизации факторов жизни растений. Весь комплекс агротехнических мероприятий в системах направлен на устранение причин, ограничивающих получение высоких и устойчивых урожаев высокого качества.

1.3. Системы земледелия в разных регионах России

Нечерноземная зона – крупный аграрный регион страны, сельскохозяйственные угодья которого составляют 70 млн га, в том числе 45 млн га пашни, 13 млн га сенокосов, 12 млн га пастбищ и выгонов.

Большая часть территории считается зоной достаточного увлажнения, однако неравномерное распределение осадков в течение вегетационного периода, особенно на юго-востоке и востоке зоны, вызывает резкие колебания урожайности по годам. В зоне преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы различного гранулометрического состава и разной степени окультуренности. В основном это почвы с низким естественным плодородием и кислой реакцией почвенного раствора. Мелкоконтурность, а иногда и расчлененность рельефа затрудняют механизацию полевых работ.

Специализация зоны – мясомолочное животноводство, промышленное птицеводство, производство картофеля, овощей, льна-долгунца. Главные задачи земледелия Нечерноземной зоны – повышение урожайности всех культур, увеличение производства фуражного зерна и кормов. Чтобы придать земледелию устойчивый характер, необходимо: повысить плодородие пахотных мелиорируемых земель путем устранения кислотности, избыточного увлажнения, обогащения их органическим веществом и элементами питания, ликвидации засоренности полей, предупреждения водной эрозии; повысить продуктивность естественных кормовых угодий с помощью поверхностного и коренного улучшения, широкого применения удобрений и различных мелиораций.

Решение этих задач предусматривает установление в соответствии со специализацией рациональной структуры посевных площадей и системы севооборотов, ликвидацию мелкоконтурности полей, возделывание высокоурожайных сортов и гибридов, осуществление комплекса мелиоративных и культуртехнических работ.

В хозяйствах мясомолочного направления зерновые и зернобобовые культуры занимают 52-60%, кормовые – 38-40% площади пашни. В связи с этим вводят зернотравяные, зернопропашные, травопольные и пропашные севообороты. В свинооткормочных, птицеводческих и других хозяйствах, где основной продукцией земледелия является зерно, насыщение севооборотов зерновыми культурами достигает 65-70%. Здесь эффективны зернопропашные и плодосменные севообороты. Зерновые севообороты с насыщением их зерновыми культурами до 75% размещают на отдаленных землях. На крупных животноводческих комплексах насыщенность севооборотов кормовыми культурами достигает 80-100%. Преобладают травяно-пропашные, пропашные и сенокосно-пастбищные севообороты. В прифермских пропашных севооборотах, как правило, размещают корнеплоды, кукурузу на силос и многолетние травы. На хорошо окультуренных почвах в лесостепных районах эффективны люцерново-кукурузные двупольные севообороты, продуктивность которых составляет 7-8 тыс. корм. ед. с 1 га.

В условиях достаточного увлажнения экономически выгодны занятые пары с размещением в них клевера, однолетних трав, кукурузы на силос, а на песчаных почвах – и сидеральных культур. В севооборотах с травосеянием лучшие культуры для подсева многолетних трав – ячмень, овес, однолетние травы, озимые, убираемые на зеленый корм. Сроки использования их в полевых севооборотах составляют 1-2 года.

В пригородных хозяйствах большие площади (до 40%) заняты картофелем, его размещают в травяно-пропашных и плодосменных севооборотах. Повышение продуктивности специализированных севооборотов достигается насыщением их промежуточными культурами: горчицей, озимым рапсом, пелюшкой, озимой рожью, редькой масличной.

Один из главных элементов системы удобрений в зоне – известкование кислых почв. По данным научных исследований, внесение извести в норме 2-8 т/га позволяет дополнительно получить зерна озимой пшеницы 0,39-0,66 т/га, ячменя – 0,36-0,51, сахарной свеклы – 3,5-11 т/га.

Основа научной организации использования удобрений – определение потребности в них, рациональное их распределение, хранение, разработка систем и планов их применения в севооборотах по отдельным полям и культурам, оценка эффективности используемых средств химизации. Систему удобрений разрабатывают с учетом биологических особенностей культур, уровня плодородия почвы (гранулометрического состава, содержания питательных веществ и т.д.), влагообеспеченности полей.

Для большей части районов Нечерноземной зоны установлена агроэкономическая целесообразность применения разноглубинной системы обработки почвы в севообороте: под пропашные или в занятом пару – глубокая, под зерновые – мелкая или поверхностная. По данным научных учреждений зоны, на хорошо окультуренных почвах, чистых от сорняков замена вспашки дисковой, фрезерной обработкой, отвальным лушением (особенно в засушливые годы) повышает урожайность озимых на 0,2-0,4 т/га.

На полях, засоренных многолетними сорняками, система зяблевой обработки включает вспашку с предварительным лушением стерни, на переувлажненных землях под пропашные осеннюю вспашку заменяют лушением. Важное место в системе обработки почвы занимают специальные приемы, обеспечивающие увеличение мощности пахотного слоя, отвод избыточной воды, создание микро-рельефа на склоновых землях и др.

Лесостепная и степная зоны России – обширный регион. Он включает Центрально-Черноземную зону, Поволжье, Северный Кавказ. Для большинства районов этой зоны характерен умеренно континентальный и континентальный климат. Среднегодовое количество осадков в предгорных районах Кавказа – 550-600 мм, в степных районах Поволжья и Северного Кавказа – 200-450 мм. Около 30% территории находится в зоне недостаточного увлажнения, поэтому все агротехнические приемы направлены на накопление и рациональное использование влаги.

Почвенный покров представлен серыми лесными почвами в лесостепной, черноземными и каштановыми, а также солонцовыми почвами в степной зоне. Небольшое количество лесов, значительная распаханность территории и расчлененный рельеф вызывают проявление водной эрозии в лесостепной зоне и ветровой – в степной.

Специализация зоны – производство зерна озимой и яровой пшеницы, бобовых культур, риса, кукурузы, а также продукции сахарной свеклы, подсолнечника, конопли, бахчевых и овощных культур. Благоприятны условия для развития молочного и мясного скотоводства и других отраслей сельскохозяйственного производства.

Большое разнообразие природных условий и возделываемых культур позволяет применять различные системы земледелия. Перед зональными системами земледелия в этом регионе поставлены следующие основные задачи: борьба с засухой за счет комплекса приемов регулирования водного режима; интегрированная борьба с сорняками, болезнями и вредителями растений; повышение плодородия эродированных земель. Решение этих задач достигается введением в засушливых районах зернопаровых (с чистыми и кулисными пара-

ми) и зернопаропропашных севооборотов. Для хозяйств зернового направления рекомендованы севообороты с насыщением зерновыми и зерновыми бобовыми культурами 60-80%, в том числе озимой пшеницей 40-50%. Расширение посевов озимых по чистым парам (например, в районах Поволжья, Оренбургской области) следует рассматривать как одну из действенных мер получения устойчивых урожаев продовольственного и фуражного зерна. В степной зоне под чистый пар отводят 20% пашни, в лесостепной – 10%. В зависимости от специализации хозяйств в лесостепной зоне зерновые культуры могут занимать в структуре посевных площадей 43-70%, сахарная свекла – 15-25, кормовые – 20-42%. Эти культуры размещают в зернопропашных и плодосменных севооборотах. Озимую пшеницу возделывают после кукурузы на зеленый корм и силос, гороха, однолетних и многолетних трав.

В кормовых севооборотах выращивают люцерну, клевер, эспарцет, кукурузу на силос, а в условиях орошения дополнительно насыщают их промежуточными культурами (горох, кукуруза, озимая рожь, горохоовсяные смеси и др.).

В системе подготовки почвы в степной зоне под озимые культуры эффективны дисковая и плоскорезная обработка почвы на глубину 8-10 см, которые повышают урожайность на 0,2-0,3 т/га по сравнению со вспашкой при условии применения гербицидов. В севооборотах целесообразна разноглубинная обработка почвы: в чистом пару и под сахарную свеклу вспашка на 28-32 см, под кукурузу и подсолнечник вспашка на 25-27 см, под зерновые – лемешное лушение или плоскорезная обработка на 14-16 см. Глубокие обработки проводят один раз в 3-5 лет. Широкое использование гербицидов позволяет применять минимальную обработку почвы при уходе за парами и пропашными культурами, а при возделывании зерновых культур использовать прямой посев. На склоновых землях применяют гребнистую, ступенчатую, безотвальную обработки почвы, а также вспашку с прерывистым бороздованием, поделкой лунок и др.

К особенностям системы удобрений следует отнести: применение фосфора в растворимых формах, как в виде основного удобрения, так и в рядки при посеве; азотную подкормку озимых посевов; применение полного удобрения под сахарную свеклу, кукурузу и кормовые культуры, а также фосфорно-калийных под бобовые. Органические удобрения (20-30 т/га) вносят на паровых полях и под пропашные культуры.

Важное значение в накоплении влаги имеют полезащитное лесоразведение, снегозадержание, полосное и контурное размещение посевов и др.

Степные и лесостепные районы Сибири – одна из крупных житниц страны. Климат характеризуется резкой континентальностью с периодическими засухами на обширной территории. Осадков выпадает в степной зоне около 300 мм в год, в лесостепной – 300-400, в таежной – 500 мм и более. Сильные ветры иссушают почву, вызывая пыльные бури и ветровую эрозию.

В степной зоне Сибири преобладают обыкновенные черноземы и каштановые почвы, в лесостепной – обыкновенные и выщелоченные черноземы. Значительные площади занимают засоленные почвы. В северных лесостепных районах распространены серые лесные и дерново-подзолистые почвы.

Специализация зоны – производство зерна ценных сортов яровой пшеницы, картофеля, овощей и кормов. Основу зонального агрокомплекса составляют система мероприятий по защите почв от ветровой эрозии и борьбе с засухой; защита культурных растений от болезней, вредителей и сорняков; внедрение высокоурожайных сортов и прогрессивных технологий возделывания культур; улучшение плодородия засоленных почв. Широко распространена почвозащитная зернопаровая система земледелия. Ее характерные особенности: короткоротационные севообороты с кулисным паром и полосным размещением культур, а на легких почвах – почвозащитные; применение плоскорезной обработки почвы и стерневых сеялок, обеспечивающих сохранение стерни на поверхности пашни и уменьшение испарения почвенной влаги; система влагонакопительных мероприятий (посевы кулис, снегозадержание, регулирование стока); внесение фосфорных удобрений на паровом поле и в рядки при посеве, а на легких почвах – органических; повышение плодородия засоленных почв гипсованием, посевом многолетних трав и мелиоративными приемами обработки; улучшение естественных кормовых угодий, применение лиманного орошения, почвозащитных лесонасаждений.

Важное значение имеют возделывание высокоурожайных сортов интенсивного типа, совершенствование системы семеноводства, применение оптимальных сроков, норм и способов посева. Например, в степной зоне Западной Сибири среднепоздние сорта яровой пшеницы типа Омская 9 высевают 17-22 мая, а сорта твердой пшеницы (Алмаз, Алтайка) – позднее (23-25 мая). Отклонение от оптимального срока посева на 4-5 дней приводит к снижению урожайности на 0,4-0,6 т/га.

Самый высокий выход зерна с 1 га пашни в районах зерновой специализации обеспечивают трех-, четырех- и пятипольные зернопаровые севообороты, например: 1) кулисный пар; 2-4) яровая пше-

ница; 5) ячмень. Освоение почвозащитной системы земледелия с таким севооборотом в хозяйстве позволило повысить урожайность зерновых с 1,09 до 1,88 т/га. Зернопропашные севообороты без чистого пара снижают как урожайность, так и выход зерна с гектара пашни.

Решающее значение в системе мер борьбы с засухой принадлежит чистым парам, а с ветровой эрозией полосному размещению культур. Паровые полосы на двух полях чередуют с полосами зерновых культур, которые размещают поперек направления господствующих ветров. Ширина полос составляет: на глинистых и суглинистых почвах 100 м, на легко- и среднесуглинистых 50 м, на сильнодефлированных 25-33 м. Доля чистых паров в структуре посевных площадей степной зоны составляет 20-33%, а в лесостепной и таежной зонах – 16-20%. Пары и своевременный уход за ними способствуют накоплению влаги, доступных элементов питания в почве, очищению полей от сорняков.

В северных лесостепных районах Сибири эффективны зернопаропропашные и зернопаротравяные севообороты, например: 1) чистый пар; 2) озимая рожь; 3) яровая пшеница с подсевом клевера; 4-5) клевер; 6) яровая пшеница. В кормовых севооборотах возделывают люцерну, клевер, рапс, кукурузу, а в более южных засушливых районах – кострец безостый, донник и др.

Технология обработки почвы направлена на защиту ее от ветровой эрозии и уменьшение испарения почвенной влаги. В зоне ветровой эрозии широко применяют плоскорезные орудия. Для летнего ухода за парами используют противозерозионные и штанговые культиваторы. Внесение гербицидов позволяет значительно сократить число механических обработок в чистых парах. Предпосевную обработку можно совместить с посевом, используя стерневые сеялки или комбинированные агрегаты. Противозерозионные технологические приемы обработки сохраняют на поверхности пашни 60-80% стерни, которая способствует накоплению снега зимой и защищает почву от выдувания.

В увлажненных районах при отсутствии эрозии в систему зяблевой обработки на засоренных полях включают вспашку с предварительным лушением, а на солонцовых землях – глубокую безотвальную обработку. На склоновых землях обработку и посев проводят поперек склона или по контуру поля; применяют также бороздование, щелевание, лункование и другие мероприятия.

Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, наиболее полно учитывающих местные условия, позволяет хозяйствам получать высокие и устойчивые урожаи. Так, внедрение почвозащитной

зернопаровой системы обеспечило повышение урожайности зерновых на площади 12 тыс. га с 2,18 до 2,7 т/га. Основой этой системы являются почвозащитные севообороты с полосным размещением пара и культур, плоскорезная обработка, внесение фосфорных удобрений (12-15 кг/га д.в.) в рядки при посеве, снегозадержание и др.

На орошаемых землях применяют интенсивные системы земледелия. Орошение – важнейшее условие повышения урожайности культур и устойчивости сельскохозяйственного производства в засушливых районах. Основные площади орошаемых земель сосредоточены в таких крупных регионах, как Северный Кавказ, Поволжье. Благоприятный тепловой режим и значительный приход солнечной радиации в этих зонах позволяют получать при орошении высокие урожаи риса, кукурузы, сахарной свеклы, овощей и кормовых культур. Основами агротехнического комплекса интенсивных систем земледелия при орошении являются насыщение севооборотов высокоурожайными культурами ценных сортов и гибридов, промежуточными посевами; применение разноглубинной системы обработки почвы, обеспечивающих улучшение ее физических свойств и максимальное использование поливной воды; использование органических и минеральных удобрений в повышенных дозах; оптимальные режимы орошения и способы полива; надежная защита растений от болезней, вредителей и сорняков; борьба с вторичным засолением и заболачиванием, предупреждение ирригационной эрозии.

На орошаемых землях вводят специализированные севообороты с большим насыщением их ведущими культурами: рисом (57-67%), сахарной свеклой (40%). Для производства кормов на крупных животноводческих комплексах применяют пропашные, травяно-пропашные, плодосменные, зернотравяные севообороты. Например, для хозяйств молочно-мясной специализации рекомендован восьмипольный севооборот: 1) яровой ячмень с подсевом люцерны; 2-4) люцерна на сено и сенаж; 5) озимая пшеница + пожнивно кукуруза на зеленый корм; 6) кормовая свекла; 7) горохо-овсяная смесь на зеленый корм с подсевом суданской травы; 8) озимая рожь на зеленую массу + поукосный посев кукурузы на силос. Насыщение севооборотов люцерной позволяет получать при орошении ежегодно 4-5 укосов с урожайностью зеленой массы 60-80 т/га, например: 1-3) люцерна; 4) люцерна на один укос с последующим посевом кукурузы на силос (поукосно); 5) озимая пшеница + летний посев люцерны.

Насыщение севооборотов промежуточными посевами – важный источник увеличения производства кормов. В пожнивных и поукосных посевах наиболее перспективны кукуруза, однолетние травы в смеси с соей, подсолнечником, чиной, викой и др.

Сахарную свеклу в орошаемых севооборотах размещают по обороту пласта люцерны и возделывают иногда повторно.

Особенности обработки почвы при орошении: глубокая (28-32 см) зяблевая обработка, тщательная планировка поверхности пашни, рыхление с выравниванием почвы после полива и полупаровая обработка при прорастании сорняков после влагозарядковых поливов. Для улучшения засоленных почв применяют периодическую трехъярусную обработку плугами ПТН-40, ПТН-2-40, ПТН-3-40 на глубину 40-45 см в сочетании с гипсованием, промывными поливами и посевами люцерны.

Большую защитную роль в районах недостаточного увлажнения играют полезащитные лесные насаждения, которые располагают по краям полей, берегам каналов, водохранилищ. Они способствуют равномерному распределению снега, регулируют сток воды и предохраняют водоемы от заноса песком.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под системой земледелия?
2. Перечислите составные части системы земледелия.
3. Что должна обеспечивать система земледелия?
4. Чем характеризуются адаптивно-ландшафтные системы земледелия?
5. Каковы особенности системы земледелия Нечерноземной зоны, Лесостепной и Степной зон?
6. По каким показателям оценивают эффективность системы земледелия?

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

2.1. Почва, ее образование и свойства

Выращивание растений и получение продуктов питания, кормов в земледелии связано с почвой как особым природным образованием.

Почва – это верхний слой земной коры, измененный длительным совместным воздействием растительных и животных организмов, климата, рельефа, производственной деятельностью человека, обладающий свойством плодородия и способностью создавать урожай произрастающих на нем растений. Почва – составная часть биосферы, она служит средой для выращивания растений, обеспечивает их водой, элементами питания и другими земными факторами. В почве накапливается и сохраняется в форме органического вещества преобразованная лучистая энергия солнца, которую используют растения и микроорганизмы. Растения дают пищу людям и животным, таким образом, почва обеспечивает поддержание, воспроизводство и дальнейшее развитие жизни на Земле.

Почва – основное средство производства в земледелии. В процессе хозяйственной деятельности с помощью удобрений, обработки, орошения человек изменяет свойства почвы, создает благоприятные условия для роста растений. Таким образом, почва является объектом приложения труда.

Образование почвы. Почва образуется из горных пород в результате длительного процесса их разрушения (выветривания) и превращения в новую субстанцию. *Выветривание* представляет собой совокупность процессов количественного и качественного изменения горных пород и слагающих их минералов под действием воды, воздуха, солнечного тепла, растений, животных и микроорганизмов.

В результате выветривания горных пород происходит их разрушение, образование простых солей, вторичных глинистых минералов (каолинит, вермикулит, монтмориллонит и др.). Хорошие физические свойства рыхлой породы создают благоприятные условия для жизни бактерий, лишайников, водорослей, а затем и высших растений. В процессе выветривания образуется более или менее однородная масса с определенными физическими свойствами, которая называется *материнской породой*, на ее основе образуется почва.

Великий русский почвовед В.В. Докучаев определил, что почва как естественное тело является результатом совокупного влияния пяти природных *факторов почвообразования*: растительного и жи-

вотного мира, климата, почвообразующей материнской породы, рельефа и времени (возраста). Кроме того, мощным фактором почвообразования служит производственная деятельность человека, в ходе которой изменяются свойства почвы и ее плодородие.

Роль растительного и животного мира в почвообразовании исключительно велика. В основе почвообразования лежит биологический круговорот веществ, протекающий при участии зеленых растений и микроорганизмов почвы. Сущность его заключается в потреблении элементов питания, создании органического вещества, его разложении, образовании гумусовых веществ, в аккумуляции и освобождении в верхних слоях элементов зольного и азотного питания.

Высшие растения, обладая избирательной поглотительной способностью, извлекают из горной породы элементы зольного питания: фосфор, калий, кальций, серу, а также азот как продукт биохимической деятельности микроорганизмов. Используя воду, углекислый газ и солнечную энергию, растения синтезируют органическое вещество. С завершением жизненного цикла растения и микроорганизмы отмирают и обогащают верхние слои породы органическим веществом. При его минерализации под действием микроорганизмов происходит высвобождение энергии и элементов питания, которые используются другими поколениями растений.

Некоторая часть органического вещества превращается в гумус и аккумулируется в верхних горизонтах, таким образом, между растениями и почвообразующими породами происходит постоянный обмен зольными элементами и азотом. Этот обмен В.Р. Вильямс назвал малым биологическим круговоротом веществ, в ходе которого почвообразующая порода превращается в почву и приобретает новое свойство – плодородие.

Положительная роль растений в почвообразовании заключается в перераспределении по профилю питательных веществ, улучшении физических свойств и питательного режима почвы, защите от эрозии и т.д.

В почвообразовании исключительно велика роль бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей, лишайников. Они первыми поселяются на горной породе, связывают азот воздуха и оказывают большое влияние на биологический круговорот веществ.

Бактерии – в основном одноклеточные организмы. По способу питания их подразделяют на автотрофные и гетеротрофные. Автотрофные (нитрифицирующие, серобактерии, железобактерии) усваивают углерод из углекислого газа и создают органическое вещество, используя световую или химическую энергию. Гетеротрофные бакте-

рии добывают углерод из органического вещества, разлагая и минерализуя его. К ним относят целлюлозоразлагающие, аммонифицирующие бактерии. Отдельные группы бактерий синтезируют ферменты, витамины, ускоряют биохимические реакции и повышают доступность растениям питательных веществ. Так, автотрофные бактерии окисляют в почве аммиак до азотистой, а затем до азотной кислоты. Этот процесс называют *нитрификацией*.

Большое значение в обогащении почвы биологическим азотом имеют азотфиксирующие бактерии. Они усваивают молекулярный азот воздуха и накапливают его в виде белковых соединений своего тела. К ним относятся аэробные бактерии (*Azotobacter chroococum*), которые живут в среде, обеспеченной кислородом, и анаэробные (*Clostridium Pasterianum*), живущие без доступа кислорода. В почве присутствуют и факультативные группы бактерий, развивающиеся как в присутствии кислорода, так и без него.

В почвообразовании значительная роль принадлежит животным организмам: червям, муравьям; позвоночным (сусликам, кротам, полевкам).

Перемещаясь в почве, они разрыхляют ее, перемещивают с растительными остатками, тем самым улучшая физические свойства. Черви и насекомые перерабатывают растительные остатки и обогащают почву гумусом.

Климат тоже влияет на почвообразование. Элементы климата: осадки, температура воздуха, ветер, приток солнечной радиации, испарение и другие метеорологические условия, — определяют водный и тепловой режимы почвы, а также направленность почвообразовательного процесса. Например, обилие осадков и умеренная температура в северных широтах приводят к глубокому промачиванию почвенного профиля и выносу растворимых органических и минеральных соединений в глубокие горизонты или грунтовые воды. Это обуславливает большие потери из почвы ценных соединений и формирование почв с низким естественным плодородием.

В условиях сухого климата при высокой температуре воздуха и малом количестве осадков наблюдается интенсивное испарение воды с поверхности, что ведет к накоплению водорастворимых солей в верхних слоях и образованию засоленных почв.

Климат влияет и на характер растительности, накопление гумуса и процессы минерализации органического вещества.

Почвообразующие породы определяют минералогический, гранулометрический состав почв и их физические свойства. Рыхлые поверхностные слои горных пород, образующиеся в результате выветривания, из которых формируется почва, называют *почвообразующими, или материнскими породами*.

На территории России распространены следующие почвообразующие породы:

Ледниковые, или моренные, отложения представляют собой слабосортированный материал, состоящий из смеси глины, песка, щебня. Они могут быть песчаными, супесчаными, суглинистыми и глинистыми, реже встречаются карбонатные. Моренные отложения широко распространены в северной части европейской территории России и в Западной Сибири.

Водно-ледниковые наносы – отложения талых вод ледника, представлены чаще всего покровными суглинками и глинами. Озерно-ледниковые отложения образовались на дне приледниковых озер и приурочены к понижениям рельефа. Они представляют собой суглинистую породу, в которой чередуются слои песка и глины, поэтому их называют ленточными глинами и песками.

Лесс – карбонатные осадочные породы, в которых преобладают пылеватые частицы (0,05-0,01 мм). Лессовидные породы однородны по гранулометрическому составу, пористы и тонкозернисты, на таких породах формируются плодородные почвы.

Аллювиальные отложения представляют собой наносы речных вод в поймах.

Рельеф как фактор почвообразования влияет на перераспределение воды, мельчайших частиц почвы и солнечной энергии. *Склоны южной экспозиции получают больше тепла, чем северные.* Сток воды на склонах приводит к смыву почвы и питательных веществ. Неодинаковые условия увлажнения по элементам рельефа, разные тепловой и питательный режимы обуславливают формирование разнообразной растительности, а следовательно, разных по плодородию почв.

Возраст почв – важнейшая их характеристика. Образование почв определяется периодом, в течение которого происходит почвообразовательный процесс. Самые старые почвы образовались на территориях, которые раньше освободились ото льда и воды. Черноземы по возрасту считаются старше дерново-подзолистых почв. Наиболее молодые – тундровые почвы: их возраст составляет 5-10 тыс. лет.

Производственная деятельность человека целенаправленно изменяет свойства почвы и ее плодородие. Внесением удобрений, обработкой почвы, осушением болот, орошением человек регулирует водный, воздушный и питательный режимы, улучшает плодородие почвы.

Однако деятельность человека при бессистемном использовании земель может привести к потере плодородия. Вырубка лесов и распашка девственных степей вызывают усиление эрозии почвы, не-

правильное орошение способствует заболачиванию или засолению земель. Кроме того, наблюдается загрязнение почвы промышленными отходами. В связи с этим большое значение приобретает охрана почв и улучшение их свойств.

Строение почвенного профиля и состав почвы

Почва как физическое тело состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена органическими и минеральными частицами и продуктами их взаимодействия; жидкая фаза – водой и растворенными в ней веществами; газообразная – почвенным воздухом. Все три фазы находятся во взаимодействии и определяют свойства почвы.

В процессе почвообразования толща почвы расчленяется на генетические горизонты (слои) и приобретает присущие ей внешние морфологические признаки: строение почвенного профиля, мощность (толщина) почвы и отдельных ее горизонтов, окраска, гранулометрический состав, структура, сложение, новообразования и включения.

Строение почвенного профиля – это распределение по профилю сверху вниз генетических горизонтов, различающихся цветом, сложением, структурой и другими показателями и свойствами. Почвенные горизонты принято обозначать латинскими буквами:

A_0 – лесная подстилка, дернина, состоящая из органических остатков, как правило расположена на поверхности почвы;

A_1 – перегнойно-аккумулятивный или гумусовый, горизонт с темной окраской. В нем накапливается наибольшее количество гумуса и питательных веществ;

A_2 – элювиальный или горизонт вымывания. Образуется в процессе разрушения минеральной части почвы и выноса продуктов разрушения в нижние горизонты. Он имеет более светлую окраску, чем горизонт A_1 и присущ подзолистым и дерново-подзолистым почвам;

B – иллювиальный горизонт вымывания, в нем аккумулируются вещества, вымытые из верхних горизонтов;

G – глеевый горизонт, который выделяют на заболоченных и переувлажненных почвах и в котором накапливаются закисные соединения железа, марганца, придающие ему сизоватую окраску;

C – материнская порода, слабо измененная почвообразовательным процессом.

Мощность почвы – толщина ее от поверхности до слабо затронутой почвообразованием материнской породы. Чем мощнее почва, тем лучше ее агрономические свойства. Мощность почвы находится в широком интервале: у подзолистых – 5-30 см, у черноземов – 150-200 см. Мощность отдельного горизонта характеризуют сред-

ней его толщиной и указывают верхнюю и нижнюю границы: например, A_1 (0-20 см).

Окраска почвы и ее горизонтов зависит от входящих в их состав соединений. Гумусовые вещества придают черный, темно-серый цвет; оксиды кремния, соли углекислого кальция – светлый или серый цвет; оксид железа – красный.

Под **гранулометрическим составом** почвы понимают соотношение частиц минерального и органического происхождения различной величины, которые называют *механическими элементами*. В зависимости от гранулометрического состава, т.е. соотношения глинистой и песчаной фракции, почвы делятся на *легкие* (песчаные и супесчаные), *средние* (легко- и среднесуглинистые) и *тяжелые* (тяжелосуглинистые и глинистые). Близкие по размерам частицы объединяют во фракции, которые подразделяются на камни, песок, пыль и ил. Частицы крупнее 1 мм образуют *каменистую* часть почвы, или *почвенный скелет*; все частицы мельче 1 мм – *мелкозем*. Мелкозем состоит из физического песка и физической глины. Все механические элементы размером 1,0-0,01 мм называют *физическим песком*, а частицы меньше 0,01 мм – *физической глиной*. Частицы, размер которых меньше 0,1 мкм (0,0001 мм), относят к *коллоидам*.

Содержание в почве элементарных почвенных частиц различного размера (выраженное в % общей массы абсолютно сухой почвы) принято называть **гранулометрическим составом**.

Таблица 1

Классификация почв по гранулометрическому составу (по Качинскому)

Разновидность почвы	Содержание физической глины (частиц более 0,01мм), %		
	Подзолистый тип почвообразования	Степной тип почвообразования	Солонцы и сильносолонцеватые почвы
Песчаные: рыхлопесчаные	0-5	0-5	0-5
связнопесчаные	5-10	5-10	5-10
супесчаные	10-20	10-20	10-15
Суглинистая: легкосуглинистая	20-30	20-30	15-20
среднесуглинистая	30-40	30-45	20-30
тяжелосуглинистая	40-50	45-60	30-40
Глинистая: легкоглинистая	50-65	60-75	40-50
среднеглинистая	65-80	75-85	50-65
тяжелоглинистая	более 80	более 85	более 65

В основу классификации почв по гранулометрическому составу (табл. 1) положено содержание и соотношение физического песка и физической глины.

Если подзолистая почва содержит 18% физической глины и 82% песка, то она должна быть названа дерново-подзолистой супесчаной. При более подробной характеристике учитывают и другие фракции.

Агрономическая оценка механического состава зависит от генезиса почв и многих обусловленных им особенностей гумусового и структурного состояния, физико-химических и химических свойств. Н.А. Качинским разработана система оценки основных типов и подтипов почв на основе сопоставления данных по гранулометрическому составу и урожайности культур (табл.2).

Таблица 2

Примерная оценка гранулометрического состава почв для зерновых культур (по Н.А. Качинскому)

Почвы	Оценка по гранулометрическому составу почв, баллы						
	Глин-истые	Тяже-лосу-глини-стые	Средне-сугли-нистые	Легко-сугли-нистые	Супес-чаные	Песчаные мелкозерни-стые, связные	Песчаные крупнозер-нистые, рыхлые
Глееподзоли-стые	4	6	8	10	8	5	3
Подзолистые	5	6	8	10	8	5	3
Дерново-подзолистые	6	7	10	8	6	4	2
Серые лесные	8	10	9	7	6	4	2
Черноземы типичные	10	9	8	6	4	3	1
Черноземы южные	9	10	8	7	5	3	1
Темно-каштановые	8	10	9	7	6	3	1
Каштановые	7	9	10	8	6	3	1
Бурые	7	8	10	7	5	2	1
Сероземы	8	10	9	7	5	3	2
Красноземы и желтоземы	10	9	7	6	4	–	–
Желтоземно-подзолистые	8	9	10	9	6	4	2

Химический состав почв определяется минералогическим составом почвообразующей породы. В почвах обнаружены почти все известные химические элементы, которые находятся в виде различных соединений. Наиболее распространены (в %): кислород – 49; кремний – 33; алюминий – 7,13; железо – 3,8; кальций – 1,37; калий – 1,36; натрий – 0,63; магний – 0,63; сера – 0,085; фосфор – 0,08; хлор – 0,01; марганец – 0,085. Основная масса азота в почве (0,1%) и углерода (2%) сосредоточена в органическом веществе и органоминеральных соединениях. В почве содержатся микроэлементы: бор, марганец, молибден, цинк, йод, кобальт, медь и др. Химический состав почв неоднороден и в процессе почвообразования изменяется.

Структурой почвы называются различные по величине и форме почвенные агрегаты, склеенные из почвенных частиц при помощи коагулированных коллоидов гумусовых веществ.

В зависимости от размера агрегатов различают *глыбистую* структуру (комочки размером более 10 мм), *макроструктуру* (0,25-10 мм) и *микроструктуру* (менее 0,25 мм). Агрономически ценными считаются агрегаты размером 0,25-10 мм, а почва из агрегатов размером более 1 мм (50%) устойчива к эрозии. Структурные агрегаты, которые устойчивы к размывающему действию воды, принято называть *водопрочными*. Содержание их в пахотном слое дерново-подзолистых почв составляет 20-45%, черноземных – 60-70, сероземов – 5-10 %.

Наиболее распространенными формами структурных агрегатов являются комковатая, зернистая, пылеватая и др. Так, для гумусовых горизонтов дерновых и черноземных почв характерна комковатая и зернистая структура, для иллювиальных горизонтов серых лесных и подзолистых почв – ореховатая, для солонцов – столбчатая. Структурные почвы характеризуются рыхлым сложением, они легко обрабатываются, хорошо поглощают и накапливают воду, вследствие чего на таких почвах меньше поверхностный сток. В структурных почвах складываются благоприятный водный, воздушный и питательный режимы, хорошие условия для роста растений, поэтому структурные почвы более плодородны, чем бесструктурные.

Пользуются обычно следующими качественными оценками структуры на основании количества агрегатов именно этого, агрономически ценного диапазона 10-0,25 мм:

- >60% – отличное агрегатное состояние;
- 60-40 – хорошее;
- <40% – неудовлетворительное;

Используют и так называемый *коэффициент структурности* ($K_{стр}$):

$$K_{стр} = \frac{\sum (10 - 0.25 \text{ мм})}{\sum (> 10 \text{ мм}, < 0.25 \text{ мм})}$$

Как видим из приведенного выражения $K_{стр}$, этот коэффициент также основан на количестве агрономически ценных агрегатов. Соответственно и диапазоны $K_{стр}$, используемые для качественной оценки структуры, составляют:

- >1,5 – отличное агрегатное состояние;
- 1,5–0,67 – хорошее;
- <0,67 – неудовлетворительное.

Другим показателем структуры является ее устойчивость к внешним воздействиям, среди которых наиболее существенным является воздействие воды. Это чрезвычайно важно, так как почва должна сохранять свою уникальную комковатую зернистую структуру после обильных осадков и последующего легкого подсушивания. Это качество структуры называют *водоустойчивостью*. Характеризуют это качество структуры также с помощью просеивания на ситах в стоячей воде. Для этого предварительно (капиллярно) увлажненный почвенный образец переносят на верхнее сито (в данном случае это сито с диаметром отверстий 5 мм, сита 10 и 7 мм не используются, так как такого размера водоустойчивых агрегатов в естественных почвах практически не наблюдается). После легкого покачивания набора сит в воде с каждого из них смывают водоустойчивые агрегаты и после высушивания определяют их содержание. Как и в случае с ситовым анализом воздушно-сухих агрегатов, при «сухом» просеивании получают распределение содержания водоустойчивых агрегатов по их размерам (диаметрам).

Наилучшие агрономические свойства почв степной зоны складываются при размере агрегатов 0,25-3 мм, дерново-подзолистых – 0,5-5 мм. При оценке противодефляционной устойчивости почв учитывают содержание агрегатов более 1 мм в слое 0-5 см. Важнейшими условиями агрономической ценности структуры являются ее водопрочность и пористость. Верхним пределом оптимального содержания водопрочных агрегатов ориентировочно можно считать 75(80)%, поскольку при более высоком содержании водопрочных агрегатов значительно возрастает пористость аэрации и непроизводительный расход влаги на физическое испарение (табл. 3).

Таблица 3

Оценка структуры и сложения пахотного слоя почв (И.В. Кузнецова)

Содержание водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм, %	Оценка		Равновесная плотность сложения, г/см ³	Оценка плотности сложения
	Водопрочности структуры	Устойчивости сложения по структуре		
Менее 10	Неводопрочная	Неустойчивое	Более 1,5	Очень плотное
10-20	Неудовлетворительная		1,5-1,4	
20-30	Недостаточно удовлетворительная	Недостаточно устойчивое	1,4-1,3	Плотное
30-40	Удовлетворительная	Устойчивое	1,3-1,2	Уплотненное
40-60	Хорошая		1,2-1,1	Оптимальное для большинства культур
60-75(80)	Отличная	Высоко устойчивое	1,1-1,0	Рыхлое (пашня вспушена)
Более 75(80)	Избыточно высокая		Менее 1,0	

Водопрочные агрегаты образуются при участии глинистых минералов и гумусовых веществ. Интенсивно процесс структурообразования происходит под луговой травянистой растительностью, а на пахотных землях - под многолетними травами, обогащающими почву органическим веществом.

Сложение почвы характеризуется взаимным расположением в пространстве почвенных частиц и агрегатов с образованием определенной пористости. Почва по сложению может быть рыхлой, рассыпчатой, плотной и очень плотной. Песчаные и супесчаные почвы имеют *рассыпчатое* сложение, суглинистые и глинистые хорошо оструктуренные – *рыхлое* сложение, а *плотное* присуще иллювиальным горизонтам тяжелых почв. *Очень плотное* сложение характерно для иллювиальных горизонтов глинистых бесструктурных почв и солонцов.

Новообразования представляют собой отложение и накопление в почве веществ, возникающие в процессе почвообразования. Новообразования химического происхождения включают соли гипса, углекислой извести (белоглазка, журавчики), гидроксиды железа, оксиды марганца (красно-бурые охристые пятна), SiO₂ (белесые пятна, прожилки), гумусовые потеки. Новообразования биологического происхождения встречаются в форме ходов червей, кротовин землероющих животных, сохранившихся следов сгнивших корней. К

включениям относят валуны, куски угля, обломки горных пород, кости животных, ракушки и др.

Органическое вещество почвы представлено неразложившимися остатками растений, микроорганизмов, животных и гумусом (перегноем). Гумусовые вещества – высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения кислотной природы, образующиеся при разложении и гумификации органических остатков. Они находятся во взаимодействии с минеральной частью почвы.

При увлажнении и достаточной аэрации органические остатки в почве разлагаются под действием микроорганизмов на промежуточные соединения. Так, белки расщепляются на аминокислоты, жиры – на глицерин и жирные кислоты, полисахариды – на моносахариды. Около 80% соединений минерализуется до конечных продуктов: H_2O , CO_2 , NO_3 , минеральных солей, которые могут использоваться растениями. Часть продуктов потребляется для питания гетеротрофных микроорганизмов и синтеза плазмы их клеток. Оставшиеся части продуктов разрушения и микробного синтеза взаимодействуют между собой и в результате сложных реакций превращаются в гумусовые вещества. Этот процесс называют *гумификацией*, он происходит одновременно с разложением и минерализацией органического вещества.

В состав гумуса входят гуминовые кислоты и фульвокислоты, а также негумусовые органические вещества (белки, углеводы, лигнин и т.п.), продукты их разложения (аминокислоты, сахара, фенолы, спирты).

Гуминовые кислоты – это темноокрашенные высокомолекулярные азотсодержащие гумусовые кислоты, растворимые в щелочах и нерастворимые в кислотах. В их состав входят: углерод (52-62%); кислород (31-39%); водород (2,8-5,8%); азот (1,7-5%); а также фосфор, сера, железо, алюминий. Эти кислоты нерастворимы в воде и находятся в почве в виде органо-минеральных соединений или осадка (коллоидов). При взаимодействии с катионами образуются соли: гуматы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} хорошо закрепляются в почве; гуматы K^+ , NH_4^+ , Na^+ растворимы в воде и легко вымываются.

Фульвокислоты – светлоокрашенные высокомолекулярные азотсодержащие гумусовые кислоты. В их состав входят: углерод – 40-52%, кислород – 42-52, водород – 4-6, азот – 2-6%. Фульвокислоты растворимы в воде, в растворах кислот и щелочей. При взаимодействии с катионами образуют соли – фульваты, большая часть которых растворима в воде. Обладая кислой реакцией (рН 2,6-2,8), они разрушают минеральную часть почвы, усиливая процесс подзолообразования.

Соотношение гуминовых и фульвокислот определяет потенциальное плодородие почв. В черноземных почвах преобладают гуминовые кислоты, в подзолистых – фульвокислоты.

Органическое вещество оказывает влияние на все свойства и режимы почв и определяет уровень их плодородия. Оно является основным источником азотного, фосфорного и углеродного питания растений. В нем заключены 98% запасов всего почвенного азота, 80% серы, 60% фосфора и ряд других зольных элементов. Гумусовые вещества, благодаря клеящим свойствам, способствуют образованию водопроочной структуры почвы, улучшают ее влагоемкость, водные и воздушные свойства. В них есть физиологически активные вещества, стимулирующие рост растений.

Содержание гумуса в почвах колеблется в широких пределах: 1,5-3% в дерново-подзолистых, 3-4% в серых лесных, 4-10% в черноземах, 1,5-3,5% в каштановых, 2-3% в сероземах.

Содержание гумуса в почве увеличивается благодаря внесению органических удобрений, посеву многолетних, особенно, бобовых трав, известкованию кислых почв, осушению переувлажненных земель, орошению в степных районах, уменьшению количества обработок на легких и средних почвах.

Поглотительные свойства почвы

Свойство почвы поглощать из раствора и удерживать жидкости, газы, соли и твердые вещества, приходящие в соприкосновение с ней, называют **поглощительной способностью**. Она обусловлена содержанием в почве мельчайших частиц – *коллоидов* размером менее 0,0001 мм. Коллоиды состоят из органических, минеральных и органо-минеральных соединений. В виде коллоидов представлена основная масса органического вещества. Коллоидные фракции входят в состав глины, ила и обладают большой поглощительной способностью. Совокупность коллоидов и частиц, обладающих способностью поглощения, называют *почвенным поглощающим комплексом (ППК)*.

Выдающийся русский ученый К.К. Гедройц выделил следующие *виды* поглощительной способности: биологическую, механическую, химическую, физическую и физико-химическую.

Биологическое поглощение – это потребление растениями и микроорганизмами из почвы и воздуха различных веществ (углерода, азота, калия, серы, кальция, фосфора и др.) и закрепление их в телах организмов. После отмирания растений и микроорганизмов происходит минерализация органического вещества, высвобождение поглощенных элементов и последующее их использование другими поколениями организмов. Часть веществ превращается в гумус. Бла-

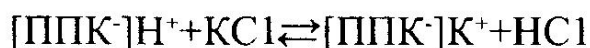
годаря этому элементы питания вместе с гумусом аккумулируются в верхних горизонтах почв в форме органического вещества и предохраняются от вымывания. Биологическое поглощение – основное средство закрепления нитратного азота в почве.

Механическое поглощение – свойство почвы задерживать из суспензии частицы твердого вещества. При фильтрации раствора через почву в ней задерживаются лишь частицы, диаметр которых больше размера почвенных пор. Величина поглощения зависит от гранулометрического состава и сложения почвы. Сильнее поглощают взвеси глинистые и суглинистые почвы. Благодаря механической поглощательной способности в почве задерживаются илестые и коллоидные частицы, а вместе с ними и питательные вещества удобрений.

Химическое поглощение связано со способностью анионов растворимых солей образовывать с катионами (кальция, алюминия, железа) нерастворимые и труднорастворимые в воде соединения, выпадающие в осадок и закрепляющиеся в почве. Химическое поглощение снижает, например, доступность растениям фосфора. Так, при внесении водорастворимого суперфосфата на кислых почвах, содержащих полутораоксиды, происходит образование труднорастворимых фосфатов железа и алюминия ($AlPO_4$ и $FePO_4$).

Физическое поглощение (адсорбция) – свойство твердой фазы почвы поглощать и удерживать на поверхности частиц молекулы газов, воды и органических веществ. Адсорбция обусловлена свободной поверхностной энергией мелкодисперсных частиц. Физически могут поглощаться аммиак, углекислый газ, соли, органические кислоты, а также коллоиды благодаря коагуляции. Физическое поглощение позволяет, например, уменьшить потери аммиака из почвы при осеннем внесении жидких аммиачных удобрений.

Физико-химическое (обменное) поглощение – способность почвы поглощать из раствора ионы различных диссоциированных веществ. Оно основано на реакции обмена катионов диффузного слоя коллоидов на катионы почвенного раствора. Так как большая часть почвенных коллоидов заряжена отрицательно, они поглощают из раствора положительные ионы. В поглощенном состоянии могут быть Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+} , Na^+ , K^+ и др. Эти катионы обмениваются на другие катионы, находящиеся в растворе. Обмен катионов происходит строго эквивалентно. Реакция катионного обмена обратима. Схему реакции обмена на кислых дерново-подзолистых почвах можно представить в следующем виде:



Интенсивность поглощения зависит от свойств катионов и адсорбента, концентрации растворов. По интенсивности поглощения

катионы располагаются в следующий ряд: $\text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+, \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{H}^+ < \text{Ba}^{2+} < \text{Al}^{3+}$.

Суммарное количество обменных катионов, которое способна поглотить почва из солевого раствора, называют *емкостью обменного поглощения катионов*. Она выражается в миллиграмм – эквивалентах (мг-экв.) на 100 г сухой почвы. Величина емкости поглощения характеризует поглотительную способность почвы и зависит от гранулометрического и минералогического состава почвы, ее реакции, а также от содержания в ней коллоидов и гумуса. Так, у песчаных и супесчаных почв она составляет 5-10, у дерново-подзолистых и суглинистых – 15-20, у суглинистых черноземов – 50-60 мг-экв./100 г почвы.

Большое влияние на свойства почвы и ее плодородие оказывает *состав поглощенных катионов*. Двухвалентные катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} коагулируют органические и минеральные коллоиды, способствуют оструктуриванию (склеиванию частиц) почв и поддержанию в них нейтральной реакции, при этом создаются благоприятные для растений условия питательного, воздушного и других режимов.

Насыщение почвы одновалентными катионами приводит к диспергированию (разрушению) коллоидов и уменьшению водопроходной структуры.

Поглощенные ионы водорода и алюминия обуславливают потенциальную кислотность почвы. Она определяется путем обработки почвы раствором нейтральной соли (KCl или BaCl_2) и выражается символом $\text{pH}_{\text{кл}}$. Присутствие же ионов водорода в почвенном растворе в свободном состоянии характеризует актуальную кислотность. Концентрацию ионов H^+ в растворе выражают в г/ионах на 1 л и условно обозначают символом pH . Считается, что если pH равно 7, то почва имеет нейтральную реакцию, менее 7 – кислую, а более 7 – щелочную. Устраняют кислотность внесением извести, а щелочность – гипсованием.

В зависимости от состава обменных катионов различают почвы насыщенные основаниями (черноземы, каштановые, сероземы) и ненасыщенные (дерново-подзолистые, болотные, красноземы). В ППК насыщенных основаниями почв преобладают катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и отсутствуют ионы H^+ и Al^{3+} . Среди поглощенных катионов у не насыщенных основаниями почв, кроме кальция и магния, находятся ионы водорода и алюминия, а в солонцах – натрия. В таких почвах снижается водопроходность агрегатов, меньше накапливается гумуса и питательных веществ, они сильнее уплотняются и подвергаются эрозии.

Ионы натрия придают почве щелочность и разрушают ее структуру, поэтому солонцы обладают неблагоприятными физическими

свойствами: сильной набухаемостью, вязкостью при увлажнении, а в сухом состоянии – и твердостью.

От состава обменных катионов зависит и буферность – способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора. Почвы, насыщенные основаниями (черноземы, дерново-карбонатные), обладают высокой буферностью, поэтому на таких почвах можно вносить физиологически кислые удобрения без риска подкисления почвы. На малобуферных песчаных почвах при внесении кислых минеральных удобрений возможно подкисление, что требует дополнительной нейтрализации с помощью извести.

Общие физические и физико-механические свойства почвы определяют физическое ее состояние, взаимодействие с факторами жизни растений (водой, теплом и др.) и отношение к внешним механическим воздействиям. К таким свойствам относят: плотность почвы, плотность твердой фазы почвы, пористость, удельную поверхность, строение пахотного слоя и др.

Плотность твердой фазы – это отношение массы твердой фазы сухой почвы (почвенных частиц) определенного объема к массе того же объема воды при температуре 4°C:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s},$$

где ρ_s – плотность твердой фазы почвы (г/см³); m_s – масса твердой фазы почвы (г); V_s – объем твердой фазы (см³).

Плотность твердой фазы большей части минеральных почв составляет 2,4-2,8 г/см³, торфяных – 1,4-1,8 г/см³. Она зависит от количества гумуса и минералогического состава почвы.

Плотность почвы – это отношение массы абсолютно сухой почвы, взятой без нарушения природного сложения, к ее объему. Она характеризует плотность сложения почвы и степень ее рыхлости. Плотность почвы рассчитывают по формуле:

$$\rho_b = \frac{m_s}{V},$$

где ρ_b – плотность почвы (г/см³, кг/м³); m_s – масса твердой фазы почвы определенного объема (г, кг); V – объем почвы (см³, м³) ненарушенного сложения.

Для гумусовых горизонтов плотность равна 0,9-1,3 г/см³, с глубиной возрастает до 1,60-1,80 г/см³. В торфяных почвах этот показатель равен 0,2-0,5 г/см³.

Под действием естественных факторов почва уплотняется до определенного состояния, которое характеризуется *равновесной*

плотностью. Она служит диагностическим показателем необходимости механической обработки почвы.

Благоприятные условия для роста зерновых культур и трав складываются в том случае, если почва имеет плотность 1,20-1,35 г/см³, а для пропашных – 1,0-1,2 г/см³ (табл. 4).

Таблица 4

**Оптимальная и равновесная плотности
средне- и тяжелосуглинистых почв, г/см³ (по В.В. Медведеву)**

Почва	Плотность почвы		Дрейф
	Оптимальная для зерновых	равновесная	
Дерново-подзолистая	1,33	1,50	0,17
Чернозем оподзоленный	1,22	1,25	0,03
Чернозем типичный	1,20	1,24	0,04
Чернозем обыкновенный	1,20	1,27	0,07
Чернозем южный	1,20	1,28	0,08
Темно-каштановая	1,23	1,32	0,09
Каштановая	1,25	1,35	0,10

Величина плотности сказывается на всем комплексе почвенно-физических условий: на водном, воздушном и тепловом режимах. Поэтому информативность этого показателя дает возможность широкого применения плотности как при почвенно-генетических исследованиях, так и для агротехнической и почвенно-мелиоративной оценки почв. Оптимальные параметры плотности необходимы для оценки устойчивости сложения пахотного слоя почв, при разработке различных агротехнических приемов и зональных систем земледелия, для оценки работы сельскохозяйственных орудий, при изучении вопросов окультуривания почв, уплотняющего воздействия техники на почву и т.д.

Пористость общая – суммарный объем пор между почвенными частицами и комочками почвы, выраженный в процентах к общему объему почвы. Рассчитывается по данным о плотности почвы (ρ_b) и твердой фазы почвы (ρ_s):
$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \text{ (см}^3\text{/см}^3\text{)}.$$

Н.А. Качинский (1985) предложил выделять следующие диапазоны по порозности почвы (порозность почв в %):

- отличная (культурный пахотный слой) – 65-55;
- удовлетворительная для пахотного слоя – 55-50;
- неудовлетворительная для пахотного слоя – <50;
- чрезмерно низкая – 40-25.

Весьма важной агрофизической оценкой является **порозность аэрации** – (синоним – **воздухосодержание**) – содержание в почве почвенного воздуха или разница между общей порозностью и объемной влажностью почвы: $\varepsilon_{air} = \varepsilon - \theta$. Выражается в % от объема почвы. Критические значения порозности аэрации наступают при величинах <10%, в этих условиях начинают доминировать анаэробные процессы, снижается рост корней большинства сельскохозяйственных растений.

Общая пористость подразделяется на *капиллярную и некапиллярную*. **Капиллярная пористость** – объем всех мельчайших пор (менее 0,1 мм), заполняемых водой. Более крупные поры, которые заполнены воздухом при этой же влажности, называют **некапиллярными**. Они обеспечивают растения и микроорганизмы почвы воздухом. Капиллярные поры сосредоточены большей частью внутри почвенных агрегатов и удерживают доступную растениям воду. Самые благоприятные условия увлажнения и воздухообеспеченности складываются в почве при соотношении капиллярной и некапиллярной пористости 1:1, т.е. если пористость аэрации составляет половину общей (табл.5).

Таблица 5

Оценка плотности и пористости суглинистых и глинистых почв в вегетационный период (по Н.А. Качинскому)

Плотность почвы, г/см ³	Общая порозность почвы, %	Оценка плотности	Оценка пористости
<1,0	>70	Почва вспушена или богата органическим веществом	Избыточно пористая – почва вспушена
1,0-1,1	65-55	Типичные величины для культурной или свежеспаханной почвы	Отличная – культурный пахотный слой
1,1-1,2	55-50	Пашня слабо уплотнена	Хорошая, характерная для окультуренных почв
1,2-1,3	50-45	Пашня уплотнена	Удовлетворительная, характерная для освоенных почв
1,3-1,4	45-40	Пашня сильно уплотнена	Неудовлетворительная для пахотного слоя
1,4-1,6	40-35	Типичные величины для подпахотных горизонтов (кроме черноземов)	Чрезмерно низкая, характерная для уплотненных подпахотных и иллювиальных горизонтов
1,6-1,8		Сильно уплотненные иллювиальные горизонты	

Для характеристики воздушного и водного режимов почв важно не только количество, но и качество пор, а также их соотношение. Под строением почвы пахотного слоя понимают соотношение объемов, занимаемых твердой фазой, капиллярными и некапиллярными порами. Оптимальным для большей части культур считается строение почвы пахотного слоя, при котором общая пористость составляет 55%, капиллярная – 30%, некапиллярная – 25%. В зависимости от зональных условий это соотношение может изменяться.

Водные свойства и водный и режим почвы очень важны для растений. К водным свойствам относят водоудерживающую, водопропускную и водоподъемную способность почвы.

Максимальная гигроскопическая влажность (МГ) – влажность почвы, устанавливающаяся при помещении почвы в атмосферу с относительной влажностью воздуха 98%, выражается в % от массы абсолютно сухой почвы и недоступна растениям.

Влагоемкость почвы – величина, количественно характеризующая способность почвы к удерживанию влаги. Различают наименьшую влагоемкость (НВ, синонимы: предельная полевая, полевая, общая); полную влагоемкость (синоним – водовместимость); капиллярную влагоемкость (КВ), влажность разрыва капиллярной связи (ВРК); влажность завядания (ВЗ) и максимальную гигроскопическую влажность (МГ).

Влажность завядания растений (ВЗ) – влажность почвы, при которой растения не могут брать воду из почвы и, теряя тургор, необратимо (даже при помещении в насыщенную парами воды атмосферу) завядают.

Наименьшая влагоемкость (НВ) – это установившаяся после стекания избытка воды влажность предварительно насыщенной почвы; достигается, как правило, через 2-3 дня после интенсивного дождя или полива.

Капиллярная влагоемкость (КВ) – количество влаги в почве, удерживаемое капиллярными силами в зоне капиллярной каймы грунтовых вод («капиллярно-подпертая влага»).

Полная влагоемкость (водовместимость, ПВ) – наибольшее количество воды, содержащееся в почве при полном заполнении всех пор и пустот, за исключением занятых «защемленным» и адсорбированным воздухом.

Влагоемкость почв оценивается с учетом их гранулометрического состава (табл. 6).

Оценка наименьшей (предельной полевой) влагоемкости

Влагоемкость, % сухой массы почвы	Оценка
Тяжелые почвы	
40-50	Наилучшая
30-40	Хорошая
25-30	Удовлетворительная
Менее 25	Неудовлетворительная
Легкие почвы	
20-25	Отличная для песчаных почв
10-25	Удовлетворительная для полевых культур
3-10	Удовлетворительная для лесных культур
Менее 3	Неудовлетворительная для любых культур

Водопрopusкная способность – это способность почвы как пористого тела впитывать и фильтровать через себя жидкую воду. Она характеризуется *водопроницаемостью* почвы и выражают в мм/мин или мм/ч. Наибольшей водопроницаемостью обладают хорошо оструктуренные почвы, а также песчаные и супесчаные.

Водоподъемная способность почвы – это свойство почвы как пористого тела осуществлять подъем воды по капиллярам. Высота и скорость подъема зависят от количества и диаметра капилляров. Наиболее высокий капиллярный подъем наблюдается в суглинистых почвах и достигает 3-4 м.

Совокупность поступления влаги в почву, передвижения и расходования ее называют **водным режимом**. Основные источники поступления воды в почву: атмосферные осадки, грунтовые воды при неглубоком их залегании и конденсация парообразной влаги из атмосферного воздуха.

Поступившая вода расходуется на поверхностный, внутрипочвенный сток, испарение с поверхности почвы и растениями (*транспирацию*).

Отношение суммы осадков за год к величине испаряемости воды с открытой водной поверхности принято называть *коэффициентом увлажнения* (K_y). Он характеризует увлажненность и тип водного режима территории.

Промывной тип водного режима преобладает в таежно-лесной зоне, где годовая сумма осадков превышает испаряемость ($K_y > 1$). Периодически промывной тип характерен для почв лесостепной зоны ($K_y = 1$), непромывной – для степной зоны ($K_y < 1$). В районах,

где годовая испаряемость значительно превышает сумму осадков, создается выпотной тип водного режима.

По коэффициенту, предложенному Н.Н. Ивановым, увлажнение различных зон оценивается как: 0,1 – ничтожное (пустыня); 0,1-0,2 – скудное (полупустыня); 0,2- 0,3 – слабое (сухая степь); 0,3-0,5 – недостаточное (южная степь); 0,5-0,7 – неустойчивое (северная степь); 0,7-0,9 – умеренное (лесостепь).

Воздушные и тепловые свойства почвы зависят от сложения и оструктуренности почвы, количества воды в ней. Важнейшими воздушными свойствами почвы являются воздухоемкость и воздухопроницаемость.

Воздухоемкость почвы характеризуется объемом некапиллярных пор при влажности, соответствующей предельной полевой (наименьшей) влагоемкости. В течение вегетации эта величина быстро изменяется. С увеличением некапиллярной пористости и уменьшением в почве влаги воздухоемкость увеличивается. При содержании воздуха менее 15% объема почвы урожайность культур резко снижается.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух. Она определяется некапиллярной пористостью. В структурных и рыхлых почвах газообмен идет интенсивно, а в почвах с плотным сложением, перенасыщенных влагой или покрытых почвенной коркой, этот процесс затруднен или прекращается.

Интенсивность аккумуляции и передачи тепловой энергии почвой определяется ее тепловыми свойствами: теплоемкостью, теплопроводностью, температуропроводностью и др.

Теплоемкость – способность поглощать тепло, определяется количеством тепла в ккал или Дж, необходимым для нагревания единицы веса (1 г) или объема (1 см³) почвы на 1°С. Соответственно различают *весовую* и *объемную* теплоемкость. Глинистые почвы вследствие высокой влаго- и теплоемкости медленно нагреваются, поэтому их называют «холодными», а песчаные – «теплыми». Влажные почвы медленнее прогреваются и охлаждаются, сухие – быстрее.

Теплопроводность – способность проводить тепло, измеряемое количеством тепла в ккал или Дж, которое проходит в 1 секунду через 1 см³ почвы слоем 1 см. Теплопроводность твердой фазы почвы примерно в 100 раз больше, чем воздуха, и в 28 раз больше, чем воды. Сухие высокогумусированные почвы плохо проводят тепло, сырые, глинистые, солонцеватые отличаются повышенной теплопроводностью.

Температуропроводность характеризует скорость изменения температуры при наличии перепадов температур и измеряется из-

менением температур в 1 см^3 почвы вследствие поступления тепла за 1 секунду через 1 см^3 поперечного сечения при разности температур, равной 1°C на расстоянии 1 см.

Физико-механические свойства почвы: связность, пластичность, липкость, набухание, усадка – имеют значение при механической обработке, так как от них зависит удельное сопротивление почвы орудиям обработки. Помимо стабильных во времени гранулометрического и минералогического состава, содержания гумуса, состава обменных оснований, эти свойства сильно зависят от очень динамичной характеристики – влажности

Связность – способность почвы противостоять механическому воздействию на разьединение агрегатов. Она зависит от силы сцепления частиц. Наибольшей связностью обладают почвы тяжелые, уплотненные, пересохшие.

Пластичность – способность почвы под воздействием внешних сил изменять и сохранять приданную ей форму. Наиболее высокая пластичность присуща глинистым почвам, менее пластичны супесчаные и песчаные почвы. Пластичность сильно возрастает с повышением содержания набухающих минералов в почвах, особенно солонцовых. Наибольшей пластичностью отличаются глинистые солонцы, содержащие обменного натрия 25-30% и более от емкости поглощения. Пластичность уменьшается при высоком содержании гумуса.

Липкость – способность почвы прилипать к орудиям обработки. Глинистые бесструктурные почвы, а также насыщенные натрием (солонцы) отличаются сильной липкостью. Прилипание увеличивается с повышением влажности почвы. Увеличение степени насыщенности почв кальцием снижает липкость, натрием – резко увеличивает. Наименьшей липкостью обладают песчаные почвы, наибольшей – глинистые. Высокогумусированные почвы даже при высоком увлажнении (30-40%) не проявляют липкости. По липкости почвы подразделяются на *предельно вязкие* (более 15 г/см^2), *сильновязкие* ($5 \dots 15 \text{ г/см}^2$), *средние по вязкости* ($2-5 \text{ г/см}^2$), *слабовязкие* (менее 2 г/см^2). Состояние влажности, при которой почва не прилипает к орудиям обработки и хорошо крошится, называется *физической спелостью почвы*.

Набухание – способность почвы увеличиваться в объеме вследствие увлажнения. Оно свойственно почвам с большим содержанием органического вещества, насыщенных натрием, а также тяжелым (глинистым) почвам с большим количеством коллоидных частиц.

Усадка – процесс, обратный набуханию, проявляющийся при высыхании. При изменении объема почвы могут образовываться

трещины, а также происходит разрывы корней, выпирание узла кущения и другие неблагоприятные для растений явления.

Способность к набуханию и усадке различных почв изменяется пропорционально содержанию глинистых, и особенно коллоидных частиц, минералов монтмориллонитовой группы, органических коллоидов, и сильно возрастает с повышением содержания обменного натрия. Сильное набухание при высокой влажности вызывает разрушение почвенной структуры.

Твердость почвы (или сопротивление пенетрации) – сопротивление почвы внедрению в нее зонда цилиндрической или конусообразной формы небольшого диаметра, измеряется в кПа или других единицах давления. Она определяется специальными приборами (твердомерами), которые измеряют силу проникновения в почву штампа известной формы. Измеряя силу и зная величину площади проникновения штампа, рассчитывают твердость или сопротивление пенетрации в единицах давления. Твердость почвы зависит от влажности. В песчаных и хорошо оструктуренных почвах по мере подсыхания наблюдается максимум твердости, а при дальнейшем иссушении она убывает, так как почва распадается на отдельные песчинки или агрегаты. В бесструктурной почве или почве с призматической структурой твердость возрастает при уменьшении влажности практически линейно. Твердость также зависит от таких свойств, как гранулометрический и агрегатный состав почвы. При высоких значениях этого показателя часто заметно снижается всхожесть семян и оказывается значительное механическое сопротивление развивающейся корневой системе растений, изменяется водный, воздушный и тепловой режимы почвы, что отрицательно влияет на развитие самих растений. Кроме того, твердость почвы оказывает большое влияние на тяговое сопротивление при движении машин и орудий.

Плодородие почвы и пути его регулирования

Важнейшим качественным признаком почвы, отличающим ее от горной породы, является *плодородие*. Под **плодородием** понимают совокупность свойств почвы, ее качественных и количественных показателей, обеспечивающих оптимальные почвенные условия жизни растений: водный, воздушный, тепловой и пищевой режим, благоприятную физико-химическую и экологическую среду. Плодородие – это сложное свойство почвы, оно зависит от интенсивности преобразования, аккумуляции и обмена веществ энергии между растениями, почвой и окружающей средой.

Каждой почве, находящейся в земледельческом пользовании, присуще естественное, искусственное, эффективное и потенциальное плодородие.

Естественным (природным) называют плодородие, которое создается под действием только природных факторов почвообразования. Оно зависит от минералогического и гранулометрического состава почв, их биологических, физических и химических свойств, климата, содержания в почве элементов питания.

В процессе сельскохозяйственного производства человек воздействует на почву с помощью удобрений, обработки, севооборота, различных мелиораций и таким образом создает искусственное плодородие. На естественное плодородие накладывается искусственное, которое дополняет его. Эти два вида плодородия в совокупности и во взаимосвязи формируют эффективное плодородие.

Эффективное плодородие определяется наличием в почве доступных для растений питательных веществ, азота, воды, кислорода, необходимых для роста и развития растений. Оно определяет величину формируемого урожая.

Под потенциальным понимают плодородие, которое характеризуется общим (валовым) запасом гумуса и питательных веществ, формами их соединений, взаимодействием всех свойств и режимов почвы, которые могут быть использованы растениями для формирования максимального урожая. Потенциальное плодородие почвы – это уровень ее богатства и надежности, оно предопределяет возможности приложения труда и материальных средств общественного производства.

Плодородие почвы можно прогрессивно повышать, воздействуя на все факторы жизни растений и улучшая водный, воздушный и питательный режимы.

В процессе сельскохозяйственного использования почвы человек изменяет ее свойства и плодородие. Улучшение агрономических свойств почвы под воздействием агротехнических мероприятий (удобрений, мелиораций, обработки и др.) называют ее **окультуриванием**.

При земледельческом использовании почв различают простое и расширенное *воспроизводство плодородия*. Если применяемый комплекс агротехнических мероприятий позволяет поддерживать баланс гумуса, питательных веществ и всех свойств и режимов почвы на одном и том же уровне, то мы имеем дело с простым воспроизводством плодородия. Освоение зональных систем земледелия, включающих применение органических и минеральных удобрений, специализированных севооборотов с промежуточными культурами,

энергосберегающих технологий обработки почвы, орошения и других мероприятий, позволяет обеспечивать положительный баланс гумуса и питательных веществ. Все эти воздействия на почву приводят к увеличению эффективного и потенциального плодородия, устойчивому росту урожаев, а следовательно, и к расширенному воспроизводству плодородия почв.

Уровень плодородия и степень окультуренности почвы определяют по *биологическим, агрофизическим и агрохимическим показателям*. К биологическим показателям относят содержание и состав органического вещества в почве, наличие в ней полезной микрофлоры, отсутствие семян и вегетативных органов размножения сорняков, а также возбудителей болезней и вредителей культурных растений. Агрофизическими показателями плодородия и окультуренности почвы являются гранулометрический состав почвы, мощность пахотного слоя, содержание в почве водопрочной структуры, строение пахотного слоя почвы и др. К агрохимическим показателям относятся содержание в почве питательных веществ, реакция почвенной среды (рН), поглощательная способность почвы, а также отсутствие в ней токсичных для растений солей закисных соединений марганца, железа, алюминия.

2.2. Основные типы почв и их сельскохозяйственное использование.

Понятие о классификации и агропочвенном районировании

Большое разнообразие почв, встречающихся на территории нашей страны, обусловлено проявлением различных форм единого почвообразовательного процесса. Развитие почвоведения и потребности сельскохозяйственного производства вызвали необходимость объединения всего многообразия почв в соответствующие группы. Для этого создана *классификация*, под которой понимают группировку почв по их происхождению, важнейшим свойствам и особенно плодородию. Почвы подразделяются на типы, подтипы, роды, виды, разновидности и разряды.

Тип почвы – основная классификационная единица, характеризующая общностью свойств, обусловленных сходными режимами и процессами почвообразования, и единой системой основных генетических горизонтов. Основные типы почв: подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные, черноземные, каштановые, болотные, сероземы и др.

Подтип почвы – классификационная единица в пределах типа, характеризующаяся качественными отличиями в системе генетиче-

ских горизонтов и по проявлению налагающихся процессов, характеризующих переход к другому типу. Например, в типе черноземных почв выделяют подтипы оподзоленных, выщелоченных, типичных, обыкновенных и южных.

Род почвы – классификационная единица в пределах подтипа, определяемая особенностями состава почвенно-поглощающего комплекса, характером солевого профиля, основными формами новообразований, например, чернозем южный солонцеватый.

Вид почвы отражает степень развития подзолообразовательного процесса, глубину и степень гумусированности, засоленности и др. (например, дерновосреднеподзолистая, чернозем типичный мощный).

Разновидность характеризует гранулометрический состав верхних горизонтов и почвообразующих пород (суглинистая, супесчаная и т.д.).

Разряд – подразделение почв по генезису их материнских пород (моренные, лессовые, шоколадные глины и т.д.).

Полное название почвы дается с учетом всех перечисленных классификационных единиц: например, чернозем (тип) обыкновенный (подтип) солонцеватый (род) среднемощный (вид) тяжелосуглинистый (разновидность) на лессовидном суглинке (разряд).

Почвенно-географическое районирование основано на учении о зональном распределении почв. Широтный зональный характер факторов почвообразования (в основном климата, растительности) вызывает и зональное распределение почв. Смена климата, растительности с севера на юг обуславливает и последовательную смену тундровых почв подзолистыми, подзолистых – дерново-подзолистыми, последние сменяются серыми лесными, а затем черноземными, которые сменяют каштановые, после которых идут сероземы, и т.д.

Это распределение положено в основу географического районирования почв, согласно которому для равнинных территорий выделены следующие почвенно-географические единицы: зона, подзона и провинция. Почвенная зона – территория с преобладанием какого-либо типа почв или сочетания типов. Она включает почвенные подзоны, на которых распространен определенный подтип почвы (например, подзона выщелоченных черноземов). Часть подзоны, которая отличается по климату, рельефу, называют провинцией. В горных районах наблюдается вертикальная зональность.

Некоторые почвенные типы встречаются в разных зонах: солонцы, солончаки, солоды и др. Такие почвы называют *интразональными*.

На территории России с севера на юг выделяются следующие почвенно-географические зоны: 1) тундровая арктическая и субарктическая с преобладанием арктических и тундровых почв; 2) таежно-лесная с преобладанием подзолистых, дерново-подзолистых и болотных почв; 3) лесостепная с преобладанием серых и темно-серых лесных почв; 4) степная с различными подтипами черноземных почв; 5) сухостепная с преобладанием каштановых и темно-каштановых почв; 6) пустынно-степная с каштановыми и бурыми почвами, такырами; 7) предгорно-полупустынная с преобладанием сероземов; 8) влажных субтропиков с красноземами и желтоземами.

Почвы тундровой зоны расположены по побережью Северного Ледовитого океана и занимают обширную территорию, площадь которой составляет 180 млн га. Они формируются в условиях сурового климата с коротким летом и длительной холодной зимой.

Почвообразовательный процесс протекает при низких температурах, избытке влаги и небольшом количестве растительного опада. Переувлажнение обуславливает развитие восстановительных процессов и образование закисных соединений железа, марганца, поэтому здесь преобладают **тундровые глеевые** в северной подзоне и **тундровые глеевые оподзоленные** почвы в лесотундре. Они бедны гумусом (1-2%), имеют кислую реакцию.

Северную часть тундры используют как пастбища для оленей и охотничьего промысла, а южную – для выращивания раннего картофеля, овощей и кормовых культур, особенно трав. На тундровых почвах необходимо вносить органические удобрения в высоких дозах, проводить осушение и подбирать скороспелые сорта культур.

Почвы таежно-лесной зоны распространены на обширной площади – 1150 млн га, или 52% территории РФ. Для этой зоны характерны три процесса почвообразования: подзолистый, дерновый и болотный. В зависимости от условий каждый процесс может сменяться другим, изменять направленность почвообразования и свойства почвы, образовывать подзолистые, дерново-подзолистые и болотные почвы.

Подзолистые и дерново-подзолистые почвы формируются в условиях умеренно континентального климата, со среднегодовым количеством осадков 600-700 мм, на моренных отложениях, а также на покровных глинах и суглинках.

Подзолистый почвообразовательный процесс проявляется под лесной растительностью при промывном водном режиме, который обуславливает сквозное промачивание профиля и вымывание веществ. Растительный опад подвергается грибному разложению,

вследствие чего образуется большое количество фульвокислот и водорастворимых органических кислот. При отсутствии карбонатов кальция и магния кислоты разрушают минеральную часть почвы, взаимодействуют с обменными катионами (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) и полуторными окислами, образуя растворимые в воде соли. С током воды они выносятся в нижние горизонты, а нерастворимые соединения SiO_2 остаются на месте разрушения, образуя подзолистый горизонт.

В зависимости от характера увлажнения подзолистые почвы подразделяются на два подтипа: подзолистые и глеево-подзолистые, а дерново-подзолистые – на дерново-подзолистые и дерново-подзолистые глееватые. По степени выраженности подзолистого процесса подзолистые почвы делят на виды: слабоподзолистые – горизонт A_2 выражен пятнами; среднеподзолистые – горизонт A_2 выражен хорошо; сильноподзолистые – горизонт A_2 по мощности превышает гумусовый горизонт; подзолы – горизонт A_2 выражен резко при отсутствии гумусового слоя.

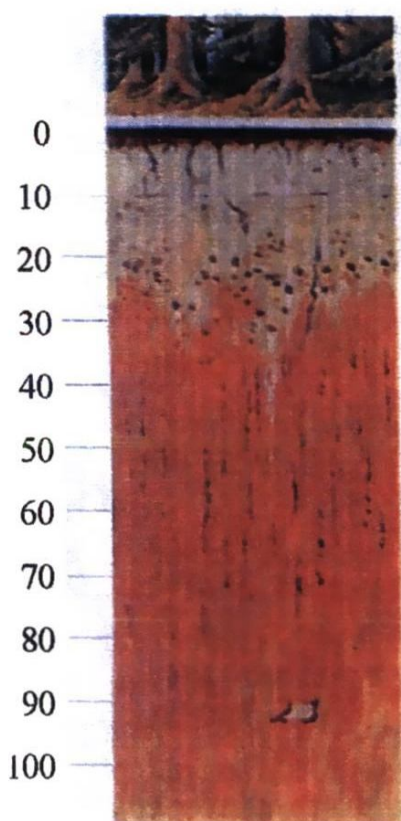


Рис. 4. Профиль дерново-подзолистой почвы

Строение почвенного профиля дерново-подзолистых почв представлено на рисунке 4.

Профиль целинных суглинистых дерново-подзолистых почв состоит из горизонтов $A_0 + A_1 + A_2 + (A_2B) + B + C$.

A_0 – лесная подстилка, перемешанная с травянистым войлоком, или чистый травянистый войлок. Мощность незначительная и не превышает 3-5 см.

A_1 – гумусовый или перегнойно-аккумулятивный горизонт серого или светло-серого цвета, с непрочной комковатой структурой, переплетен корнями растений. Мощность чаще всего не превышает 15-18 см.

К следующему горизонту переход резкий.

A_2 – подзолистый, или элювиальный горизонт, бесструктурный, белесый, слегка уплотнен, заметно опесчанен. В нижней части может содержать новообразования железа в виде ржавых точечных или размытых охристых пятен.

B – иллювиальный горизонт, или горизонт вымывания, бурый или коричнево-бурый, очень плотный, глыбистый или ореховатый, с большим количеством новообразований же-

леза в разнообразной форме. В следующий горизонт переходит постепенно.

С – материнская порода, вид и свойства которой зависят от ее происхождения.

Почвы подзолистого типа имеют неблагоприятные для растений химические и физические свойства, кислую реакцию (pH водный – 4-5,5), низкое содержание гумуса (1-2,5%), бедны питательными веществами, слабоструктурены. При использовании их под пашню необходимо вносить органические и минеральные удобрения в больших дозах, проводить известкование, углубление пахотного слоя, вводить в севообороты многолетние бобовые травы. На склоновых участках подзолистые почвы подвержены водной эрозии. При окультуривании почв подзолистого типа на них можно получать высокие урожаи картофеля, льна, зерновых, многолетних трав, овощей, а также использовать под луга и пастбища.

Дерновые почвы формируются под луговой травянистой растительностью на карбонатных почвообразующих породах. Хорошо развитая растительность поставляет ежегодно до 10-12 т/га органического вещества, а вместе с ним и большое количество зольных элементов. Насыщенность дерновых почв основаниями (80-90%), слабощелочная реакция и обилие органического вещества благоприятствуют накоплению в них гумуса, улучшению структуры, водных и воздушных свойств этих почв. Поэтому дерновые почвы имеют гумусовый горизонт мощностью более 20 см, pH водной вытяжки составляет 7,5-8, высокое содержание гумуса (8-10%) и богаты питательными веществами.

Дерновые почвы распространены в северо-западных районах Нечерноземной зоны и на Дальнем Востоке.

Болотные почвы. Возникновение болот связано с постоянным избыточным увлажнением, которое обусловлено близким залеганием грунтовых вод или застаиванием воды на поверхности почвы при наличии в профиле водоупорных глинистых прослоек. Влаголюбивая растительность (сфагновые мхи, осоки) поставляет много влагоемкой органической массы, что усиливает переувлажнение. При недостатке кислорода замедляются темпы минерализации и гумификации органического вещества. В этих условиях на поверхности накапливаются неразложившиеся и полуразложившиеся растительные остатки в виде торфа. По происхождению болотные почвы делят на болотные *верховые* (торфяные и торфяно-глеевые) и болотные *низинные* (торфяные и торфяно-глеевые). Кроме того, выделяют *переходные* болотные почвы.

Наиболее высоким плодородием отличаются низинные и переходные торфяные почвы. Они имеют близкую к нейтральной и нейтральную реакцию ($pH_{\text{водный}}$ – 5,5-6,2), содержат много азота (3-4%) в

связанной форме. Однако они бедны фосфором, калием и микроэлементами, поэтому после осушения низинных болот необходимо вносить фосфорные и калийные удобрения и микроэлементы. На них выращивают овощные и кормовые культуры, используют в качестве сенокосов и пастбищ.

Почвы верховых болот в первую очередь нуждаются в известковании и отводе избыточной влаги.

Почвы лесостепной зоны занимают площадь 155 млн га, или около 7% территории страны. Лесостепная зона простирается узкой полосой между таежно-лесной зоной на севере и степной на юге. Там преобладают серые лесные и темно-серые лесные почвы.

Серые лесные почвы сформировались в условиях умеренно теплого климата (среднегодовое количество осадков 300-560 мм), равнинного, волнистого рельефа с понижениями и оврагами, на лессовидных суглинках и глинах. Характерно, что все выпадающие осадки в зоне почти полностью испаряются. Серые лесные почвы образовались под луговой, степной растительностью и частично под покровом освет-

ленных широколиственных лесов. Обилие растительного опада в условиях сезонного увлажнения, насыщенность лессов и лессовидных суглинков основаниями, слабокислая реакция усиливают дерновый почвообразовательный процесс и способствуют накоплению гумуса и питательных веществ. Бобовые растения обогащают почву азотом, улучшают качественный состав гумуса и создают в нем равное соотношение гуминовых кислот и фульвокислот. Мощность гумусового слоя серых лесных почв составляет 20-45 см, содержание гумуса достигает 3-5%. В состав поглощенных катионов входят Ca^{2+} и Mg^{2+} , что обуславливает слабокислую или близкую к нейтральной реакцию и емкость поглощения 20-30 мг-экв/100 г почвы. Почвы пригодны для возделывания озимых и яровых хлебов, картофеля, кукурузы на силос и других культур (рис. 5).

По содержанию гумуса, мощности гумусового горизонта серые лесные почвы подразделяются на светло-серые (A_1 до 20 см, гумуса до 3%), серые (A_1 до 25 см, гумуса 3-5%) и темно-серые (A_1 до 35 см, гумуса более 5%).

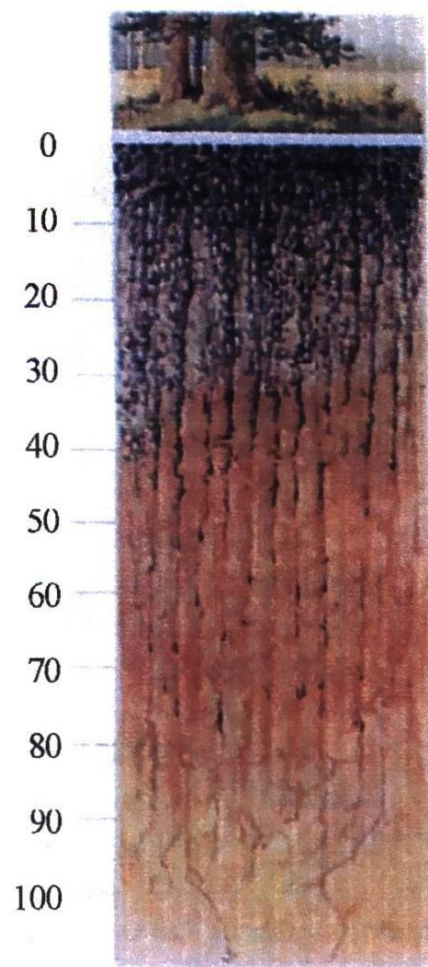


Рис. 5. Профиль серой лесной почвы

Агротехнические мероприятия по повышению плодородия этих почв включают известкование и углубление пахотного слоя (особенно светло-серых почв), применение всех видов удобрений, почвозащитных севооборотов и противоэрозионной обработки почвы на склоновых землях, посевы промежуточных культур.

Профиль этих почв состоит из горизонтов $A_0 + A_1 + A_1A_2 + A_2 + B + C$.

A_0 – подстилка небольшой мощности, состоящая из листовного опада и травянистого войлока. В пахотных почвах отсутствует.

A_1 – гумусовый горизонт, светло-серый, серый или темно-серый, комковатой или ореховатой структуры, мощностью до 30-40 см. В следующий горизонт переходит постепенно.

A_1A_2 – оподзоленный горизонт, светло-серый, ореховатый, с хорошо заметной кремнеземистой присыпкой на гранях структурных отдельностей. В различных серых почвах проявляется по-разному: в светло-серых заметен хорошо и достигает значительной мощности, в темно-серых отсутствует.

A_2B – переходный к иллювиальному горизонту, плитчато-ореховатой или ореховатой структуры с кремнеземистой присыпкой.

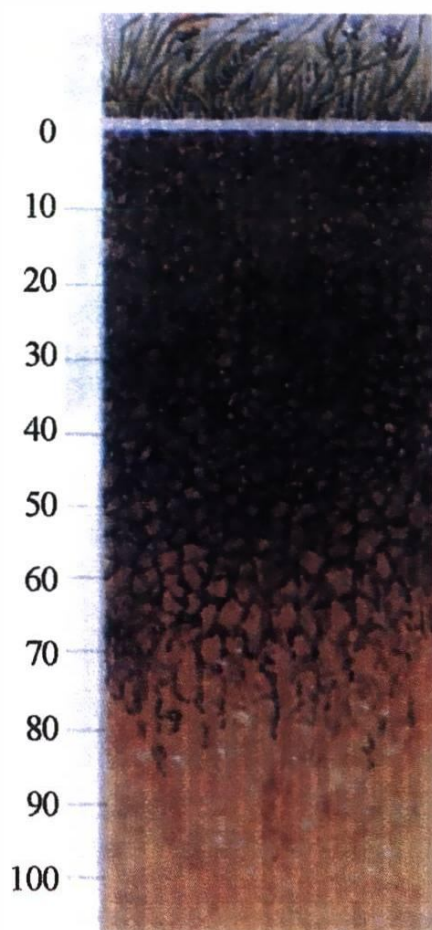
B – иллювиальный горизонт темного, коричневого цвета с хорошо выраженной ореховатой или ореховато-призматической структурой, плотный. Верхняя часть слегка осветлена, на гранях структурных отдельностей заметна кремнеземистая присыпка.

C – материнская порода, представлена обычно лессовидными суглинками. Верхняя часть породы не содержит карбонатов, вскипает от действия кислоты обычно на глубине 130-150 см.

Черноземные почвы лесостепной и степной зон широко распространены на территории России. Они являются своеобразной житницей страны.

Образование черноземных почв характеризуется значительным накоплением гумуса, его закреплением, отсутствием разрушения минеральной части и небольшим выносом солей карбонатов.

Разнообразная травянистая растительность, имеющая мощную корневую систему и состоящая из злаковых, бобовых и других растений, поставляет ежегодно до 20 т/га растительного опада. Растительные остатки содержат значительное количество зольных элементов и азота. Благоприятный гидротермический режим, насыщенность поглощающего комплекса основаниями (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) создают нейтральную реакцию среды, хорошие физико-химические условия для бактериального разложения и гумификации раститель-



**Рис. 6. Профиль
чернозема
обыкновенного**

ных остатков. Процесс гумификации происходит с преобладанием гуминовых кислот и их закреплением. Поэтому процессы гумусонакопления преобладают над разрушением органического вещества. В верхней части профиля под действием растений, микрофлоры происходит биологическая аккумуляция азота, фосфора, калия и других элементов.

Черноземы образовались под обильной степной растительностью, в условиях равнинного рельефа, умеренно теплого климата и ограниченного количества осадков (не более 300-500 мм в год); коэффициент увлажнения меньше 1. Это обуславливает непромывной или периодически промывной тип водного режима. Они имеют следующее строение профиля (рис. 6).

Профиль целинных черноземов состоит из горизонтов $A_0 + A + B_1 + B_2 + C$.

A_0 – травянистый войлок мощностью 3-4 см, состоящий из неразложившихся или полуразложившихся растительных остатков.

A – гумусовый, или перегнойно-аккумулятивный горизонт черного цвета, зернистой или комковато-зернистой структуры, мощностью до 50-60 см. В следующий горизонт переходит постепенно.

B_1 – нижняя часть (продолжение) гумусового горизонта, несколько светлее по сравнению с горизонтом A , часто имеет буроватый оттенок, структура зернисто-ореховатая, комковато-ореховатая или комковатая.

Структурные агрегаты более крупные, чем в горизонте A . Мощность колеблется от 40 до 60 см.

B_2 – горизонт переходный от гумусового к материнской породе. По окраске пестрый: часть его представлена гумусовыми языками, другая имеет цвет материнской породы. Структура комковатая, а в нижней части горизонта комковато- или ореховато-призматическая.

C – материнская порода, представлена обычно палевым лессом или лессовидным суглинком, содержит новообразования карбонатов в виде белоглазки (округлые желтовато-белые пятна) и мицелия. Бурно вскипает под действием кислоты. Почвообразующими породами служат в основном карбонатные лессы, лессовидные суглинки и глины.

В черноземных почвах много гумуса (5-10%), что обуславливает благоприятные для растений физические, химические и биологические свойства. Содержание водопрочной структуры в них составляет 60-70%, пористость – более 60%. Черноземы имеют высокую степень насыщенности основаниями (75-95%), нейтральную реакцию среды. Черноземы делят на оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные.

Высокое плодородие черноземных почв позволяет возделывать на них озимую и яровую пшеницу, сахарную свеклу, подсолнечник, кукурузу на зерно и силос, рис и кормовые культуры. Однако недостаток воды зачастую лимитирует урожайность, поэтому к основным мероприятиям следует отнести орошение, снегозадержание, введение чистых и кулисных паров, почвозащитных севооборотов, плоскорезную обработку, лесозащитное разведение. Эффективно и применение фосфорных удобрений.

Почвы зоны сухих степей занимают площадь 107,4 млн га. В этой зоне формируются каштановые почвы. Образуются они в условиях жаркого сухого климата, малого количества осадков (150-200 мм в год), под изреженной полынно-типчаковой и ковыльной растительностью. Почвообразующими породами служат в основном карбонатные лессы и лессовидные суглинки. Малое количество поступающих растительных остатков и неблагоприятные условия гумификации ослабляют развитие дернового процесса. Усиление аэробных условий в периоды увлажнения приводит к интенсивной минерализации органического вещества, поэтому в каштановых почвах гумуса накапливается сравнительно немного (2,5-4%). В ППК присутствует натрий, что придает им солонцеватость.

Каштановые почвы характеризуются слабощелочной реакцией, незначительной водопрочностью структурных агрегатов и удовлетворительными физическими свойствами. В зависимости от содержания гумуса эти почвы подразделяются на светло-каштановые (гумуса 2-3%), каштановые (3-4%) и темно-каштановые (более 4%).

Сероземы формируются в предгорных районах Средней Азии, Закавказья и занимают площадь 33 млн га. Образование их обусловлено цикличностью периодов высокой и низкой биологической активности почв обилием тепла и влаги весной, высокими температурами воздуха и иссушением почвы летом. В этих условиях процессы минерализации органических веществ преобладают над процессами гумификации. Поэтому сероземы отличаются низкой гумусированностью (2-4%), слабой дифференциацией профиля, щелочной реак-

цией и невысоким содержанием азота (0,14-0,35%), фосфора (0,1-0,3%) и калия (1,5-3%).

Засоленные почвы. К засоленным почвам относят солончаки и солонцы. Они встречаются в зоне образования каштановых, черноземных почв и сероземов, занимают 52,3 млн га.

Солончаки – почвы, содержащие вредные для растений водорастворимые соли (более 1-2%) в верхнем горизонте. Среди солей чаще всего присутствуют хлориды и сульфаты натрия и калия, бикарбонат и карбонаты натрия. Причинами засоления служат подъем солей с грунтовыми водами, перенос солей с водой корнями солеустойчивых растений из глубоких слоев почвы в верхние, поступление солей с оросительными водами, перенос ветром и др.

Солонцы представляют собой почвы, поглощающий комплекс которых насыщен обменным натрием до 20-40%. По теории К.К. Гедройца, они образуются при рассолении солончаков в условиях периодического промачивания профиля и большого количества натриевых солей в почвенном растворе. Наличие обменного натрия придает солонцам щелочную реакцию (рН 8-9), способствует распаду и выносу почвенных коллоидов вниз по профилю, что делает их бесструктурными. При увлажнении солонцы набухают, становятся вязкими, а при высыхании цементируются и растрескиваются. По мощности надсолонцового горизонта (А) солонцы подразделяют на корковые (менее 5 см), мелкие (5-10 см), средние (10-18 см) и глубокие (более 18 см).

Основные мероприятия при освоении солончаков – дренаж и промывка их пресными водами для удаления солей. Для окультуривания солонцов применяют гипсование с последующими промывками, снегозадержание, трехъярусную вспашку, внесение навоза и др. На засоленных почвах возделывают солеустойчивые культуры: люцерну, житняк, сорго, кормовую свеклу, донник и др.

2.3. Факторы жизни растений и приемы их регулирования.

Роль растений в природе и сельскохозяйственном производстве

Возделывая культурные растения и используя естественную растительность лугов, степей, лесов, человек получает необходимые ему продукты питания в виде зерна, клубней, плодов и ягод. Промышленность вырабатывает из корнеплодов свеклы сахар, картофеля – крахмал, из семян полсолнечника – масло. Древесина служит сырьем для производства ткани, бумаги, пластмасс, строительных и других материалов. Растения поставляют сельскохозяйственным животным разнообразные корма в виде зеленой массы, сена, корне-

плодов, силоса. Поэтому зеленые растения следует рассматривать как предмет труда и средство производства.

Все продукты земледелия состоят из органического вещества, создаваемого в процессе фотосинтеза. Используя солнечную энергию, воду, углекислый газ и потребляя минеральные вещества из почвы, растения синтезируют огромные массы органического вещества, около 400 млрд т в год. Следует подчеркнуть, что из всех живых организмов лишь растения способны синтезировать жиры, белки, углеводы и другие органические соединения.

Для всех живых организмов на Земле необходима энергия, основным источником которой является солнечная радиация. Растения поглощают ее и аккумулируют в форме органического вещества. Так, при образовании 1 г углерода аккумулируется 39 кДж солнечной энергии. С помощью растений происходит превращение энергии солнца в химическую энергию органического вещества, которую использует большинство организмов. В связи с этим зеленым растениям принадлежит космическая роль в преобразовании кинетической энергии солнечного луча в потенциальную энергию органических веществ. Благодаря растениям на Земном шаре имеются значительные запасы энергии в виде каменного угля, нефти, торфа.

Зеленые растения, используя солнечную энергию, разлагают в процессе фотосинтеза воду и обогащают кислородом атмосферный воздух и воды Мирового океана. Например, для создания 4 т/га зерна озимой пшеницы растения усваивают 4,5 т CO_2 и разлагают 16 т воды, при этом в атмосферу выделяется 14 т O_2 .

Растения влияют на формирование и изменение климата, биосферы. В процессе дыхания живые организмы выделяют углекислый газ. Много его попадает в атмосферу при сжигании топлива на заводах, в автомобилях, жилищах, а также при разложении растительных и животных остатков в почве. Растения, поглощая углекислый газ, очищают атмосферный воздух, улучшают экологическую обстановку, особенно в крупных промышленных центрах.

Велика роль растений в круговороте веществ и энергии на Земле. Поглощая из почвы азот, фосфор, калий, кальций и другие элементы питания, они предотвращают их вымывание в грунтовые воды и способствуют накоплению этих элементов в верхних слоях почвы. Часть веществ и энергии аккумулируется в форме перегноя (гумуса) и вновь используется растениями после его разложения микроорганизмами. Таким образом, совокупная деятельность растений и микроорганизмов почвы обеспечивает необходимый для жизни биологический круговорот веществ. В процессе биологического круговорота веществ образуется почва с ее ценнейшим свойством – плодородием.

Факторы жизни растений. Нормальная жизнедеятельность растений и получение высоких урожаев возможны лишь при постоянном притоке солнечной энергии, тепла, наличии элементов питания, воды, углекислого газа и кислорода. Все эти природные вещества и энергия, от которых зависят рост растений, их урожайность и качество продукции, называют *факторами жизни растений*. Различают космические (свет, тепло) и земные (вода, элементы питания, воздух). Кроме факторов жизни, на рост растений влияют и условия внешней среды: засоренность полей, поражаемость растений болезнями и вредителями, кислотность почвы, качество и своевременность выполнения полевых работ.

Свет. Он необходим для синтеза органического вещества, роста и развития растений. Энергия солнечного луча затрачивается на испарение влаги, разложение углекислоты и воды в процессе фотосинтеза. При недостатке света замедляется образование корней, снижается урожайность и ухудшается качество продукции.

Использование солнечной энергии регулируют нормой и способами посева, размещением рядков светолюбивых культур с севера на юг, очищением полей от сорняков, применением удобрений, орошения и других агротехнических приемов. Повышение коэффициента использования солнечной энергии достигается размещением растений короткого светового дня (кукуруза, рис, просо) в южных широтах. Культуры, требующие продолжительного дневного освещения (озимая рожь, овес, ячмень, клевер), возделывают в центральных и северных районах.

Тепло необходимо для прорастания семян и появления дружных всходов, для нормального хода фотосинтеза в растении, цветения и созревания семян. Установлено, что наибольшая продуктивность фотосинтеза достигается при температуре окружающего воздуха 20-30°C.

Каждое растение в различные фазы роста предъявляет определенные требования к теплу. Так, оптимальная температура почвы для появления всходов и начального роста у ячменя, овса, гороха составляет 6-12°C, а для картофеля, кукурузы, гречихи – 15-22°C. С учетом этих требований культур к теплу устанавливают оптимальные сроки предпосевной обработки почвы и сева. Поэтому культуры, которые устойчивы к пониженным температурам, а всходы выдерживают заморозки до минус 6-9°C, высевают в самые ранние сроки. К ним относят овес, ячмень, вику, морковь, клевер, люпин. Более теплолюбивые культуры (кукуруза, картофель, подсолнечник, гречиха) легко повреждаются от заморозков до минус 2-3°C, и их высевают в более поздние сроки, когда почва прогреется до 10-12°C.

Вода является важнейшим фактором жизни растений. Она необходима для осуществления биохимических процессов, прорастания семян, поступления питательных веществ из почвы, защиты растений от перегрева, поддержания тургора в клетках и тканях растений.

Большинство растений за вегетационный период расходует значительное количество воды. Например, на образование 1 ц сухого органического вещества кукуруза расходует 174-406 ц воды, пшеница – 400-500 ц, клевер красный – 400-600 ц, сахарная свекла – 240-500 ц. Количество воды, расходуемое растением на создание единицы урожая в сухом веществе, принято называть *коэффициентом транспирации*.

Низкая увлажненность почвы в фазу кущения тормозит образование у яровой пшеницы и овса вторичных узловых корней, что приводит к значительному снижению урожайности. Культурные растения потребляют максимальное количество воды лишь в определенные фазы роста, которые называют критическими. Так, у картофеля она наступает в фазу бутонизации-цветения, у хлебов – выход в трубку-колошение, кукурузы – в фазу цветения-молочной спелости.

Воздух. Атмосферный и почвенный воздух необходим растениям и микроорганизмам почвы как источник кислорода и углерода. При свободном доступе кислорода в почве активно идут окислительные процессы (нитрификация, аммонификация и др.), что улучшает доступность питательных веществ растениям. Суточная потребность корней растений в кислороде – около 1,5 мг на 1 г сухого вещества. Недостаток кислорода тормозит прорастание семян в почве, затрудняет дыхание корней растений, на них меньше образуется корневых волосков. Особенно чувствительны к недостатку кислорода в почве картофель, горох, люпин, сахарная свекла. Легче переносят недостаток кислорода рис, гречиха, злаковые травы, однако урожайность их при нехватке кислорода также значительно снижается. Оптимальные условия для роста корней растений создаются при содержании воздуха в почве не менее 15% от ее объема.

Элементы питания. Потребность растений в питательных веществах зависит от вида и сорта растений, содержания влаги, наличия тепла, гранулометрического состава почвы и других условий. Зеленая масса многих кормовых растений содержит 70-87% воды и 13-30% сухого вещества. В состав сухого вещества входят (в %): углерод – 45, кислород – 42, водород – 6,5 и азот – 1,5. На долю этих элементов приходится 95% сухого вещества. Остальная часть приходится на долю зольных элементов: P, K, Ca, Mo, S, Fe и др. Растения поглощают из почвы необходимые им макроэлементы: азот,

фосфор, калий, кальций, серу, магний, железо, а также в небольших количествах и микроэлементы: бор, медь, молибден, марганец и др. Из углекислого газа воздуха они получают углерод, а из воды – водород. Количество доступных растениям питательных веществ определяет плодородие почвы и урожайность культур.

2.4. Основные законы земледелия и их использование

Земледелие – это наука об управлении условиями жизни сельскохозяйственных растений и о повышении плодородия почвы. Основная задача земледелия состоит в том, чтобы, воздействуя на почву агротехническими мероприятиями (удобрения, севообороты, обработка почвы, мелиорация и др.), полнее удовлетворять потребности культурных растений в земных факторах жизни и получать максимальные урожаи при наименьших затратах труда и средств.

Закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений гласит: «Ни один из факторов жизни растения нельзя полностью исключить или заменить другим; все факторы жизни растений физиологически равнозначны, равноценны, незаменимы и должны находиться в оптимальном соотношении». Для жизнедеятельности растений требуется одновременное наличие необходимых факторов жизни: света, тепла, воды, доступных питательных веществ и воздуха. Независимо от количественной потребности в том или другом факторе нельзя заменить воду элементами питания, свет – обилием тепла. Недостаток любого фактора, например, тепла, так же, как и избыток, приводит к нарушению нормального роста или гибели растений.

Закон минимума утверждает: «Изучение влияния факторов жизни растений показало, что урожайность в первую очередь зависит от того фактора, значение которого находится в самом минимуме, которого в данный момент недостает». При этом экспериментально подтверждено, что все факторы действуют на растение не изолированно один от другого, а в тесной взаимосвязи, влияя друг на друга. Все это послужило основой для формулировки закона минимума и в таком виде: «Развитие растений и уровень урожайности ограничивается фактором, находящимся в относительном минимуме». Так, в районах недостаточного увлажнения вода является фактором, который лимитирует урожайность полевых культур, несмотря на то, что все другие факторы (тепло, свет, элементы питания и др.) могут находиться в оптимальном количестве. Поэтому решающее значение для повышения урожайности здесь имеет орошение или агротехнические мероприятия, направленные на накопление и

сохранение влаги в почве: снегозадержание, стерня на поле, введение чистых паров.

На переувлажненных почвах избыток воды приводит к снижению урожайности. Ограничивающим фактором при этих условиях является недостаток почвенного воздуха и необходимо в первую очередь улучшить аэрацию почвы. Однако по мере обеспечения растений воздухом надо предвидеть следующий ограничивающий фактор, который будет лимитировать урожай.

Закон оптимума. Сущность его заключается в том, что «наибольший урожай может быть получен при оптимальном количестве каждого фактора жизни растений, увеличение или уменьшение его приводит к снижению урожая». Действие этого закона подтверждает зависимость урожая культур от влажности почвы. Минимальная урожайность получается при низкой влажности почвы (минимум), затем с повышением ее резко увеличивается и достигает наибольшей величины при 70-80% от наименьшей (полевой) влагоемкости (оптимум). Высокая влажность почвы приводит к значительному снижению урожайности культур.

В законе совокупного действия факторов жизни растений сказано: «Для получения высоких урожаев культур необходимо одновременное наличие всех факторов жизни растений в оптимальном соотношении. Совместное действие факторов жизни, находящихся в оптимальных соотношениях, оказывает большее положительное влияние на урожай и плодородие почвы, чем раздельное» (рис. 7).



Рис. 7. Урожайность сена многолетних трав (т/га)

В интенсивном земледелии прогрессивный рост урожайности обеспечивается положительным взаимодействием удобрений, известкования, орошения, использованием высокоурожайных сортов и новейших технологий возделывания культур в севооборотах в сочетании с эффективными методами защиты растений от сорняков, болезней и вредителей. Например, наибольшая прибавка урожая сена многолетних трав от полного минерального удобрения получена при оптимальной влагообеспеченности растений (8,47 т/га), а за счет взаимодействия факторов дополнительно получено 2,51 т/га.

Закон возврата гласит: «Элементы питания растений и энергия, отчужденные из почвы с урожаем и в процессе эрозии, должны быть компенсированы (возвращены в почву) с определенной степенью превышения за счет вносимых удобрений или агротехнических мероприятий». Этот закон открыт немецким ученым Ю. Либихом в 1840 г.

В условиях интенсивного земледелия, а также на эрозионно-опасных землях происходят большие потери питательных веществ и гумуса вследствие выноса, поверхностного и внутрипочвенного стока. При отсутствии компенсации выноса веществ и энергии почва ухудшает свои свойства и теряет плодородие, что снижает ее способность в обеспечении высокой продуктивности агроценозов, особенно в стрессовых ситуациях (недостаток и избыток влаги, элементов питания и др.). В этом случае оптимизировать необходимо в первую очередь факторы, которые находятся в минимуме и ограничивают урожай.

Регулирование водного, воздушного, теплового и питательного режимов почвы. Совокупность поступления в почву воды, тепла, воздуха, элементов питания, их расхода из почвы, передвижения и изменения состояния определяет соответственно водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почвы.

Для получения высоких и устойчивых урожаев растения необходимо обеспечить всеми факторами жизни, в том числе и водой, особенно в периоды максимального ее потребления. Эти периоды совпадают с фазами образования репродуктивных органов.

Регулирование водного режима – одна из важнейших проблем земледелия.

В зоне избыточного увлажнения, где приход осадков больше их расхода, все мероприятия направлены на понижение уровня грунтовых вод и удаление излишней воды осушением заболоченных земель. На почвах временного избыточного увлажнения в северо-западных районах Нечерноземной зоны для отвода воды из верхних горизонтов применяют узкозагонную вспашку (вдоль или под углом

склона) и кротование. С помощью специальных приспособлений к плугам (кротователям) в подпахотных слоях делают в горизонтальном направлении отверстия диаметром 7-10 см, по которым отводится вода. Выполняют этот прием для культур раннего срока сева осенью, а для позднего – весной. На переувлажненных землях применяют посев на гребнях и грядах, щелевание, а также рыхление подпахотного слоя плугами с почвоуглубителями.

В зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения большое значение имеет орошение. В период роста и развития растений оно позволяет поддерживать оптимальную влажность почвы на уровне 70-80% от наименьшей (полевой) влагоемкости и создает благоприятные условия для эффективного использования удобрений.

Влагонакопительные мероприятия в засушливых районах включают задержание на полях снега и талых вод (создание снежных валков, полосное уплотнение снега катками, сохранение стерни), чистые и кулисные пары, создание системы полевых защитных и водоохраных лесных полос. Их комплексное осуществление увеличивает влагозапасы на 300-600 м³ на 1 га и повышает урожайность зерновых культур на 3-5 ц/га. При снегозадержании валки из снега размещают на расстоянии 4-6 м поперек направления господствующих ветров и склонов. В течение зимы снегозадержание проводят 2-3 раза. Для лучшего накопления снега на паровых полях размещают кулисы (полосы) состоящие из горчицы, подсолнечника, кукурузы. Кулисы за счет накопления снега, защищают посевы озимых от вымерзания и повышают их урожайность на 2-4 ц/га.

Система мероприятий по сохранению и лучшему использованию влаги предусматривает плоскорезную обработку почвы с мульчированием ее поверхности растительными остатками, подбор засухоустойчивых культур и сортов, их рациональное чередование, определение оптимальных сроков сева, соответствующие данной зоне.

Улучшению водного режима способствуют приемы, повышающие содержание гумуса и влагоемкость почвы: внесение навоза, компостов, посев сидеральных и промежуточных культур на зеленое удобрение, введение многолетних бобовых трав в севооборот и др. Положительное влияние на сохранение влаги оказывает уничтожение сорняков, так как они для формирования своей биомассы потребляют значительное количество воды, что приводит к иссушению почвы.

В районах проявления водной эрозии для задержания воды на склоновых землях применяют противоэрозионные приемы обработки почвы: вспашку поперек склона, глубокое безотвальное рыхление, вспашку с лункованием, щелевание и др. Создание глубокого,

хорошо окультуренного пахотного слоя, особенно на почвах тяжелого гранулометрического состава, уменьшает поверхностный сток и увеличивает поглощение осадков.

Регулирование *воздушного режима* способствует повышению продуктивности растений. Наличие в почве достаточного количества кислорода – неперемное условие хорошего питательного режима для растений. Поэтому постоянный приток атмосферного кислорода и отток CO_2 , образующегося в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, – основа газового обмена почвы с атмосферным воздухом. Газообмен осуществляется через систему воздухоносных почвенных пор, сообщающихся между собой и с атмосферным воздухом.

Естественными факторами газообмена являются диффузия газов, изменение атмосферного давления, суточной температуры, поступление воды в почву, ветер и др. Газообмен между почвенным и атмосферным воздухом зависит от структурного состояния и строения пахотного слоя почвы, т.е. от соотношения капиллярных и некапиллярных пор. Объем некапиллярных почвенных пор, который постоянно занят воздухом при предельной полевой влагоемкости, называют пористостью устойчивой аэрации. Нормальный газообмен осуществляется при пористости аэрации почвы не менее 15-20%, поэтому воздушный режим улучшают, в первую очередь, на переувлажненных и тяжелых почвах, склонных к заплыванию.

Осушение почв избыточной влажности создает оптимальные условия аэрации и повышает продуктивность большинства возделываемых культур и особенно многолетних трав. На этих почвах эффективны все агротехнические приемы, способствующие отводу избыточной воды: дренаж, посев и посадка на гребнях и грядах, кротование и др.

Радикальным средством улучшения аэрации почвы являются приемы механического рыхления при ее физической спелости. К ним следует отнести вспашку с почвоуглубителями, чизелевание, фрезерование, а также все приемы поверхностной обработки, уничтожающие почвенную корку. Особенно эффективны глубокие обработки на орошаемых землях, сильно уплотняющихся после полива. Для лучшего соотношения капиллярных и некапиллярных пор при чрезмерно рыхлом сложении проводят прикатывание почвы перед посевом.

Аэрация почвы зависит от ее структуры. Поэтому все приемы, улучшающие структуру почвы, регулируют и воздушный режим: обогащение почвы органическим веществом, известкование кислых и гипсование солонцовых почв, посев многолетних трав.

Тепловой режим определяется в основном поступлением и преобразованием солнечной энергии, приход которой ежегодно составляет 168 ккал/см². В среднем 33% поступающей радиации отражается облаками, около 9% диффузно рассеивается в пространстве.

Другими источниками тепла являются разложение органического вещества, приход его из глубоких слоев земли, распад радиоактивных веществ и другие процессы.

При недостатке тепла, особенно в северных районах, все агротехнические приемы направлены на лучшее использование приходящей солнечной энергии и ее сохранение. В этих целях применяют мульчирование почвы перегноем, торфом, растительными остатками. С целью повышения температуры почвы в нее вносят большие дозы органических удобрений (навоза, компоста). Ускоряет прогревание тяжелых по гранулометрическому составу почв и переувлажненных земель глубокое их рыхление, поделка гряд и гребней, на которых высаживают картофель, корнеплоды, овощи.

С учетом биологических особенностей теплолюбивые культуры (кукуруза, ранний картофель) размещают на южных склонах. В практике земледелия для борьбы с заморозками широко применяют поливы.

В районах с холодными зимами для уменьшения промерзания почвы и защиты озимых культур от вымерзания используют снегозадержание. На посевах озимых снег задерживают уплотнением, а не сгребанием.

Для устранения перегрева почвы в южных районах страны поверхность пашни мульчируют измельченной соломой. Светлая мульча увеличивает отражательную способность, уменьшает испарение воды и понижает температуру почвы. Почву и растения от перегрева предохраняют поливы дождеванием.

На тепловой режим почвы влияют полезащитные лесные полосы, нормы высева, сроки посева, засоренность полей, направление рядков и др.

Основной задачей в регулировании *питательного режима* почвы является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Накопление элементов питания в почве и создание благоприятных условий для хорошей доступности их растениям – основа почвенного плодородия.

Источниками элементов питания для растений служат гумусовое вещество почвы, растительные остатки, почвенные запасы фосфора, калия и других элементов, органические и минеральные удобрения, а также фиксация азота микроорганизмами. Значительная часть питательных веществ почвы находится в форме труднорастворимых соединений и недоступна растениям.

Агротехнические приемы окультуривания – интенсивное рыхление почвы, известкование и гипсование, орошение и осушение – активизируют биологические процессы, ускоряют минерализацию органических веществ и улучшают усвоение растениями элементов питания.

Важная роль в увеличении содержания органического вещества и азота в почве принадлежит вводимым в севооборот многолетним бобовым травам (клеверу, люцерне), промежуточным культурам и растениям, возделываемым на зеленое удобрение (люпин, донник). При благоприятных условиях клевер накапливает 80 кг/га азота, люцерна – более 120 кг/га.

Контрольные вопросы

1. Что такое почва и какова ее роль в сельскохозяйственном производстве?
2. Каковы факторы почвообразования и их роль в формировании почвы?
3. Перечислите внешние морфологические признаки почвы.
4. Назовите мероприятия, улучшающие структуру почвы и ее водопроходимость.
5. Какова роль гумуса в плодородии почв и каков его состав?
6. Перечислите виды поглотительной способности почв. В чем их сущность?
7. Назовите физические, водные, воздушные и тепловые свойства почв.
8. Понятие о плодородии и окультуренности почвы. Виды плодородия. Простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы.
9. Перечислите показатели почвенного плодородия.
10. Расскажите об условиях образования, свойствах и сельскохозяйственном использовании дерново-подзолистых, черноземных, каштановых и серых лесных почв.
11. Основные законы земледелия: минимума, возврата, совокупного действия факторов жизни растений, равнозначности и незаменимости факторов жизни и их использование в земледелии.
12. Факторы жизни растений и условия среды обитания. Требования культур к факторам жизни и условиям среды.
13. Приемы регулирования водного, теплового, питательного режимов почвы в земледелии.