

**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. Ма-
тюк, А.И. Беленков, М.А. Мазиров, В.Д. Полин, А.Я. Расса-
дин, Е.Д. Абрашкина. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Ти-
мирязева, 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 тяжеловесной 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 водонисточников. При составлении проекта землепользования в каждой природной зоне определяют оптимальное соотношение этих угодий с учетом специализации хозяйства и противозерозионной организации территории.

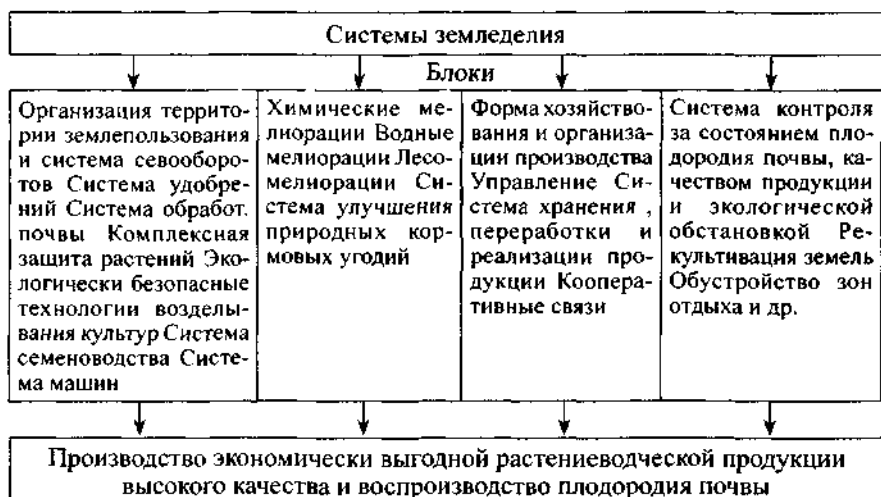


Рис. 2. Компоненты системы земледелия и их взаимосвязи

На основе анализа агроэкологических групп земель, уровня их плодородия, а также степени проявления эрозийных 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 сильноэродированных 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 противозерозонные 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 полезаститному 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 эффективного 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).

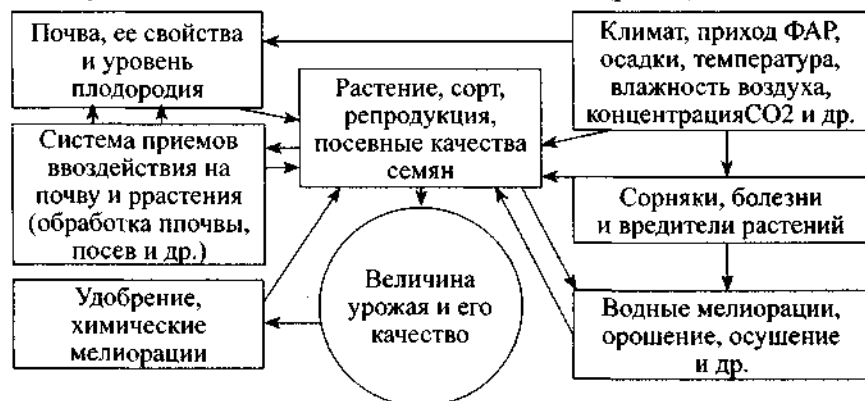


Рис. 3. Основные факторы, определяющие уровень урожайности

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 свиноводческих, 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 лущением (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 лущением стерни, на переувлажненных землях под пропашные осеннюю вспашку заменяют лущением. 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 полевая защита 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 зернопропашные 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 противоэрозионные 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. Противоэрозионные 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, чинной, 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, перемешивают 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 – важная 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 0,01 мм), %		
	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	Тяжелосуглинистые	Среднесуглинистые	Легкосуглинистые	Супесчаные	Песчаные мелкозернистые, связные	Песчаные крупнозернистые, рыхлые
Глееподзолистые	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 – оrehоватая, 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	
Более 75(80)	Избыточно высокая		Менее 1,0	Рыхлое (пашня вспушена)

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 структурные – *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 (pH 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 водопрочной 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-

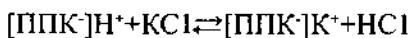
годаря этому элементы питания вместе с гумусом аккумулируются в верхних горизонтах почв в форме органического вещества и предохраняются от вымывания. Биологическое поглощение – основное средство закрепления нитратного азота в почве.

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 илистые 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 водопрочной 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 оснований почв, кроме кальция и магния, находятся ионы водорода и алюминия, а в солонцах – натрия. В таких почвах снижается водопрочность 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_p) и твердой фазы почвы (ρ_s): $\varepsilon = 1 - \frac{\rho_p}{\rho_s}$ (см³/см³).

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, водопрпускную 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).

Таблица 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

Водопропускная 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°C. 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 разъединение 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, насыщенным 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 происходить разрывы корней, выпирание узла кушения 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 превращения, 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 ряды.

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. Широкий 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.

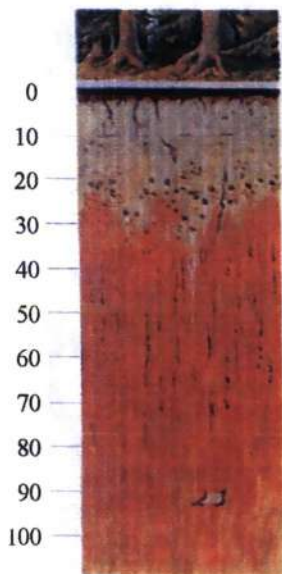


Рис. 4. Профиль дерново-подзолистой почвы

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, слабооструктурены. 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 застоем 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%).

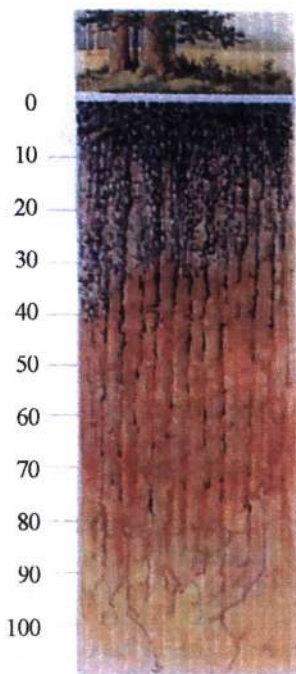


Рис. 5. Профиль серой лесной почвы

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

Профиль этих почв состоит из горизонтов $A_0 + A_1 + A_1A_2 + A_2B + B + C$.

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 замечен хорошо и достигает значительной мощности, в темно-серых отсутствует.

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

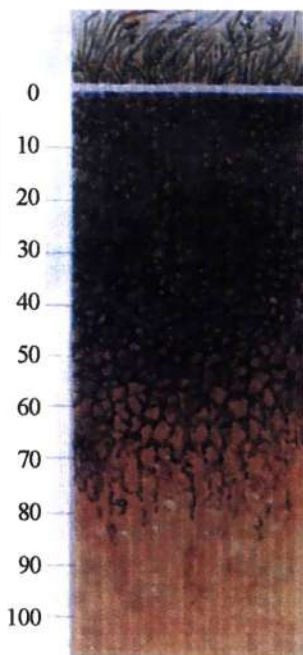
B – иллювиальный горизонт темного, коричневого цвета с хорошо выраженной ореховатой или ореховато-призматической структурой, плотный. Верхняя часть слегка осветлена, на гранях структурных отдельностей заметна кремнеземистая присыпка.

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 укреплением, 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, зер-

нистой 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 подсолнечника – 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 светлюбивых 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 растениях, 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 растений 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).

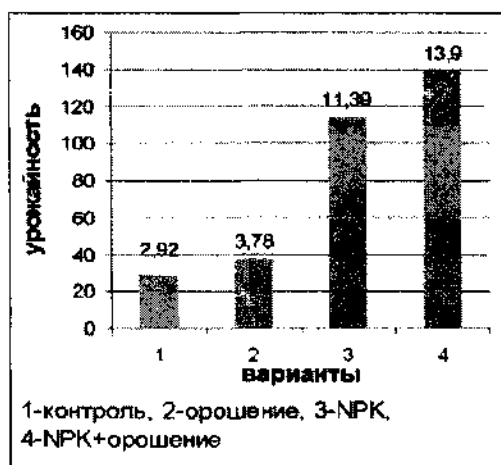


Рис. 7. Урожайность сена многолетних трав (т/га)

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 внутripочвенного 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, шелевание, 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 полезащитных 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, шелевание 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 – непереносимое 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 полевые защитные 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 водопрочность.
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.

ГЛАВА 3. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

3.1. Вредоносность сорняков и их биологические особенности

Сорняками называют дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях, снижающие величину и качество урожая. Посевы могут быть засорены и культурными видами растений, которые не возделывают на данном поле. Например, озимая рожь может засорять посевы озимой пшеницы, подсолнечник – посевы ячменя. Такие растения называют засорителями. Среди сорняков много специализированных, засоряющих посевы только определенной культуры. Например, овсюг преимущественно засоряет посевы овса; повилика клеверная – клевер, люцерну; костер ржаной – озимую рожь. Специализация основывается на сходстве отдельных морфологических и биологических признаков сорных и культурных растений.

Сорные растения приносят большой вред сельскому хозяйству. Развивая мощную корневую систему, сорняки потребляют большое количество влаги и элементов питания. Затенение культурных растений, особенно широколистными сорняками, на 30-40% снижает коэффициент использования солнечной радиации посевами, на 2-4°C понижает температуру почвы и ослабляет активность почвенных микроорганизмов. Это приводит к замедлению роста культурных растений и удлинению периода их вегетации.

Такие сорняки, как выюнок полевой, горец выюнкковый, обвивая стебли культурных растений, способствуют полеганию зерновых и кормовых культур. Это затрудняет уборку, снижает производительность уборочных агрегатов и приводит к большим потерям урожая. При уборке засоренных хлебов требуется дополнительная очистка и сушка зерна, что увеличивает затраты труда и себестоимость продукции.

Сорняки способствуют распространению вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Например, пырей ползучий служит промежуточным растением-хозяином стеблевой, желтой и корончатой ржавчины зерновых культур, паслен служит источником появления рака картофеля и развития колорадского жука, выюнок полевой способствует массовому появлению озимой совки на всходах озимых культур и т.д.

Значительный ущерб сорняки приносят животноводству. Например, полынь горькая, лук круглый, чеснок, попадая в корм животных, придают неприятный запах молоку и маслу. Примеси семян куколя, плевела опьяняющего, белены ядовитой, попадая с зерном в продукты его переработки, они вызывают отравление людей и животных.

Сорные растения характеризуются рядом биологических особенностей. Отличительная особенность всех сорных растений – высокая плодovitость. Например, одно растение осота полевого дает 19 тыс. семян в год, ширицы запрокинутой – до 500 тыс., для сравнения: озимой пшеницы – не более 400 шт.

Многолетние сорняки размножаются не только семенами, но и вегетативными органами-корневищами, корневыми отпрысками, луковичками. Так, пырей ползучий, гудай, свинорой размножаются корневищами; осот полевой, горчак ползучий, вьюнок полевой – корневыми отпрысками; чистец болотный – клубнями; лук круглый – луковичками.

Биологические группы сорняков. На территории нашей страны встречается более 1500 видов сорняков, в том числе 400 видов ядовитых. Их делят на группы по способам питания, размножения, продолжительности жизненного цикла.

По способу питания выделяют непаразитные, паразитные и полупаразитные сорняки.

Непаразитные растения:

- малолетние – эфемеры, яровые (ранние и поздние), зимующие, озимые, двулетние;

- многолетние – размножаются преимущественно семенами и в меньшей степени – вегетативно (мочковатокорневые, стержнекорневые); с сильно выраженным вегетативным размножением (ползучие, клубневые, луковичные, корневишные, корнеотпрысковые).

Паразитные и полупаразитные растения:

- корневые и стеблевые.

Непаразитные растения имеют развитую корневую систему, надземные зеленые органы и характеризуются автотрофным типом питания, т.е. потребляют влагу и элементы минерального питания из почвы. По продолжительности жизни их подразделяют на малолетние и многолетние. К малолетним относят растения, размножающиеся только семенами, с жизненным циклом не более 2-х лет, и отмирающие после созревания семян. В зависимости от продолжительности жизни их подразделяют на эфемеры, яровые ранние и поздние, зимующие, озимые и двулетние.

Эфемерные сорняки имеют очень короткий период вегетации (40-50 дней), способны давать за сезон несколько поколений. Представителем их является мокрица, или звездчатка средняя. Растение ветвящееся, отчасти стелющееся, любит сырые места. Размножается семенами и частями стеблей. На одном растении образуется до 25 тыс. семян, всхожесть которых сохраняется в почве до 4-х лет. Злостный сорняк овощных, яровых зерновых культур и многолетних трав.

Яровые сорняки подразделяются на ранние и поздние. К яровым ранним относят малолетние сорняки, семена которых прорастают рано весной при температуре почвы 2-4°C и заканчивают развитие до уборки культурных растений или одновременно с ней. Это приводит к засорению как почвы, так и семенного материала. К этой группе относят овсюг обыкновенный, марь белую, редьку дикую, гореч бьюнковый, птичий и др.

Яровые поздние сорняки – малолетние растения, семена которых прорастают при устойчивом прогревании почвы до 12-14°C, плодоносят и отмирают после уборки хлебов, но до уборки поздноспевающих культур (картофель, корнеплоды, подсолнечник, кукуруза на зерно). К ним относят щирицу запрокинутую, ежовник, щетинники сизый и зеленый, амброзию полыннолистную и др. Засоряют картофель, кукурузу, корнеплоды и овощные культуры.

Зимующие сорняки засоряют как яровые, так и озимые посевы. Имеют двоякий тип развития: при ранних весенних всходах заканчивают вегетацию в том же году, а при поздних они способны зимовать в различных фазах, а после перезимовки образуют генеративные органы и плодоносят. В эту группу входят пастушья сумка, ромашка непахучая, ярутка полевая, фиалка полевая, василек синий и др. Засоряют посевы озимых культур и многолетних трав.

Озимые сорняки для своего развития нуждаются в пониженных температурах зимнего сезона независимо от срока прорастания. Всходы этих растений появляются в конце лета или осенью, формируют розетку листьев (злаковые кустятся), зимуют в этой фазе, а цветут и плодоносят на следующий год. К озимым сорнякам относят: костер ржаной, костер полевой, метлицу обыкновенную. Они засоряют озимую рожь и пшеницу

Двулетние сорняки – это растения, для развития которых требуется два полных вегетационных периода. В первый год жизни они формируют розетку листьев, корневую систему и накапливают в них пластические вещества; во второй, используя накопленные вещества, создают генеративные органы, цветут и плодоносят. К двулетним сорнякам относятся донники белый и лекарственный, липучка ежевидная, белена черная, чертополох курчавый и др.

К многолетним относятся наиболее злостные трудноискоренимые виды сорняков, размножающиеся семенами и вегетативными органами, с продолжительностью жизни более двух лет и неоднократно плодоносящие в течение жизненного цикла.

Мочковатокорневые сорняки имеют чаще всего укороченный главный корень, сильно развитые боковые придаточные корешки и ограниченную способность к вегетативному размножению; размно-

жаются в основном семенами. К ним относятся лютик едкий и подорожник большой. Засоряют луга, пастбища, многолетние травы и полевые культуры, особенно на переувлажненных, переуплотненных почвах. Лютик едкий – ядовитый сорняк, особенно во время цветения.

Стержнекорневые сорняки характеризуются стержневым, глубоко идущим главным корнем, проникающим на глубину 1,5-2 м, от которого отходит много боковых корешков. Размножаются семенами и вегетативно, при подрезании новые побеги образуются из спящих почек у корневой шейки. Отрезки корней также способны приживаться. В эту группу входят одуванчик лекарственный, полынь горькая, цикорий обыкновенный и др. Засоряют луга, пастбища, посевы зерновых культур и многолетних трав.

Ползучие сорняки размножаются преимущественно усами, ползучими укореняющимися побегами (лютик ползучий, лапчатка гусиная, будра плющевидная и др.). Распространены повсеместно, растут на влажных лугах, в посевах многолетних трав, на обочинах дорог.

Клубневые и луковичные сорняки размножаются клубнями или луковицами (чистец болотный, лук круглый). Засоряют полевые культуры на осушенных землях, влажные луга и пастбища, многолетние травы. Лук круглый при поедании коровами придает молоку горький привкус.

Корневищные сорняки – многолетние растения, размножающиеся преимущественно подземными стеблями (корневищами). Корневища имеют узлы, в которых закладываются почки. Узлы с жизнеспособными почками укореняются и образуют новые проростки. В корневищах накапливается много питательных веществ, которыми снабжаются молодые растения. Большая жизнеспособность корневищ и быстрое вегетативное размножение затрудняют борьбу с этими сорняками. К корневищным сорнякам относятся пырей ползучий, хвощ полевой, гумай, вострец ветвистый, свинорой пальчатый, мать-и-мачеха и др. Обладают высокой адаптивностью, трудноискоренимы в посевах полевых культур.

Корнеотпрысковые сорняки – многолетние растения, размножающиеся преимущественно корнями и в меньшей степени семенами. Из почек, заложенных на главном и боковых корнях, в течение вегетационного периода образуется новая поросль, способная давать отпрыски. Вокруг одного куста появляются все новые растения, которые подавляют культуры и образуют на поле сплошные очаги. Глубокое проникновение корней в почву (на 1,5 м и более) позволяет сорнякам хорошо переносить засуху, засоление и уплотнение почвы.

Корнеотпрысковые сорняки засоряют посевы всех культур. Наибольший вред наносят такие злостные сорняки, как осот полевой, бодяк полевой, сурепка обыкновенная, молочай прутьевидный, вьюнок полевой, а также карантинный сорняк горчак ползучий. Растения горчача животные не поедают, а в сене они ядовиты.

Источниками засорения полей являются засоренный посевной материал и сорняки, растущие на межах, обочинах дорог и оросительных каналах, вблизи лесополос. Семена сорняков попадают в почву с навозом, поливной водой, разносятся ветром, дождевыми и талыми водами. Многие семена имеют летучки и крылышки, помогающие им распространяться с помощью ветра на большие расстояния (осот полевой, бодяк полевой). Некоторые семена, имея прицепки, шипики, цепляются за шерсть животных, одежду человека и таким образом перемещаются по полям.

Паразитные сорняки. К ним относят растения, не обладающие способностью к фотосинтезу и питающиеся за счет растения-хозяина. Растения, прикрепляющиеся присосками к стеблям, называют стеблевыми паразитами, к корню — корневыми. К стеблевым относят все виды повилик: клеверную, льняную, европейскую. Повилики не имеют корней, зеленых листьев, они потребляют готовые пластические вещества. Семена мелкие, прорастают с глубины 4-6 см, проростки обвивают стебли растений, присасываясь к ним присосками. Размножаются семенами, всхожесть которых сохраняется в почве до 4-5 лет. Повилики поражают клевер, люцерну, лен, вику, бобовые травы на сенокосах и пастбищах. Все виды повилик — карантинные сорняки.

Меры борьбы: очистка семенного материала, предварительно смешанного с магнитным порошком, на электромагнитной установке и сортировках. В очагах засорения клевер и люцерну скашивают, подсушивают и сжигают, затем участки опрыскивают гербицидами.

Из корневых паразитных сорняков наиболее широко распространены заразики: подсолнечная, желтая ветвистая, египетская, капустная. Эти однолетние травянистые растения имеют утолщенный у основания стебель, покрытый чешуйками. Семена мелкие, лучше прорастают и присасываются к корням на глубине 4-10 см, сохраняют всхожесть до 8-10 лет. Растение заразики образует до 100 тыс. мелких семян. Заразики паразитируют на корнях подсолнечника, капусты, конопли и других культур.

Меры борьбы: соблюдение севооборота, посев заразикустойчивых сортов, известкование кислых почв, биологический метод уничтожения.

Полупаразитные сорняки. Это растения, не утратившие способности к фотосинтезу, но способные питаться за счет растения-хозяина. К ним относят погребок большой и др. Они засоряют луга, посевы озимой ржи, тимофеевки. В течение 4-6 недель развиваются как обычные зеленые растения, потом присасываются к корням растения-хозяина и ведут паразитический образ жизни. Семена сохраняют всхожесть 1 год.

Меры борьбы: очистка семян, использование для посева семян прошлого года, соблюдение севооборота, применение гербицидов.

Ядовитые растения. К ядовитым относят сорняки, содержащие ядовитые вещества и вызывающие отравление животных и человека. По степени токсичности и влиянию на животных их подразделяют на три группы.

1. Растения, вызывающие поражение и угнетение центральной нервной системы.

Звездчатка злаковидная (лесная) распространена в лесной и лесостепной зонах. Ядовито все растение в зеленом и сухом виде, особенно для лошадей. Токсичные вещества содержатся в семенах.

Белена черная – двулетнее растение, распространено повсеместно. Ядовито все растение и особенно семена. Содержит алкалоиды гиосциамин, скополамин и гликозид гиосципикрин. При высушивании и запаривании растения токсичность сохраняется. Злостный засоритель мака.

Хвощ болотный – многолетнее растение с мелкими листьями, мутовчато-расположенными в узлах стебля, растет на влажных лугах, болотах. Имеет подземные корневища, от которых появляются спороносные побеги. Содержит алкалоид эквизин, а также сапонины и много кремниевой кислоты. Длительное скармливание сена с примесью хвоща и осоки вызывает паралич дыхательных органов, особенно у лошадей.

Болиголов пятнистый – двулетнее растение с рассеченными на доли листьями, мелкими цветками, собранными в сложный зонтик. Произрастает в лесной и лесостепной зонах, в горных районах. Ядовито все растение. Содержит алкалоиды конин, конгидрин, метилконин. При высушивании ядовитые вещества не исчезают.

2. Растения, вызывающие поражение центральной нервной системы, сердца, пищеварительного тракта и почек.

Лютики ядовитый и едкий – многолетние растения с простыми листьями и желтыми цветками. Растут на влажных лугах, берегах водоемов, болотах. Засоряют посевы многолетних трав. Содержат ядовитое вещество гликозид протоанемонин с резким запахом и жгучим вкусом. При высушивании токсичность уменьшается.

Пижма обыкновенная – многолетнее растение со стержневым корнем и желтыми цветками, распространено повсеместно. Содержит эфирное масло, которое придает молоку горький вкус и запах камфоры. Ядовито все растение.

Калужница болотная – многолетнее растение, растет на заболоченных лугах, болотах. Ядовито растение во время цветения и плодоношения. Содержит алкалоид протоанемонин. При высушивании растения токсичность не снижается.

3. Растения, вызывающие поражение желудочно-кишечного тракта.

Молочай кипарисовый – многолетний корнеотпрысковый сорняк, растет на сухих местах. Распространен повсеместно. Содержит ядовитое вещество ейфорбин. Отравление животных происходит на пастбищах, засоренных молочаем. При высушивании ядовитость теряется.

Ландыш майский – многолетнее растение с ползучим корневищем и длинночерешковыми листьями. Растет в лиственных лесах лесной зоны. Растение ядовито даже при высушивании. Содержит глюкозиды конвалламорин, конвалтоксин и др.

3.2. Меры борьбы с сорняками

Система мероприятий по борьбе с сорняками включает предупредительные (профилактические) и истребительные меры. Последние подразделяются на механические, химические и биологические.

Предупредительные меры направлены на предотвращение заноса семян сорняков на поле:

1. Внешний и внутренний карантин растений. Противосорняковый карантин – это система государственных мероприятий, направленных на защиту растительных богатств страны от завоза карантинных сорняков из других стран (внешний карантин) и предотвращение распространения злостных сорняков в пределах страны (внутренний карантин). В случае проникновения проводится локализация и ликвидация очагов засорения.

На территории России карантинными сорняками считаются все виды повилики, горчак ползучий, амброзия полыннолистная, паслен клювовидный, ценхрус малоцветковый и др.

2. Тщательная очистка посевного материала от семян сорняков. По государственному стандарту семена I категории пшеницы, ржи, кормового гороха, ячменя и других зерновых культур не должны содержать более 5 семян сорняков в 1 кг.

3. *Очистка тары, транспортных средств, бункеров сеялок, комбайнов* при работе с различными культурами, *очистка поливных вод* от семян сорняков путем устройства отстойников и установки заградительных сеток.

4. *Предупреждение заноса семян с навозом.* Для этого навоз перед внесением компостируют в буртах в течение 1,5-2 мес. При самосогревании навоза до температуры 60-70°C многие семена сорняков теряют всхожесть. Зерноотходы с токов, содержащие большое количество семян сорняков, необходимо скормливать животным только в размолотом или запаренном виде.

5. *Скашивание сорняков до образования семян* (на обочинах дорог, оросительных каналах, на пастбищах, после стравливания, около полевых насаждений) устраняет возможность переноса их на поля. Полосы отчуждения обрабатывают гербицидами сплошного действия.

6. *Своевременная уборка урожая и оборудование зерноуборочных комбайнов уловителями семян сорняков* позволяют предупредить засорение полей. При запаздывании с уборкой многие семена сорняков успевают созреть и осыпаться. Засоренные участки скашивают на низком срезе для лучшего подрезания сорняков.

Механические меры направлены на уничтожение запаса семян, вегетативных органов размножения в почве и вегетирующих сорняков в посевах сельскохозяйственных культур с помощью различных почвообрабатывающих машин и орудий. Семена в почве уничтожают провокацией на прорастание и глубокой их заделкой.

Метод провокации состоит в том, что осенью после уборки культуры или весной до посева создают благоприятные условия для прорастания семян сорняков и вегетативных органов размножения. Для этого проводят лущение жнивья, плоскорезную обработку, культивацию. Заделанные в почву семена прорастают, появившиеся всходы сорняков уничтожают различными приемами механической обработки. Метод провокации снижает засоренность малолетними сорняками на 50%, а многолетними – на 60%.

Корневища пырея уничтожают способом удушения, предложенным академиком В.Р. Вильямсом. Он включает в себя дискование поля дисковыми орудиями в двух направлениях на глубину залегания корневищ для их измельчения. Корневища прорастают, а появившиеся всходы (шильца) пырея глубоко запахивают плугом с предплужником. Ослабленные отрастанием проростки при глубокой заделке в почву погибают. Корневища сорняков уничтожают вычесыванием используя пружинные культиваторы и специальные орудия, а также высушиванием и вымораживанием.

В борьбе с корнеотпрысковыми сорняками применяют систематическое послыйное подрезание корневой системы появляющихся сорняков на разную глубину (метод истощения). Этот прием проводят в парах, при уходе за пропашными культурами. В системе зяблевой обработки почву лущат дисковыми орудиями на 8-10 и 10-12 см по мере прорастания сорняков; последующую обработку проводят лемешными лущильниками на 12-14 см. При новом появлении сорняков применяют глубокую вспашку плугами с предплужниками. По мере появления проростков их уничтожают культиваторами.

Всходы сорняков в посевах сельскохозяйственных культур уничтожают довсходовым и после всходов боронованием, а на пропашных культурах – междурядными обработками (культивациями, окучиванием). Поля, сильно засоренные многолетними сорняками, оставляют под чистые пары. Приемы поверхностной обработки (культивация, дискование, мелкая плоскорезная обработка) парового поля помогают избавиться от сорняков.

Биологические меры. Они включают в себя подавление сорняков и их уничтожение за счет повышения конкурентной способности культурных растений, а также с помощью специализированных насекомых, грибов и бактерий и других организмов.

Создание благоприятных условий для роста и развития культурных растений и повышение их конкурентной способности в агрофитоценозах достигаются соблюдением севооборотов, применением расчетных доз удобрений, оптимальных сроков и способов посева культур, повышением (на 10-15%) нормы высева на засоренных участках, известкованием кислых и гипсованием засоленных почв.

Важная роль в борьбе с сорняками принадлежит промежуточным посевам, которые могут снижать засоренность последующих культур на 30-40%.

Использование возбудителей болезней, насекомых, нематод, способных угнетать или полностью уничтожать сорняки, не должно отрицательно влиять на культурные растения. В борьбе с заразихой применяют мушку фитомизу, которая откладывает яйца в цветки. Вышедшие личинки повреждают до 90% растений заразихи и ее семена. Для борьбы с повиликой на посевах сахарной свеклы, люцерны, кенафа используют гриб альтернарию. Готовят водную суспензию со спорами гриба, которой опрыскивают очаги повилики. Попадая на стебли повилики, споры прорастают и в течение 5-10 дней губят сорняк.

Против крестоцветных сорняков можно использовать рапсового пилильщика, против горчака – горчаковую нематоду. Биологический метод особенно эффективен на лугах, пастбищах, где применение других методов борьбы ограничено.

Химические меры базируются на применении химических веществ. Химические вещества, применяемые для уничтожения сорняков, называют *гербицидами*. Их название произошло от латинских слов *herba* – «трава» и *ciede* – «убивать».

Применение гербицидов для очищения посевов от сорняков позволяет культурным растениям полнее использовать питательные вещества, влагу, свет, а следовательно, повышает урожайность.

Химические методы борьбы дают возможность сократить затраты труда на уход за посевами, повысить производительность труда, особенно при внедрении интенсивных технологий возделывания культур.

Гербициды бывают сплошного и избирательного действия. Первые уничтожают всю растительность (культурную и сорную). Применяют их на полях, где нет культурных растений (после уборки урожая, в чистых парах, на оросительных каналах). Гербициды избирательного действия (селективные) поражают одни виды растений и не повреждают другие. Избирательность гербицидов основана на делении травянистой растительности на два класса: однодольные и двудольные.

В зависимости от характера поражения растений гербициды подразделяют на *системные* (внутреннего действия) и *контактные*.

Системные гербициды проникают в растение через листья, корни, стебли, передвигаются по сосудисто-проводящей системе и воздействуют на весь растительный организм. Почвенные гербициды всасываются корневыми волосками и с транспирационным током передвигаются в наземные органы растений. При наземном опрыскивании сорняков листовые гербициды проникают в растение через листья и перемещаются в корневые системы. Системные гербициды в токсических дозах накапливаются в листьях, зонах активного роста, в меристематических тканях, вызывая глубокие нарушения физиологических процессов, приводящие к гибели сорняков. Происходит разрушение хлорофилла, подавляется фотосинтез, нарушается углеводный и азотный обмен. В результате стебли деформируются, растрескиваются, листья скручиваются, растения приостанавливаются в росте и через 2-3 недели погибают. Системные гербициды применяют для уничтожения малолетних и многолетних сорняков.

Контактные гербициды поражают листья и стебли растений в местах непосредственного соприкосновения с ними. Они не повреждают корневую систему, поэтому после опрыскивания многолетние сорняки снова отрастают.

Применение гербицидов. Гербициды применяют в виде водных растворов, суспензий, эмульсий и гранулированных препаратов.

Наиболее распространенный способ внесения – опрыскивание посевов и почвы. Гранулированные препараты можно вносить в почву одновременно с минеральными удобрениями.

На посевах полевых культур гербициды применяют в следующие сроки: 1) до посева или одновременно с посевом; 2) до всходов культурных растений; 3) по вегетирующим культурным растениям и сорнякам в разные фазы их развития.

На посевах зерновых культур гербициды применяют весной в фазе кущения. Картофель, сахарная свекла, подсолнечник, весьма чувствительны к гербицидам, поэтому химическую борьбу с сорняками на них проводят, как правило, до всходов или до посева.

Сроки химической прополки на лугах и пастбищах зависят от свойств гербицидов, состава травостоя и фазы роста растений. Чаще всего гербициды вносят в ранние фазы вегетации, весной или в начале отрастания, после скашивания и стравливания трав. На сенокосах их применяют за 3-4 недели до скашивания, чтобы не было остатков гербицидов в корме.

Организация работы и меры безопасности при использовании гербицидов. Химическую прополку проводят утром с восходом солнца (до 10 ч) и вечером (после 18 ч). Температура воздуха в пределах 16-22°C и солнечная погода в течение 2-3 дней способствуют гибели сорняков и повышают эффективность гербицидов.

Население о химической обработке оповещают заранее, чтобы изолировать пчел, предупредить пастьбу скота и работу людей на обрабатываемых площадях,

Лица, работающие с гербицидами, обязаны пройти медицинский осмотр, инструктаж, иметь специальную одежду (комбинезон, резиновые сапоги, перчатки, очки и др.). К работе с гербицидами не допускаются подростки до 18 лет, беременные женщины, кормящие матери. Продолжительность рабочего дня – не более 6 часов.

Работающие с ядохимикатами должны уметь оказать первую помощь пострадавшим, пользоваться индивидуальными средствами защиты, иметь укомплектованную аптечку. Во время работы не разрешается снимать спецодежду, принимать пищу, пить, курить.

Препараты хранят в исправной таре с этикеткой и инструкцией по применению в специальных складах, удаленных от жилых домов, ферм и оборудованных надежными запорами и противопожарными средствами.

Гербициды перевозят в хорошо упакованной таре и на специально оборудованном транспорте. Рабочие растворы готовят на огражденных площадках, удаленных от источников воды, ферм и жилых помещений. Перед работой проверяют исправность шлангов, опры-

скивателей, герметичность кабины трактора. После работы емкости машин промывают 5%-ным теплым раствором каустической соды, а спецодежду дезинфицируют. Оставшиеся из-под химикатов бумажные мешки и другую тару сжигают, а золу закапывают. Нельзя оставлять в поле без охраны гербициды, растворы и тару. Запрещается обрабатывать поля в период цветения культурных и сорных растений, пасти скот, косить траву на обработанных участках в течение 40-45 суток после обработки.

Контрольные вопросы

1. Какой вред наносят сорняки сельскому хозяйству?
2. Назовите биологические особенности ранних и поздних яровых сорняков.
3. Дайте характеристику паразитным и полупаразитным сорнякам.
4. Каковы сходства и различия между зимующими и озимыми сорняками?
5. Каковы биологические особенности корнеотпрысковых, корневишных сорняков?
6. Раскройте понятие агрофитоценоза.
7. Какие меры борьбы применяют с корнеотпрысковыми, корневишными сорняками?
8. Назовите условия эффективного применения почвенных и повсходовых гербицидов.
9. Признаки, положенные в основу классификации гербицидов. Классификация гербицидов.
10. Меры безопасности при работе с гербицидами.

ГЛАВА 4. СЕВООБОРОТЫ И ИХ АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Земледельцы издавна замечали, что при бессменном возделывании культур на одном и том же поле урожаи постепенно снижаются. Причины снижения урожайности – повышение засоренности полей, поражение культурных растений болезнями и вредителями. Чтобы избежать этого, стали чередовать разные по биологическим особенностям культуры по полям. Для накопления влаги, борьбы с сорняками и болезнями отдельные поля отводили под чистый пар. Так появился севооборот.

Севооборот – научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистых паров во времени (по годам) и в пространстве (по полям) или только во времени.

4.1. Научные основы чередования сельскохозяйственных культур в севообороте

Накопленные предшественниками и автором научные данные о плодосмене позволили Д.Н. Прянишникову обосновать теорию севооборота, выделить причины, вызывающие необходимость чередования культур.

Причины *биологического порядка* – увеличение засоренности посевов, сильное поражение болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур при повторном и бессменном их возделывании. Сельскохозяйственную культуру, возделываемую на одном и том же поле два года подряд, называют *повторной*. Так, при повторном возделывании озимая пшеница в Нечерноземной зоне поражается корневыми гнилями и ржавчиной, клевер – фузариозом, картофель – фитофторой, паршой. При выращивании на одном и том же поле сахарная свекла повреждается нематодой, бобовые – клубеньковым долгоносиком. Проявляется неблагоприятное действие выделений растений (колинов, фитонцидов), продуктов обмена микроорганизмов почвы, развивающихся в ризосфере культурных растений и подавляющих жизнедеятельность растений и полезных микроорганизмов. Отрицательное действие этих факторов – основная причина почвоутомления, вызывающего снижение урожая при бессменном возделывании культур. Источником инфекции могут быть семена, растительные остатки, почва. Севооборот же предусматривает возвращение сильно поражаемых культур на прежнее поле через определенный промежуток времени и тем самым предупреждает распространение болезней и вредителей.

Культура, возделываемая на одном и том же поле длительное время, называется *бессменной*. При бессменном возделывании сорняки приспособляются к определенным культурам и засоряют их: костер ржаной – озимую рожь, повилка – клевер, люцерну, овсюг – яровую пшеницу. Чередование пропашных с культурами сплошного посева и чистым паром способствует очищению полей от сорняков. Отдельные группы культур с высокой конкурентной способностью (многолетние травы, озимые) хорошо угнетают сорняки.

В условиях интенсивного земледелия (орошение, применение удобрений в высоких дозах и т.д.) биологические причины чередования культур являются главными. В дальнейшем фитосанитарная роль севооборота будет возрастать.

По отношению к бессменным, повторным посевам и севообороту с.-х. культуры делятся на три группы:

1 группа. Не выдерживают повторных посевов, и тем более бессменных: сахарная свекла, подсолнечник, лен, горох, вика, бобы, клевер.

2 группа. Культуры, которые можно возделывать повторно, без заметного снижения урожайности: пшеница озимая и яровая, рожь озимая, ячмень, овес, просо, гречиха.

3 группа. Слабо реагируют на севооборот и могут возделываться бессменно: кукуруза, конопля, рис, табак, хлопчатник, картофель.

Причины *физического порядка* заключаются в том, что сельскохозяйственные культуры (и технологии их возделывания) по-разному влияют на физические свойства и увлажненность почвы. Многолетние травы, пропашные культуры улучшают агрофизические показатели плодородия (строение пахотного слоя, структуру почвы). Это свойство присуще и однолетним растениям, но в меньшей степени.

Многолетние травы оставляют в почве 40-50% корневых и стерневых остатков, а зерновые – 15-30% от общей массы. Это органическое вещество служит исходным материалом для образования гумусовых веществ и положительно влияет на структуру почвы и ее водопрочность. Благоприятное действие на физические свойства почвы пропашных культур обуславливается внесением под них органических удобрений в высоких дозах, более интенсивной механической обработкой.

Введение в специальные почвозащитные севообороты непропашных культур с мощной корневой системой (многолетние травы, озимые), а также промежуточных культур предохраняет почву от эрозии.

В зоне недостаточного увлажнения (степные районы Поволжья, Северного Кавказа) подсолнечник, кукуруза, люцерна сильно иссу-

шают почву. Недостаток воды ведет к гибели всходов озимых культур, посеянных по этим предшественникам. Для улучшения влагообеспеченности растений, физического состояния почвы и ее плодородия необходимо чередовать многолетние травы с посевами зерновых, пропашных и других культур, а в засушливых районах и с чистыми парами.

Причины *химического порядка* основаны на различиях в потреблении и выносе растениями из почвы питательных веществ. Так, картофель, сахарная свекла, кукуруза и другие пропашные культуры потребляют в 2-3 раза больше питательных веществ (особенно калия), чем зерновые культуры.

Бессменное возделывание приводит к одностороннему истощению почвы и ухудшению питательного режима. Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями бобовые растения обогащают почву азотом. Чередую посевы бобовых (клевера, люцерны, гороха) с посевами зерновых и пропашных, можно существенно улучшить баланс органического вещества и меньше расходовать азотных удобрений.

Некоторые культуры (люпин, гречиха, озимая рожь) способны усваивать фосфор из труднодоступных соединений и оставлять его в легкодоступной форме для последующих растений. Смена культур с различной глубиной проникновения корневых систем позволяет полнее использовать питательные вещества из глуболежащих слоев почвы.

Причины *экономического порядка*. В условиях многоукладности экономики агропромышленного комплекса севооборот должен обеспечить рациональное использование пашни и кормовых угодий, сельскохозяйственной техники и рабочей силы, наибольший выход продукции и кормов с каждого гектара, повышение плодородия почв и устойчивый рост урожайности.

Правильный севооборот облегчает борьбу с сорняками, болезнями и вредителями, способствует пополнению и лучшему использованию питательных веществ, влаги, обеспечивает надежную защиту почвы от водной и ветровой эрозии. Возделывание в севообороте культур с разной длиной вегетационного периода и различной технологией позволяет ослабить напряженность работ во время посева и уборки, равномернее использовать сельскохозяйственную технику и рабочую силу, выполнять полевые работы в лучшие сроки и при высоком качестве.

Укрупнение полей и насыщение специализированных севооборотов ведущими культурами создают условия для высокопроизводительного использования широкозахватной техники. В этом заклю-

чаются экономические преимущества севооборота по сравнению с бессменными посевами.

4.2. Биологические группы основных сельскохозяйственных культур и их агротехническая роль как предшественников

Полевые культуры, близкие по биологическим особенностям или применяемой технологии возделывания и уборки, можно объединить в родственные группы, различающиеся по действию на плодородие почв и урожайность последующих культур:

1. *Озимые зерновые* (пшеница, рожь, тритикале, ячмень). Это такие культуры, которые для прохождения стадии яровизации в начальный период развития требуют невысоких температур от +1 до +10°C в течение 20-50 дней, поэтому их высеивают осенью, за 50-60 дней до наступления устойчивых морозов, а урожай получают в следующем году.

2. *Яровые зерновые* (пшеница, ячмень, гречиха, просо). Для прохождения стадии яровизации требуют более высоких температур: от +5 до +10°C в течение 7-20 дней, поэтому их высеивают весной и урожай собирают в том же году.

Яровые культуры в нашей стране занимают первое место в валовом сборе зерна и примерно 40% посевной площади.

3. *Зерновые бобовые* (горох, вика, бобы, люпин, соя). Эти культуры обладают способностью фиксировать азот атмосферы за счет клубеньковых бактерий. Являются хорошими предшественниками для большинства с.-х. культур.

4. *Многолетние травы*. Группа многолетних злаковых и бобовых трав, имеющих большое кормовое и агротехническое значение. Все кормовые травы подразделяются на 4 хозяйственно-ботанические группы: (злаковые: тимофеевка, овсяница, райграс; бобовые: клевер, люцерна, донник; смеси бобовых и злаковых, разнотравье).

5. *Пропашные* (картофель, кукуруза, подсолнечник, корнеплоды). Культуры, возделываемые с междурядьем более 45 см и требующие междурядных обработок в послепосевной период для поддержания оптимальных параметров сложения корнеобитаемого слоя.

6. *Технические культуры*. Растения, возделываемые на сырье для промышленности: масличные, сахароносные и крахмалоносные (корне- и клубнеплоды), прядильные, лекарственные и красильные культуры.

7. *Однолетние травы*. Однолетние бобовые и однолетние мятликовые (злаковые) травы, которые имеют короткий вегетационный период. Являются хорошим предшественником озимых культур в зо-

нах достаточного увлажнения. К однолетним бобовым травам относятся: вика яровая (посевная), вика мохнатая (озимая), пелюшка, сераделла, клевер пунцовый, шабдер, или персидский клевер, клевер александрийский. К однолетним мятликовым относятся суданская трава, могар, плевел однолетний.

Предшественник – с.-х. культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году. В ряде случаев могут занимать поле и в текущем году, например, предшественник поукосной или пожнивной культуры. На рисунке 8 представлена классификация паров по типам и видам.

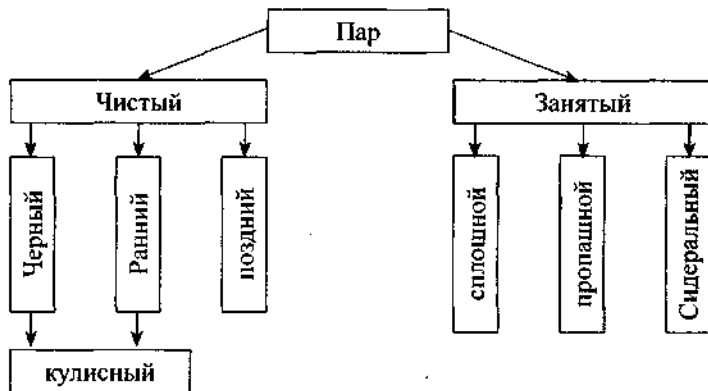


Рис. 8. Классификация паров

Предшественники озимых зерновых. К предшественникам озимых культур относятся чистые, занятые пары, многолетние травы, зернобобовые и другие культуры с ранними сроками уборки.

Чистый пар – поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур и обрабатываемое в течение вегетационного периода. Основные задачи чистых паров: 1) накопление и сохранение в почве влаги, особенно в зоне недостаточного увлажнения; 2) очищения полей от сорняков, болезней и вредителей; 3) обогащение почвы доступными для растений питательными веществами за счет усиления микробиологической деятельности почвенной биоты, внесение обоснованных доз органических и минеральных удобрений и мелиорантов, почвозащитной и мульчирующей системы обработки.

Поле чистого пара, обработка которого начинается летом или осенью предшествующего парованию года, называется *черным*, а если обработку пара начинают весной следующего года после уборанного осенью предшественника – *ранним*.

В районах, подверженных ветровой эрозии, на чистых парах проводят летний посев растений узкими полосами (кулисами). Такие пары называют **кулисными**. Кулисы задерживают снег и защищают почву и растения от ветровой эрозии. Ширина кулис – 0,8-1 м, расстояние между ними кратно ширине захвата почвообрабатывающих орудий. Кулисы размещают перпендикулярно направлению господствующих в зимнее время ветров. Для создания кулис высевают кукурузу, подсолнечник, горчицу и др. В степных районах недостаточного увлажнения по чистым и кулисным парам допускается повторное размещение пшеницы. В районах достаточного увлажнения и при орошении чистые пары экономически невыгодны, так как они не дают продукции. Там в качестве предшественников озимых используют *занятые пары*.

Занятые пары – земли, занятые растениями, рано освобождающими поле для обработки почвы и создающими благоприятные условия для возделывания последующих озимых культур. Занятые пары подразделяют на **пропашные**, в которых возделывают картофель ранний, силосные, кукурузу на силос или зеленый корм, и **непропашные, или сплошные**, в которых возделывают зерновые бобовые (горох, вика, эспарцет), однолетние травы и другие культуры сплошного сева.

На почвах легкого гранулометрического состава вводят **сидеральные пары**, в которых выращивают в основном бобовые растения (люпин узколистный и многолетний, донник) для заделки их в почву в качестве зеленого удобрения.

В степных районах европейской части России после уборки большинства культур остается 2-3 месяца теплого времени, в течение которого проводят многократную обработку почвы по аналогии с той, которую применяют в паровых полях. Такое поле называют **полупаром**, а обработку почвы в нем полупаровой.

Многолетние травы (злаковые, бобовые и их смеси) больше других растений обогащают почву органическим веществом, положительно влияют на ее агрофизические свойства и снижают уровень потенциальной засоренности, как за счет высокой конкурентной способности, так и за счет применяемой технологии возделывания и уборки (уничтожение всходов сорняков при ранневесеннем и поукосном бороновании, скашивание растений с невызревшими семенами). Бобовые культуры увеличивают в почве содержание азота за счет фиксации его из атмосферы клубеньковыми бактериями.

Предшественники яровых зерновых культур. Хорошая влагообеспеченность и отсутствие засоренности полей – основные условия получения высоких урожаев яровой пшеницы. В районах

Поволжья, Западной Сибири ее размещают по чистым и кулисным парам и возделывают 2-3 года подряд (кулисный пар-яровая пшеница-яровая пшеница-зерновые бобовые-яровые зерновые).

Ранние яровые зерновые культуры (ячмень, овес) размещают в севообороте после пропашных, многолетних трав, озимых культур и яровой пшеницы. Поздние яровые зерновые культуры (просо, гречиха) чувствительны к засоренности полей, их лучше размещать после пропашных и озимых культур, которые хорошо подавляют сорняки. Лучшими предшественниками льна являются пласт и оборот пласта многолетних трав, особенно клевера, а также озимая рожь, пропашные и зернобобовые. Возвращать лен на прежнее поле следует не раньше, чем через 5-6 лет.

Предшественники кормовых и пропашных культур. В районах достаточного увлажнения многолетние бобовые травы и их смеси со злаковыми компонентами служат лучшими предшественниками для многих культур.

По пласту многолетних трав размещают кормовую капусту, озимые, картофель, силосные. Кормовые корнеплоды из-за сильной засоренности лучше выращивать после картофеля, силосных или озимых культур.

Из-за сильного поражения вредителями и болезнями и повышенной чувствительности к почвоутомлению не выносят повторного размещения кормовая капуста, озимый рапс, корнеплоды и бобовые культуры. При сильном развитии патогенных грибов и бактерий-ингибиторов чувствительны к повторному размещению горох, вика и другие зерновые бобовые. Периодичность возврата этих культур на прежнее поле составляет 3-4 года.

Пропашные культуры требовательны к плодородию почвы и предшественникам. Так, сахарную свеклу размещают после озимой пшеницы, идущей по чистому пару, и возвращают на прежнее поле через 3-4 года. Лучший предшественник картофеля – пласт клевера, озимые и зерновые бобовые.

В специализированных севооборотах на высоком агрофоне допускается повторное возделывание товарного картофеля (2-3 года) и кукурузы на силос (4-6 лет).

Предшественники хлопчатника, риса. Это люцерна и однолетние кормовые культуры (кукуруза, сорго, суданская трава). Большую часть посевов хлопчатника и риса размещают повторно: хлопчатник – в течение 3-6 лет, рис – 3-4 лет.

Многолетние бобовые травы и их смеси подсевают рано весной в междурядья культур, называемых **покровными**. Лучшими покровными культурами являются ранние яровые (ячмень, овес, пше-

ница). При невысоких урожаях зерновых многолетние травы можно подсеивать и под озимые. Однако в условиях интенсивного земледелия при урожаях зерновых 3-4 т/га урожайность многолетних трав резко снижается.

В кормовых и овощекормовых севооборотах Нечерноземной зоны при отсутствии яровых зерновых многолетние травы подсеивают под однолетние травы, рано убираемые на зеленый корм.

Люцерну, эспарцет можно высевать и без покровных культур. В условиях интенсивного земледелия многолетние бобовые травы используют в течение 1-2 лет (кроме люцерны, возделываемой на выводных полях при поливе до 5-6 лет). При увеличении в высеваемых травосмесях доли злаковых компонентов сроки пользования возрастают до 3-4 лет.

Выводным полем называют поле севооборота, временно выведенное из общего чередования и занятое несколько лет одной культурой.

Значение промежуточных культур в севооборотах. Важным резервом дополнительного получения продукции и кормов с каждого гектара пашни служат *промежуточные посевы*. Культуры, которые выращивают в промежутке времени, свободном от возделывания основных культур севооборота, называют *промежуточными*. Они обладают высокими кормовыми достоинствами; их используют на зеленый корм скоту, для приготовления сенажа, силоса и травяной муки. Включением промежуточных культур в зеленый конвейер для животноводческих комплексов можно обеспечить скот зеленым кормом ранней весной и поздней осенью. При этом продуктивность гектара, орошаемых земель может быть повышена до 20-25 тыс. корм. ед.

Промежуточные культуры подразделяют на **озимые** (озимая вика, озимая рожь, пшеница, озимый рапс, многолетний люпин) и **яровые**. В зависимости от сроков посева и возделывания яровые промежуточные культуры подразделяют на три группы: 1) **подсевные** (вика, горох, сераделла, однолетние травы), высеваемые под покров зерновых культур и убираемые осенью того же года; 2) **поукосные**, возделываемые на полях, рано освобождающихся от растений, убранных на зеленый корм, силос или сено (викоовсяные, горохоовсяные смеси, горчица белая и др.); 3) **пожнивные**, возделываемые и убираемые после уборки основной культуры в том же году (горчица, рапс, сорго, кукуруза и подсолнечник на силос).

В Нечерноземной зоне после ранубираемых культур (гороха, озимых, ячменя) на зеленый корм и удобрение возделывают рапс, горчицу, вико- и горохоовсяные смеси. При поукосных посевах высокие урожаи обеспечивают брюква, кормовая капуста.

В таблице 7 приводятся основные предшественники с.-х. культур. Для более интенсивного использования пашни в кормовых севооборотах широко применяют посев промежуточных культур. Например, озимую рожь высевают осенью после рано убираемых культур (силосных, гороха, однолетних трав) и скашивают на зеленый корм весной следующего года до посева поздно высеваемых культур (кукуруза на силос, кормовая капуста, картофель поздний).

Таблица 7

Предшественники основных сельскохозяйственных культур

Культура	Предшественник
Озимые зерновые (рожь и пшеница)	Пары чистые (в засушливой зоне) и занятые (в зоне достаточного увлажнения), многолетние травы, зерновые бобовые.
Яровая пшеница	Озимые зерновые, зерновые бобовые, пропашные, многолетние травы, пары чистые (в засушливой зоне)
Ячмень, овес, гречиха	Пропашные, зерновые бобовые, озимые и яровые зерновые
Зерновые бобовые (горох, вика, чечевица, люпин)	Озимые, пропашные, яровые зерновые
Просо	Пропашные, зерновые бобовые, пласт многолетних трав, озимые по парам
Кукуруза	Озимые зерновые, зерновые бобовые, пропашные
Сахарная свекла	Озимые зерновые по чистым и занятым парам и многолетним травам, кукуруза, зерновые бобовые
Лен-долгунец, конопля	Многолетние травы, пропашные, озимые зерновые, зерновые бобовые
Подсолнечник	Озимая пшеница
Хлопчатник	Люцерна, озимые зерновые, хлопчатник
Картофель и кормовые корнеплоды	Озимые зерновые, зерновые бобовые, многолетние травы, кукуруза, картофель
Многолетние травы	Подсевают под яровые зерновые, викоовсяную смесь, озимые зерновые
Однолетние травы	Яровые зерновые, пропашные
Промежуточные культуры	Высевают после рано убираемых культур

На песчаных почвах многолетний люпин подсевают рано весной под озимую рожь. Его используют как сидерат, запахивая на следующий год до посева поздно высеваемых культур.

В орошаемом земледелии Поволжья и Северного Кавказа в качестве промежуточных культур наиболее распространены пожнивные посевы таких кормовых культур, как кукуруза, подсолнечник на силос, суданская трава, сорго, пажитник, горох, викоовсяные и другие смеси.

4.3. Классификация севооборотов

По производственному назначению, составу культур севообороты делят на три типа: *полевые, кормовые и специальные*. Типы севооборотов, в свою очередь, делятся на виды. В основу деления положено соотношение выращиваемых культур (по технологии возделывания и влиянию на плодородие почвы), а также по наличию в них паров. Выделяют следующие виды севооборотов: *зернопаровые, зернопропашные, зернопаропропашные, зернотравяные, плодосменные, травянопропашные, пропашные, травопольные, сидеральные* (рис. 9).



Рис. 9. Классификация севооборотов

Полевые севообороты предназначены для производства зерна, картофеля, возделывания технических культур, не требующих специальных условий выращивания и особых способов агротехники. Большую площадь в полевых севооборотах отводят под зерновые, картофель и технические культуры (сахарная свекла, подсолнечник, лен), небольшую часть занимают повышающие плодородие почвы кормовые культуры.

Зернотравяные севообороты распространены в Нечерноземной зоне на почвах с низким плодородием. В этих севооборотах большую часть пашни занимают зерновые, а плодородие почв поддерживается за счет возделывания многолетних и однолетних трав, напри-

мер: 1) викоовсяная смесь; 2) озимые; 3) ячмень с подсевом клевера; 4) клевер первого года пользования; 5) клевер второго года пользования; 6) озимые; 7) ячмень. В льноводческих хозяйствах в такие севообороты включают лен-долгунец, который размещают по многолетним травам.

К плодосменным относят такие севообороты, в которых чередуются культуры, резко отличающиеся по биологическим свойствам и технологиям возделывания, а зерновые культуры занимают не более половины площади пашни и сочетаются с пропашными и бобовыми культурами, например: 1) силосные; 2) озимая пшеница; 3) картофель; 4) ячмень с подсевом многолетних трав; 5) многолетние травы первого года пользования; 6) многолетние травы второго года пользования; 7) озимая пшеница.

Плодосменные севообороты характерны для пригородных хозяйств Нечерноземной зоны и орошаемого земледелия. В них повторные посевы зерновых не допускаются, а чистые пары отсутствуют.

Сидеральные севообороты применяют для повышения плодородия песчаных и супесчаных почв. В них одно-два поля заняты сидеральными культурами (люпин, донник, сераделла) на зеленое удобрение, например: 1) люпин на зеленое удобрение; 2) озимая рожь; 3) картофель; 4) овес. При возделывании кормового люпина на зеленую массу, скошенную на высоком срезе, используют на корм, а в почву запахивают растительные остатки.

Зернопаровые севообороты в зонах недостаточного увлажнения включают одно-два поля чистого (кулисного) пара и несколько полей зерновых культур, например: 1) кулисный пар; 2) яровая пшеница; 3) яровая пшеница; 4) ячмень. Эти севообороты распространены в засушливых степных зонах Сибири и Поволжья.

В *зернопаропропашных севооборотах* плодородие почвы поддерживается за счет чистого пара, посевов зернобобовых и пропашных, а посевы зерновых культур чередуются с чистыми парами и пропашными культурами и занимают 50-70% площади пашни, например: 1) пар чистый; 2) озимые; 3) сахарная свекла; 4) зерновые бобовые; 5) озимые; 6) яровые зерновые; 7) подсолнечник или зернофуражные. В зависимости от возделываемой пропашной культуры их называют *зернопаросвекловичными*, *зернопарокартофельными* и т.д. В зернопаропропашных севооборотах можно включать и многолетние травы с возделыванием их на выводном поле. Севообороты такого вида применяют в полусухих районах Северного Кавказа, Южного Урала, Поволжья.

Кормовые севообороты предназначены для производства сочных и грубых кормов. В них более 50% площади отводят под кормовые культуры. Они подразделяются на прифермские, которые служат для производства сочных, силосных и зеленых кормов, и сенокосно-пастбищные, предназначенные для производства сена и выпаса скота.

Прифермские севообороты подразделяют на ряд видов: *травяно-пропашные, пропашные, плодосменные и зернопропашные*. В травяно-пропашных севооборотах пропашные культуры занимают несколько полей, возделывание их чередуют с многолетними травами. Для хозяйств молочно-картофельной специализации характерен севооборот со следующим чередованием культур: 1) однолетние травы с подсевом многолетних; 2) многолетние травы первого года пользования; 3) многолетние травы второго года пользования; 4) картофель; 5) корнеплоды и силосные; 6) картофель.

В условиях орошения высокопродуктивны травяно-пропашные севообороты, состоящие из двух культур: люцерны и кукурузы. При снижении урожайности через 4-5 лет их меняют местами.

Севообороты, в которых пропашные культуры занимают более половины площади пашни, называют *пропашными*, например, трехпольный севооборот: 1) кукуруза на силос; 2) корнеплоды и картофель; 3) яровые зерновые. Пропашные севообороты располагают на плодородных землях вблизи животноводческих комплексов.

В *зернопропашных* севооборотах зерновые культуры чередуются с пропашными. В центральной и юго-восточной частях Степной зоны, где кукуруза имеет большой удельный вес в посевах кормовых, применяют такой севооборот: 1) горох на зерно; 2) озимая пшеница; 3) кормовые корнеплоды; 4) кукуруза на зерно; 5) занятый пар; 6) озимая пшеница; 7) кукуруза на зерно; 8) кукуруза на силос; 9) ячмень; 10) подсолнечник.

Травопольными называют такие севообороты, в которых более 50% пашни используется под многолетние травы, например: 1) однолетние травы с подсевом многолетних трав; 2-5) многолетние травы; 6) силосные; 7) ячмень. Эти севообороты размещают вблизи животноводческих комплексов по откорму крупного рогатого скота, а также на землях подверженных водной и ветровой эрозии.

Сенокосно-пастбищные севообороты служат для производства сена и пастбы скота. Они способствуют повышению продуктивности природных кормовых угодий, лугов и торфяных почв. Пример лугового севооборота: 1) однолетние травы с подсевом многолетних; 2-7) многолетние травы на сено; 8) силосные культуры.

Специальные севообороты служат для возделывания культур, требующих специфических условий (особо плодородных почв, инженерных оросительных систем, специальной агротехники). В этих севооборотах возделывают рис, коноплю, табак, овощные культуры, например: 1) яровые культуры на сено или зеленую массу с подсевом многолетних трав; 2) многолетние травы; 3-5) рис; 6) бобово-злаковые смеси; 7) рис.

Почвозащитные севообороты. Основной задачей почвозащитных севооборотов является уменьшение отрицательных последствий развития водной и ветровой эрозии. Они могут быть различными в зависимости от состава культур. Для предотвращения водной эрозии на крутых склонах в почвозащитный севооборот включают только культуры сплошного посева, например: 1) яровые зерновые с подсевом многолетних трав; 2-4) многолетние травы 1-3 года пользования; 5) озимые зерновые; 6) яровые зерновые.

В целях уменьшения ущерба от ветровой эрозии в зонах недостаточного увлажнения в севооборот целесообразно включать, кроме многолетних трав (люцерна, донник, житняк) и зерновых культур, поля с пропашными высокостебельными (кукуруза, подсолнечник, сорго). Эти культуры высевают перпендикулярно господствующим ветрам и после уборки урожая (початки, корзинки, метелки) часть стеблей оставляют в виде кулис для снижения скорости ветра и задержания снега. Такой севооборот может иметь следующий вид: 1-3) многолетние травы; 4) яровая пшеница с подсевом донника; 5) донник на зеленый корм; 6) озимая пшеница; 7) кукуруза на зерно; 8) ячмень с подсевом многолетних трав.

4.4. Принципы построения севооборотов

В основу разработки схем севооборотов положены следующие принципы их построения:

1. *Принцип адаптивности* предусматривает соответствие культурвозделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим и организационно-экономическим условиям.

2. *Принцип плодосменности* предполагает ежегодную смену культур из разных хозяйственно-биологических групп, существенно различающихся по биологии и технологии возделывания.

3. *Принцип периодичности* предусматривает необходимость соблюдения времени возврата культуры на прежнее место (табл. 8).

4. *Принцип совместимости и самосовместимости* предусматривает размещение культур по предшественникам из одной биологической группы или возделывания повторной культуры.

Время возврата культуры на прежнее место в севообороте

Культура	Период возврата на прежнее место, лет
Пшеница, рожь, ячмень, овес	1-2
Просо, гречиха	2-3
Кукуруза	1
Горох, вика, чина,	3
Картофель	1-2
Сахарная свекла	3-4
Лен-долгунец	5-6
Подсолнечник	6-7
Кормовые корнеплоды	2-3
Рапс	3-4

4. *Принцип совместимости и самосовместимости* предусматривает размещение культур по предшественникам из одной биологической группы или возделывание повторной культуры.

5. *Принцип уплотненного использования пашни* реализуется посевом в севооборотах промежуточных культур. Особенно большое значение имеет уплотнение посевов при организации зеленого конвейера и сидерации, в южных районах при получении 2-3 урожаев.

6. *Принцип специализации* указывает на возможность насыщения до научно-обоснованного уровня одной или несколькими культурами с близкой биологией и технологией возделывания.

Основываясь на этих принципах, составление схем севооборотов осуществляется в следующем порядке:

1. Знакомятся с почвенно-климатическими условиями, специализацией сельскохозяйственных предприятий, сроками посева и уборки основных культур зоны.

2. Уточняют структуру посевных площадей.

Структура посевных площадей – соотношение площади посевов различных с.-х. культур. Обычно она выражается отношением площади какой-либо культуры или группы культур к общей площади и выражается в процентах. Если общая площадь посева культур и пара окажется более 100%, значит, в структуру посевных площадей включены промежуточные культуры. Их необходимо выделить.

Устанавливают средний размер поля с таким расчетом, чтобы каждая культура севооборота или большинство из них занимало целое число полей.

4. Определяют количество полей севооборота путем деления общей площади на средний размер поля. Рассчитывают число полей, занимаемое каждой культурой.

5. Устанавливают состав сборных полей, если такие имеются. **Сборное поле** – это поле, на котором возделываются две и более культуры сходные по технологии возделывания. В сборное поле должны быть включены культуры с близкими сроками уборки. Кроме того, они должны оказывать примерно одинаковое влияние на плодородие почвы. Эти требования особенно необходимо соблюдать при формировании сборного поля, культуры которого будут предшественниками озимых культур.

6. Выделяют наиболее ценные и экономически выгодные культуры и подбирают для них лучшие предшественники из имеющихся.

7. В севообороте с многолетними травами выбирают покровную культуру для их посева.

8. Из оставшихся культур по лучшим предшественникам размещают те, которые более требовательны к плодородию почвы.

9. При наличии промежуточных культур определяют место для их посева.

10. Составляют схему севооборота.

Схема севооборота – перечень с.-х. культур и паров в порядке их чередования в севообороте.

4.5. Разработка, введение, освоение севооборотов и их оценка

Разработка проекта севооборота как основного элемента системы земледелия включает в себя: 1) установление специализации хозяйства в соответствии с почвенными и климатическими условиями, наличием трудовых ресурсов; 2) определение валового выхода растениеводческой продукции (зерно, корма, картофель и др.); 3) установление рациональной структуры посевных площадей; 4) разработку проекта схем севооборотов; 5) осуществление проекта внутрихозяйственного землеустройства.

Сложившуюся структуру посевных площадей в хозяйствах уточняют с учетом потребности в продукции растениеводства, экономической эффективности, специализации, межхозяйственного кооперирования, интенсификации с.-х. производства, достижений науки, техники и передового опыта.

Специалисты хозяйства совместно с работниками проектных землеустроительных организаций составляют проект внутрихозяйственного землеустройства. Для этого проводят обследование земельных угодий и поконтурное их описание. Используя материалы почвенного обследования, агрохимические картограммы и другие материалы, дают агропроизводственную оценку всем землям и составляют таблицу трансформации земельных угодий. Указывают,

какие малопродуктивные угодья (залежи, кустарники) будут переведены в пашню, проектируют расширение сенокосов и пастбищ благодаря осушению болот или пойменных земель. Затем составляют баланс кормов для хозяйства по всем их видам (концентрированные, зеленые, силосные, грубые), учитывая поступление их с естественных кормовых угодий. Определяют количество кормов, производимых на пашне.

На основе анализа фактической урожайности за последние 3-5 лет и перспективного плана развития хозяйства устанавливают плановую урожайность культур, затем определяют рациональную структуру посевных площадей. Для этого планируемое валовое производство зерна, кормов и другой продукции делят на планируемую урожайность. Например, планируется произвести 1500 т сена, 5000 т силоса. Плановая урожайность многолетних трав 5 т/га, силосных – 25 т/га. Площадь посева многолетних трав 300 га (1500:5), силосных культур – 200 га (5000:25). Аналогичные расчеты проводят по всем культурам и определяют структуру посевных площадей. Затем устанавливают количество севооборотов по типам и видам, набор культур в них и размещение по отделениям и бригадам. Каждый севооборот располагают на однородных по плодородию почвах.

Кормовые севообороты целесообразно размещать на плодородных почвах вблизи животноводческих комплексов и источников воды для орошения. На основе структуры посевных площадей составляют схемы севооборотов и определяют систему агротехнических мероприятий для каждого севооборота.

Составленный проект рассматривается в хозяйстве, утверждается в вышестоящей сельскохозяйственной организации. Утвержденный проект переносят на территорию, т.е. проводят внутрихозяйственное землеустройство, нарезают границы севооборотов и полей.

Поля должны быть примерно одинаковой площади, желательно прямоугольной формы. На склоновых землях поля длинной стороной размещают поперек склона, а в районах ветровой эрозии – поперек направления господствующих в зимнее время ветров.

Перенесение разработанного проекта на территорию землепользования хозяйства называют **введением севооборота**.

Освоение севооборота – переход к размещению сельскохозяйственных культур по предшественникам согласно схеме. Период освоения вводимого севооборота не должен превышать 2-3-х лет, а при наличии подсеянных многолетних трав – 4-х лет. При размещении культур нового севооборота необходимо знать предшественники за последние 2-3 года, засоренность полей, когда и в каких дозах вносили органические удобрения и другие условия.

В период освоения севооборота допускается замена озимых зерновых яровыми культурами, многолетних трав однолетними и т.д. Площади посева культур по годам должны соответствовать намеченной структуре посевных площадей. Последовательность культур и паров определяется схемой севооборота, например: 1) однолетние травы; 2) озимая рожь; 3) кукуруза на силос; 4) корнеплоды. Культуры сменяются на поле в указанном порядке, и через 4 года каждая из них пройдет все поля. Время, в течение которого сельскохозяйственные культуры и пар проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой, называют *ротацией севооборота*, а план размещения культур и паров по полям и годам на период ротации – *ротационной таблицей* (табл. 9).

Таблица 9

Ротационная таблица четырехпольного кормового севооборота

№ поля	Год			
	первый	второй	третий	четвертый
I	Однолетние травы	Озимая рожь	Кукуруза на силос	Кормовые корнеплоды
II	Кукуруза на силос	Кормовые корнеплоды	Однолетние травы	Озимая рожь
III	Озимая рожь	Кукуруза на силос	Кормовые корнеплоды	Однолетние травы
IV	Кормовые корнеплоды	Однолетние травы	Озимая рожь	Кукуруза на силос

Освоенным считается севооборот, в котором соблюдаются установленные границы полей, а размещение культур по полям и предшественникам соответствуют принятой схеме.

Книга истории полей севооборотов служит основным документом, предусматривающим все мероприятия по рациональному использованию и повышению плодородия земель в хозяйстве. В ней отражено состояние земельного фонда, даны сведения о севооборотах, схематическая карта севооборота, чередование культур в нем, план перехода к севообороту. Приводится фактическая площадь посева культур, паров, краткая характеристика свойств почвы и рельефа полей.

Ежегодно по мере выполнения работ агроном заносит в книгу все проводимые мероприятия и сроки выполнения основной, предпосевной и послепосевной обработки почвы, сроки и дозы внесения удобрений, мелиорантов, способы и сроки посева, засоренность посевов, приемы ухода и урожайность культур, отмечает предшествен-

ники. Ответственность за правильность записей возложена на главного агронома хозяйства.

В агротехническом паспорте в отличие от книги истории полей записывают планируемые на предстоящий год агротехнические мероприятия для получения определенного урожая с учетом плодородия почвы каждого поля, особенностей сорта, обеспеченности удобрениями, пестицидами, сельскохозяйственной техникой, уровня квалификации механизаторских кадров. Агропаспорт состоит из двух разделов: характеристика поля и агротехнические мероприятия. Используется он как первичный документ для заполнения книги истории полей.

Вводимый севооборот должен обеспечивать рациональное использование пахотных земель, повышение их плодородия, высокопроизводительное использование сельскохозяйственной техники, рабочей силы, наибольший выход зерна, кормов и другой продукции с каждого гектара. В связи с этим возникает необходимость сравнительной оценки как севооборотов, так и структуры посевных площадей.

Оценка продуктивности севооборотов. Определять экономическую выгодность возделываемых культур следует только в рамках одной специализации: зернового, картофельного, кормового или другого направления. Сравнение севооборотов разных типов и разной специализации по выходу кормовых единиц зачастую не дает объективного вывода о преимуществе какого-либо из них. Например, севообороты, специализированные на производстве картофеля, сахарной свеклы и других культур, всегда обеспечивают больший выход кормовых единиц с 1 га по сравнению с зерновыми севооборотами. Поэтому основным оценочным показателем эффективности севооборота является количество полученной с единицы площади основной и побочной продукции культур, на выращивании которых специализируется хозяйство.

Выход продукции (зерна, картофеля, сахарной свеклы) учитывают в натуре (в т/га) или выражают в сравнимых величинах (корм. ед., руб.). Учитывают также качество продукции, кормовую ценность, экономические показатели (стоимость продукции, затраты труда и др.).

Кормовые севообороты оценивают по выходу кормовых единиц с 1 га севооборотной площади, по содержанию протеина в одной кормовой единице и ее себестоимости. По зоотехническим нормам в одной кормовой единице должно содержаться не менее 100 г переваримого протеина.

Продукцию технических культур (подсолнечник, хлопчатник, лен-долгунец) оценивают по ценам реализации в стоимостном выражении с единицы площади.

При сравнении севооборотов целесообразно давать и агротехническую оценку по защите почвы от эрозии, улучшению показателей плодородия почвы и устойчивости урожая возделываемых культур. На основании экономической и агротехнической оценки выбирают наиболее эффективный севооборот для хозяйства.

К важным элементам **биологизации** севооборотов следует отнести увеличение объемов и площади внесения органических удобрений, включая и солому, расширение посевов многолетних трав и сидератов. Усиление природоохранной, почвозащитной и фитосанитарной роли севооборота должно, прежде всего, идти через изменение структуры посевных площадей в сторону расширения площади многолетних трав, зернобобовых, сидеральных и других культур.

Многолетние травы, оставляя в почве до 50% синтезированной ими органической массы, обеспечивают бездефицитный или положительный баланс гумуса в почве при насыщении ими севооборотов не менее 40-50% площади. При этом мощная дернина многолетних трав надежно скрепляет и предохраняет почву от водной эрозии.

Многолетние травы позволяют пополнить запасы органического вещества и питательных веществ в почве экологически чистым путем через растительные остатки, богатые азотом, калием, фосфором, кальцием и другими питательными элементами. Многолетние травы как предшественники в травопольных, травяно-зерновых, травяно-пропашных, плодосменных и в других севооборотах усиливают биологическую, фитосанитарную, почвозащитную, а следовательно, и экологическую роль севооборотов – основу адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Этому способствует также и введение в севообороты сидеральных культур.

Использование сидератов в чистом виде в форме пара или посевов промежуточных культур, особенно при сочетании с удобрением соломой, обогащает почву органическим веществом и питательными элементами и оказывает положительное влияние на ее биоту, снижает засоренность посевов на 30-61%, пораженность ячменя и озимой пшеницы корневыми гнилями на 50-70%, картофеля – паршой обыкновенной на 55-60%, ризоктониозом – на 40-80%.

В современных условиях рыночной экономики хозяйствам экономически невыгодно иметь большой набор культур, так как это требует увеличения парка специальных машин, вызывает трудности в хранении и реализации продукции. Все это приводит к сокращению

количества полей в севооборотах, т.е. хозяйства переходят на трех-четырёхпольные севообороты, в которых возделывают наиболее востребованные на рынке культуры. Такие севообороты более мобильны, их легко трансформировать в зависимости от потребностей хозяйства в той и ли иной продукции.

Контрольные вопросы

1. Что такое севооборот, повторное и бессменное возделывание?
2. Какова роль севооборота в современных системах земледелия?
3. Назовите причины чередования культур.
4. Перечислите лучшие предшественники для озимой пшеницы, сахарной свеклы, подсолнечника.
5. Под какие культуры подсевают многолетние травы?
6. Какова роль чистых паров, районы их использования?
7. Раскройте понятие кулисного, сидерального пара.
8. Каково значение многолетних трав в современном земледелии?
9. Назовите типы и виды севооборотов.
10. По каким показателям оценивают эффективности севооборота?

ГЛАВА 5. УДОБРЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

5.1. Значение удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Классификация удобрений

Интенсификация земледелия неразрывно связана с использованием удобрений. Широкое применение удобрений – надежное и наиболее действенное средство повышения плодородия почвы и урожайности зерновых, кормовых и технических культур.

Удобрения – вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почв в целях увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества получаемой продукции.

В нашей стране на долю удобрений приходится 40-50% прироста урожайности зерновых культур и 50-70% – сена многолетних трав.

Один килограмм питательных веществ полного минерального удобрения обеспечивает в среднем по стране прибавку урожая зерна озимой и яровой пшеницы 4,2 кг, картофеля – 23,7 кг, кормовых корнеплодов – 43 кг.

Удобрения являются основным фактором регулирования питательного режима почвы, улучшения ее биологических и физических свойств, что обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев. Удобрения влияют и на качество продукции: повышается содержание белка в зерне, крахмала в клубнях картофеля, витаминов и протеина в кормах. Внесение органических удобрений обогащает почву органическим веществом, способствует накоплению гумуса и защите почвы от эрозии.

Корневые системы растений поглощают из почвенного раствора азот в виде аниона NO_3^- и катиона NH_4^+ , фосфор и серу в виде анионов солей фосфорной (PO_4^-) и серной (SO_4^-) кислот. Большая часть таких элементов, как калий, кальций, магний, натрий, железо и алюминий, потребляются в виде соответствующих катионов K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Fe^{3+} , Al^{3+} .

В основе механизма поступления веществ в клетки корня лежат сложные процессы адсорбции и десорбции ионов цитоплазмой растительных клеток. В процессе дыхания корневые волоски выделяют в среду ионы H^+ ,

HCO_3^- , а в обмен поглощают необходимые ионы питательных веществ. Адсорбированные на поверхности цитоплазмы анионы и катионы проникают через мембрану, вступают во взаимодействие с протоплазмой в клетках.

Классификация удобрений

По характеру воздействия на почву и питательный режим растений удобрения делят на *прямого и косвенного* действия. Удобрения прямого действия улучшают питание растений различными элементами (азотом, фосфором, калием, микроэлементами); косвенного — вносят для улучшения свойств почвы, мобилизации имеющихся в почве питательных веществ (известь, гипс).

По способу производства удобрения делят на *промышленные и местные*: к промышленным относят все минеральные удобрения, произведенные на специальных химических (туковых) заводах; к местным относятся удобрения, полученные в местах их использования, непосредственно в хозяйствах или рядом.

По химическому составу удобрения делят на *минеральные и органические*. Минеральные удобрения — это промышленные или ископаемые продукты, содержащие элементы для питания растений и повышения плодородия почвы. Они бывают простыми, содержащими только один питательный элемент (азот, фосфор, калий, микроэлементы), и комплексными, содержащими одновременно два или более элементов питания.

Органические удобрения содержат полный комплекс минеральных соединений и являются продуктами естественного происхождения, поэтому их иногда называют полными. В отдельную группу выделяют бактериальные удобрения — они содержат культуры микроорганизмов, способствующих при их внесении в почву накоплению в ней усвояемых форм питательных веществ.

5.2. Азотные удобрения

Роль азота в жизни растений. Азот является составной частью белка — важнейшего органического вещества растительных клеток. Содержание азота в белках составляет 16-18%. Он входит также в состав хлорофилла, фосфатидов, ферментов, способствующих усиленному росту вегетативных органов — стеблей и листьев. При недостатке азота уменьшается количество хлорофилла, листья приобретают желтовато-зеленую окраску. Это приводит к замедлению синтеза белков в растении, снижению урожайности и ухудшению качества продукции.

Азотное питание растений. Источниками азотного питания растений являются нитраты-анионы — соли азотной кислоты и аммиак (катионы). Оба иона равноценны, легко поступают в растение, но их использование зависит от условий внешней среды и биологической особенности растений. Аммонийный ион лучше усваивается при

нейтральной реакции почвенного раствора, нитратный – при кислой. Усиленное питание азотом растениям необходимо в начальные фазы роста и развития.

Бобовые растения могут усваивать азот из почвенного воздуха с помощью клубеньковых бактерий, которые переводят их в минеральные и органические формы. При хороших урожаях они накапливают: люпин – 150-180 кг, клевер – 150-160, люцерны – 250-300, вики и горох – 70-80 кг азота на гектар. В корневых остатках этих растений после уборки остается 25-30% усвоенного азота.

Взаимосвязи азота. На превращение нитратного азота в растениях оказывает существенного влияния уровень фосфорного питания. При недостатке подвижного фосфора (P_2O_5) разложение нитратного азота в растениях задерживается, и нитраты накапливаются в избытке.

Недостаток калия при аммиачном питании ведет к накоплению в растениях большого количества, не переработанного аммиака, что вызывает отравление тканей, ведущее к отмиранию растений.

При нитратной форме питания в растения легко поступает кальций, магний и калий, при аммиачной форме – поступление этих катионов ослабляется.

Эти особенности необходимо учитывать при внесении удобрений.

Вынос азота урожаями полевых культур. Вынос азота из почвы различными растениями неодинаков. Много потребляет азота картофель, корнеплоды, кукуруза и силосные. Они берут его как из минеральных удобрений, так и из органических соединений почвы. Зерновые культуры слабо используют азот органических соединений. Поэтому без азотных удобрений их урожай резко падает, особенно на легких и тяжелых почвах.

Признаки азотного голодания. Азотное голодание растений, прежде всего, сопровождается изменением зеленой окраски листьев. В результате длительного голодания окраска листьев из бледно-зеленой переходит в различные тона желтой, красной и оранжевой, в зависимости от вида растений. Оно может сопровождаться высыханием и отмиранием тканей.

Другим характерным признаком азотного голодания растений является сильное отставание в росте, снижение ветвистости и кустистости, задержка закладки цветочных почек и развития семян.

Недостаток азота вследствие резкого ослабления ростовых процессов приводит к ускорению фаз развития и более раннему сроку созревания семян.

Азот в почве. Преобладающая часть азота в почве находится в составе сложных органических соединений и гумусе. Содержание нитратов составляет 1-3% от общих запасов в почве.

Нитратный азот в почве пополняется за счет превращения азотсодержащих органических соединений в процессе нитрификации, интенсивность которого определяется температурой, влажностью и аэрацией.

Нитратный анион не поглощается почвой и может свободно перемещаться по профилю и вымывается. Аммонийный катион поглощается поверхностью коллоидных частиц и обменивается на другие, а под воздействием бактерий довольно быстро переходит в нитратный.

Круговорот азота. При расчете норм внесения азотных удобрений надо иметь представление о запасах азота в почве, его превращениях, а также о потерях и поступлениях из окружающей среды. Эти процессы схематически изображены на рисунке 10.

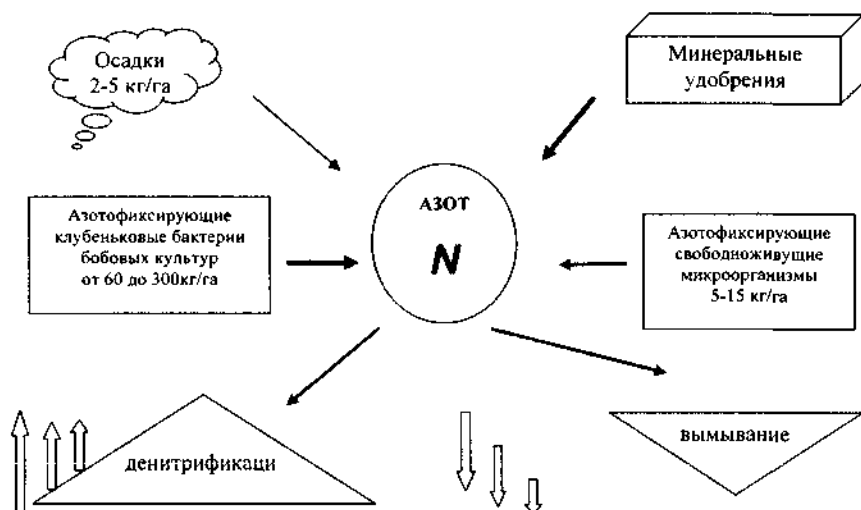


Рис. 10. Круговорот азота

Поступление азота с осадками в виде аммиака и азотной кислоты, образующихся в атмосфере при грозовых разрядах незначительно и составляет 2-5 кг/га. Свободноживущие бактерии при благоприятных условиях накапливают 5-15 кг/га. Оба этих процесса не могут оказать существенного влияния на азотное питание растений. Более значительным, как отмечалось ранее, является обогащение почвы

азотом за счет клубеньковых бактерий. Они накапливают его в зависимости от урожайности и вида культуры от 60 до 300 кг/га.

Потери азота из почвы вымыванием талыми водами или ливневыми осадками более опасны для легких почв. В отдельные годы они могут достигать 20-30 кг азота на гектар. Потеря азота при денитрификации возникает при сильном уплотнении почвы, т.е. в анаэробных условиях.

Виды азотных удобрений. В зависимости от формы соединения в них азота удобрения подразделяют на три основные группы:

1. Аммиачные. Азот находится в виде аммиака, связанного различными кислотами: серной, соляной, фосфорной. В жидком виде может быть свободным или в смеси с водой.

Сульфат аммония $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ – кристаллическая соль с благоприятными физическими свойствами, слабогигроскопична, хорошо растворима в воде, содержит 20,8% азота и 24% серы. Это удобрение является побочным продуктом коксогазового производства. Выпускают его с небольшими добавками сульфата железа и магния во избежание слеживания. Сульфат аммония – физиологически кислое удобрение, на кислых почвах его применяют с известью. Ион аммония хорошо удерживается почвой, поэтому сульфат аммония можно вносить и осенью. Рекомендуются под все культуры в качестве основного удобрения и в подкормки.

Хлористый аммоний (NH_4Cl) – мелкокристаллическая белая или желтоватая соль, содержит 24-25% азота. При систематическом внесении подкисляет почву. Удобрение содержит много хлора (67%), что отрицательно сказывается на урожае и качестве картофеля, овощей.

К жидким азотным удобрениям относятся аммиачная вода, безводный аммиак, аммиакаты.

Аммиачная вода представляет собой раствор аммиака в воде, содержит 20,5% азота (первый сорт) и 18% азота (второй сорт).

Жидкий аммиак (NH_3) – концентрированное азотное удобрение, содержит 82,3% азота. Обладает высокой упругостью паров, поэтому транспортируют и хранят его в стальных цистернах, выдерживающих высокое давление.

2. Нитратные. Азот этих удобрений представлен в виде солей азотной кислоты, называемых селитрами.

Кальциевая селитра $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ содержит 17,5% азота. Получают ее прямой нейтрализацией азотной кислоты известняком (CaCO_3) . Удобрение щелочное, хорошо растворяется в воде, обладает высокой гигроскопичностью. Выпускается в гранулированном виде. Рекомендуются для внесения перед посевом, для подкормки озимых, а также сенокосов и пастбищ.

Натриевая селитра (NaNO_3) содержит 16-16,5% азота. Представляет собой кристаллическую соль белого или желтоватого цвета, хорошо растворимую в воде. Физиологически щелочное удобрение, содержит доступный азот в нитратной форме, поэтому его можно вносить на кислых почвах. Удобрение применяют под сахарную свеклу, корнеплоды, которые положительно отзываются на натрий, а также в качестве рядкового удобрения и в подкормку.

3. Аммиачно-нитратные. *Аммиачная селитра* (NH_4NO_3) – одно из концентрированных, широко применяемых удобрений, содержит азот в аммиачной и нитратной форме (34,2-34,8%). Это белая кристаллическая соль, хорошо растворимая в воде. При хранении в открытом виде легко поглощает воду из воздуха и слеживается, пожароопасна. Хранят ее в полиэтиленовых мешках в сухих помещениях. Удобрение физиологически кислое: оно подкисляет почву, поэтому наибольший эффект от применения получают на известкованных почвах, а на кислых почвах добавляют углекислый кальций. Аммиачную селитру промышленность выпускает в гранулированном виде, что удобно для внесения. Это эффективное удобрение для всех сельскохозяйственных культур, лугов, пастбищ. Вносят ее перед посевом и в подкормки.

Аммиакаты – растворы аммиачной, кальциевой селитры и мочевины в концентрированном аммиаке, содержат 30-50% азота. В зависимости от составляющих компонентов они светло-желтого или желтого цвета. Недостаток – способность вызывать коррозию черных металлов.

Производство жидких азотных удобрений намного дешевле, чем твердых, что позволяет на 35-55% снизить стоимость единицы азота. Однако для их транспортировки и внесения требуются специальные машины.

Жидкие азотные удобрения можно применять на всех сельскохозяйственных культурах. Вносить их рекомендуется под вспашку, в подкормку под пропашные культуры (кукурузу, картофель), а также на сенокосах и пастбищах. Во избежание потерь азота жидкие удобрения необходимо заделывать в почву на глубину 10-35 см, а безводный аммиак – 15-20 см.

4. Амидные. Удобрения, содержащие азот в форме органического соединения.

Мочевина, карбамид [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] – концентрированное удобрение, содержит 46,2% азота. Выпускается в виде белых гранул размером 1-3 мм, хорошо растворима в воде. В почве под влиянием фермента уреазы мочевина превращается в углекислый аммоний. Применяют ее в качестве основного удобрения и в подкормки с немедленной заделкой в почву, а также на культурных пастбищах и лу-

гах при орошении. Растворы мочевины не обжигают листья, и поэтому их используют для некорневой подкормки, чтобы повысить содержание белка в зерне, кормах.

5.3. Фосфорные удобрения

Роль фосфора в жизни растений. Фосфор наряду с азотом является элементом питания растений. Он входит в состав нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, которые играют важную роль в синтезе белков, росте и размножении растений и передаче наследственных признаков. Кроме того, он является составной частью фосфатидов, фитина, ферментов, витаминов и других соединений.

Фосфорное питание растений. Источником фосфора для растений является преимущественно ионы фосфорной кислоты H_2PO_3 и HPO_4 . Растения могут использовать для питания и некоторые фосфорорганические соединения (фитин и др.), но они не играют заметной роли в общем потреблении фосфора растениями.

Фосфор распределен в растении неравномерно: больше его в семенах, чем в соломе; в листьях больше, чем в стеблях и корнях. В зерне зерновых его содержание в 5-8 раз выше, чем в соломе.

Отношение различных культур к фосфору неодинаково. Наиболее требовательными являются корнеклубнеплоды (сахарная и кормовая свекла, картофель), кукуруза на зерно и силос, подсолнечник, зернобобовые и масличные, менее – яровые и озимые зерновые, однолетние кормовые (рис.11).

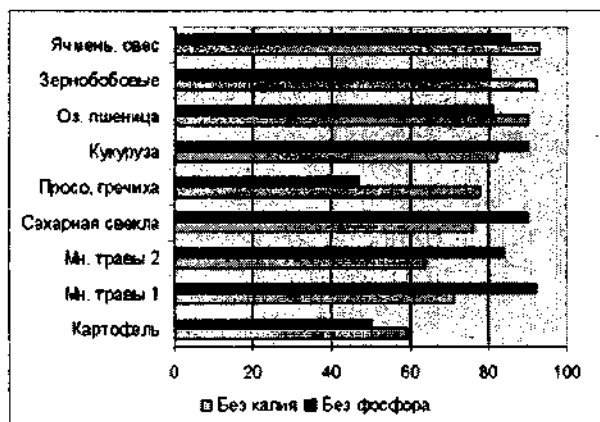


Рис. 11. Урожайность культур в % от урожая при NPK Фосфорное голодание

При фосфорном голодании в листьях накапливаются сахара, что способствует усиленному накоплению пигмента антоциана. Сочетание красной и лиловой окраски данного пигмента с зеленой окраской хлорофилла создает голубоватый оттенок листьев, а при сильном преобладании антоциана – лиловую окраску.

Недостаток фосфора вызывает задержку фаз развития растений и период их созревания удлиняется на 5-10 дней. При этом снижается общая и продуктивная кустистость зерновых, зимостойкость озимых и многолетних трав, уменьшается доля зерна в общем урожае.

Взаимосвязь фосфора с другими ионами и условиями внешней среды. При обилии в питательном растворе анионов нитратов и хлора поступление фосфора ослабляется, а наличие иона аммония способствует усилению поглощения ионов фосфорной кислоты. В свою очередь избыток фосфора ослабляет поглощение железа и цинка, переводя их в нерастворимое соединение. При низких температурах почвы и воздуха поглощение фосфора кукурузой и озимыми зерновыми ослабляется, появляются признаки фосфорного голодания, которые исчезают при наступлении теплой погоды.

Фосфор в почве. Фосфор в почве находится в составе органических соединениях. Последние представлены фосфатами аммония и железа на кислых почвах и фосфатами кальция и магния на почвах, насыщенных основаниями.

Общее содержание фосфора в почвах находится в пределах 0,05-0,25% P_2O_5 . По почвенному профилю он распространен относительно равномерно с обогащением в пахотном слое, где его запасы составляют 2,5-5,0 т/га. Подвижные формы фосфатов составляют незначительную долю от общих запасов, около 0,2-2,0%.

Круговорот фосфора. Пополнение запасов фосфора в почве может происходить только за счет внесения удобрений. Другой путь улучшения фосфорного питания – мобилизация фосфора самой почвы за счет известкования кислых почв и подкормки растений, способных извлекать фосфор из труднодоступных соединений почвы.

Фосфорные удобрения. К фосфорным относятся водорастворимые удобрения (простой, двойной и аммонизированный суперфосфат), лимонно- и цитратно-растворимые фосфаты, в которых содержатся соединения фосфора, нерастворимые в воде, но растворимые в аммиачном растворе лимоннокислого аммония и лимонной кислоты (преципитат, обесфторенный фосфат и другие термические фосфаты). К труднорастворимым фосфатам относится фосфоритная мука.

Суперфосфат простой $[Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4]$ получают разложением природных фосфатов серной кислотой. По внешнему виду

это порошок или гранулы светло-серого или темно-серого цвета. Содержит 20% усвояемого P_2O_5 и не более 5% свободной фосфорной кислоты. Это физиологически кислое удобрение, но оно слабо подкисляет почву вследствие большого содержания гипса.

Суперфосфат двойной – концентрированное удобрение, содержит 43-49% P_2O_5 и не содержит гипса. Благодаря высокой концентрации P_2O_5 он имеет преимущество перед простым суперфосфатом: меньше затрат при перевозке, хранении и внесении.

При насыщении суперфосфата безводным аммиаком, аммиачным раствором или аммиаками получают *аммонизированный суперфосфат*. Он содержит не менее 15% P_2O_5 и 1,5-2,5% азота. При производстве суперфосфата к нему добавляют микроэлементы.

Суперфосфат применяют в качестве основного удобрения на почвах всех типов и под все сельскохозяйственные культуры. Особенно эффективно локальное внесение его (в рядки, лентами или при смешивании с семенами). На кислых почвах эффективнее гранулированный суперфосфат, так как порошковидное удобрение быстрее вступает в химическое взаимодействие с полутораоксидами и превращается в трудноусвояемые для растений формы.

Преципитат ($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$) – двузамещенный фосфат кальция, содержащий 35-41% P_2O_5 . Фосфор в нем содержится в виде гидрофосфата кальция, растворимого в щелочном растворе цитрата аммония. Применяют как основное удобрение под различные культуры. Он меньше, чем суперфосфат, закрепляется в почве, поэтому более эффективен на кислых почвах и карбонатных сероземах.

Обесфторенный фосфат получают из апатитового концентрата с небольшой (2-3%) добавкой кремнезема путем обработки его водным паром при температуре 1450-1550°C. При этом удаляется фтор, а фосфор переходит в усвояемую форму. Удобрение содержит до 36% P_2O_5 , негигроскопично, не слеживается. Рекомендуются как основное удобрение на дерново-подзолистых и черноземных почвах под все культуры.

Фосфоритная мука [$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$ с примесью $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$] – темно-серый порошок, получаемый при измельчении природных фосфоритов или продуктов их обогащения. Содержит 20-29% P_2O_5 . Фосфор в этом удобрении находится в форме трехзамещенного фосфата кальция [$Ca_3(PO_4)_2$], который растворим только в слабых кислотах и слабодоступен для большей части растений. Фосфоритная мука более эффективна на кислых подзолистых и дерново-подзолистых почвах. Ее вносят в дозе 2-2,5 т/га один раз в 5-6 лет под наиболее отзывчивые на фосфор культуры: люпин, гречиху, горох, горчицу, озимую рожь, а также на сенокосах и пастбищах.

5.4. Калийные удобрения

Роль калия в жизни растений. Калий усиливает фотосинтез, образование сахаров, крахмала и других углеводов. При недостатке его в почве злаковые растения плохо кустятся, листья покрываются коричневыми пятнами. У картофеля, сахарной свеклы повышается восприимчивость к грибным заболеваниям, особенно при хранении. Внесение калийных удобрений увеличивает накопление углеводов, например, у озимых растений, что повышает устойчивость их против вымерзания. Калий увеличивает прочность механических тканей: у волокнистых растений улучшается качество волокна, у остальных – полегаемость.

Калийное питание растений. Калий поступает в корни растений из почвенного раствора в виде ионов. Наиболее богаты калием молодые, жизнедеятельные органы растений: листья, почки и растущие побеги. У зерновых культур содержание калия в зерне ниже, чем в соломе, у бобовых и масличных – наоборот. Отношение различных растений к потребности в калии показано на рисунке 11

Калийное голодание. Первым признаком калийного голодания является темно-зеленая окраска листьев с голубоватым оттенком, вторым – краевой ожог: края листьев желтеют, а после отмирания становятся коричневыми или бурыми. Третий признак – укороченные междоузлия. По отношению к стеблю листья кажутся длинными и округлыми.

При недостатке калия неравномерный рост клеток листа вызывает морщинистость и закручивание листьев вниз. Первые признаки голодания проявляются на нижних листьях.

Связи калия с условиями внешней среды и другими ионами. Факторы внешней среды оказывают значительное влияние на усвоение калия из почвенного раствора из-за антагонизма его с катионами кальция и магния, а также сильной фиксации почвенными минералами. Темпы поглощения калия снижаются на сильноокультуренных почвах и при слабой интенсивности освещения.

Калий в почве. Общее содержание калия (K_2O) в основных типах почв высокое – 1,4-2,5%, на легких оно снижается до 0,5-1,0%, а на торфяниках – до 0,02-0,05%.

Основным источником калия для растений является обменный, или поглощенный калий. Он составляет лишь 0,5-1,0% общего количества этого элемента в почве.

Виды калийных удобрений. В качестве калийных удобрений используют сырые соли (измельченные сильвинит, каинит и др.) и концентрированные продукты их переработки, а также промышленные отходы (цементная пыль, нефелиновые продукты).

Сильвинит ($\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$) – измельченная сильвинитовая порода, крупнокристаллический порошок красно-серого цвета. Содержит 12-15% K_2O , 35-40% Na_2O , 52-55% хлора. Удобрение слабогигроскопично, хорошо рассеивается, при хранении слеживается.

Каинит ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) – измельченный минерал с большой примесью хлористого натрия (45-47%). В нем содержится 10-12% K_2O , 20-25% Na_2O , 6-7% MgO , 17% SO_3 и 32-35% Cl .

Хлористый калий (KCl) – мелко- или крупнокристаллическая соль белого цвета с небольшой примесью NaCl , содержит 54-62% K_2O . Это широко распространенное удобрение. Растворимо в воде, слабогигроскопично, при хранении слеживается. При систематическом внесении в почву способно подкислять ее.

Калийная соль – 40%-ная смесь хлористого калия с тонкоразмолотым сильвинитом или каинитом. Крупнокристаллическая соль белого цвета с розовыми кристаллами, растворимая в воде. Содержит больше хлора и натрия, чем хлористый калий, поэтому пригодна для культур, положительно реагирующих на натрий и малочувствительных к хлору (сахарная свекла, кормовые корнеплоды).

Сернокислый калий (K_2SO_4) – бесхлорное концентрированное удобрение, содержит 45% K_2O . Мелкокристаллическая соль серого или белого цвета, растворимая в воде. Имеет хорошие физические свойства, негигроскопична, при хранении не слеживается. Применяется как основное удобрение под все культуры, но особенно эффективно внесение его под культуры, чувствительные к хлору (картофель, лен и др.). Наличие 1% магния положительно сказывается на урожаях таких культур, как капуста, брюква, турнепс, горох и др.

Калий-электролит – побочный продукт при переработке карналита на магний. Содержит 31,6-45,5% K_2O , 30% NaCl , 2-3% MgCl_2 , 16% Na_2O и 0,2% MgO . Рекомендуются в качестве основного удобрения при осеннем внесении под все сельскохозяйственные культуры.

Калимагнезия содержит 28% K_2O , 8-10% MgO , примеси KCl и NaCl . Гранулированный или зернистый порошок с сероватым или розовым оттенком, хорошими физическими свойствами. Применяют под картофель, горох и другие культуры, чувствительные к хлору.

Все калийные удобрения эффективны на торфяных, дерново-подзолистых (песчаных и супесчаных) почвах, а также на красноземах и серых лесных почвах. Вносят их под основную или предпосевную обработку. Сырые соли (сильвинит, каинит) содержат много хлора, поэтому их применяют с осени под сахарную свеклу, кормовые и столовые корнеплоды. Значительная часть хлора вымывается, а калий поглощается почвой. Все калийные удобрения – физиологически кислые соли и при систематическом внесении подкисляют почву. Во избежание этого дерново-подзолистые почвы необходимо

известковать. Внесение калия в больших дозах в запас (на 3-5 лет) не рекомендуется, так как это приводит к уменьшению содержания в почве подвижных форм кальция и магния и увеличению катионов калия в корме, что снижает его качество и является причиной заболевания животных (тетания).

5.5. Комплексные удобрения

Это концентрированные минеральные удобрения, которые могут содержать как макроэлементы (азот, фосфор, калий), так и микроэлементы (бор, молибден, марганец и др.). Применение таких удобрений обеспечивает высокую оплату урожаем единицы питательных веществ, снижает затраты на транспортировку и хранение на 20-25% и сокращает сроки внесения. Практика земледелия свидетельствует о высокой агротехнической и экономической эффективности их использования.

Комплексные удобрения выпускают в гранулированном, твердом и жидком виде. По способу производства их делят на сложные, сложно-смешанные и смешанные. Сложные удобрения содержат два или три элемента питания в составе одного химического соединения (аммофос, диаммофос). Сложносмешанные готовят смешиванием простых и сложных удобрений с добавками микроэлементов в процессе их производства. Смешанные удобрения получают путем механического смешивания простых и сложных удобрений перед внесением их в почву.

Наиболее распространенные удобрения представлены в таблице 10.

Таблица 10

Комплексные удобрения и способы их применения

Удобрение	Содержание, %			Способ использования
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Аммофос гранули- рованный	11-12	42-52	-	Основное допосевное внесение, в рядки и подкормка (зерновые культуры, хлопчатник, сахарная свекла)
Диаммо- фос	19-21	49-53	-	Основное внесение (сахарная свекла, зерновые, картофель)
Нитроам- мофоска	13-19	17-19	17-19	Основное припосевное внесение под все культуры
Нитрофо- ска	10-17	8-30	12-20	Основное допосевное внесение в рядки и подкормка под все культуры
Азофоска	10-21	11-20	11-20	Основное рядковое внесение и подкормка
Кемира	11-17	13-17	13-25	Основное внесение под картофель, овощные культуры

В комплексных удобрениях мало балластных веществ, они мало-гигроскопичны, обладают хорошими физическими свойствами, слабо подкисляют почву, пригодны для внесения под все культуры и на всех почвах. Добавление микроэлементов (бора, марганца, меди и др.) повышает их эффективность и улучшает качество получаемой продукции. Примером служит комплексное удобрение *кемира*, содержащее азот, фосфор, калий, кальций, серу и микроэлементы.

Широкое применение находят жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) – растворы или суспензии, содержащие два или три основных питательных элемента. Применение их с поливной водой или отдельно позволяет полностью механизировать трудоемкие процессы перевозки, хранения и внесения. Стоимость ЖКУ намного ниже, чем твердых, в эквивалентном количестве.

5.6. Роль микроэлементов в жизни растений, микроудобрения

Кальций усиливает обмен веществ в растениях, ускоряет превращение азотистых соединений, повышает активность ферментов и биохимических процессов. Недостаток кальция вызывает хлороз молодых листьев, отмирание верхушечных почек у растений. Из-за низкой обеспеченности кальцием у растений ослабляются рост корней и образование корневых волосков.

Магний входит в состав хлорофилла и участвует в процессе фотосинтеза и образования репродуктивных органов. Он содержится большей частью в листьях, семенах и проростках. Недостаток магния вызывает хлороз листьев; между жилками листа образуются желтые или красноватые пятна. Незначительное содержание магния в растительном корме вызывает заболевание животных гипомagneмической тетанией. Обычно это происходит на слабокультуренных песчаных и супесчаных почвах.

К физиологически активным соединениям, регулирующим рост и развитие растений, относят и *серу*, которая входит в состав растительных белков, масел и ферментов. При недостатке ее интенсивность фотосинтеза снижается на 40%. Большая часть серы в почву поступает с удобрениями, например с суперфосфатом. Однако широкое применение высококонцентрированных удобрений, не содержащих серу, вызывает необходимость применения серных удобрений. Особенно это важно при внесении больших доз азотных удобрений.

Микроудобрения. Это удобрения, содержащие микроэлементы (бор, молибден, медь и др.). Они предохраняют растения от болезней, оптимизируют процессы оплодотворения и усвоения питатель-

ных веществ. Недостаток микроэлементов ухудшает качество продукции.

Бор активизирует в растении процессы окисления и фотосинтеза также углеводный обмен. Он концентрируется в основном в молодых листьях и генеративных органах. У растений, хорошо обеспеченных бором лучше происходит оплодотворение и образование семян, что способствует повышению урожайности; на корнях клевера, люцерны и других бобовых растений больше образуется клубеньков. Недостаток бора вызывает заболевание сахарной свеклы (сердцевинная гниль), картофеля (парша).

Борные удобрения наиболее эффективны на известкованных дерново-подзолистых, песчаных, супесчаных и торфяных почвах, которые содержат менее 0,2 мг бора на 1 кг почвы. Под картофель и кормовую свеклу, семенные посевы клевера и люцерны, льна, овощных культур бора вносят 0,8-1,1 кг/га.

Рекомендуется применять бор вместе с минеральными удобрениями под предпосевную культивацию или в рядки при посеве. Для некорневой подкормки применяют 0,01-0,05%-ные растворы (100-200 л/га).

К борным удобрениям относят *борную кислоту* (17,1% бора), *борный суперфосфат* (20% P_2O_5 и 0,2% В), *бормагниевые удобрения* (2,27% В), *борно-даболовую муку* (2% В), *буру, фритты и хелаты*.

Молибден способствует синтезу белков, а также фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями. Кроме того, он улучшает условия кальциевого питания бобовых растений. При слабой обеспеченности молибденом молодые листья закручиваются в спираль, появляются признаки азотного голодания.

Молибденовые удобрения рекомендуется вносить на дерново-подзолистых почвах и красноземах под зерновые бобовые, овощные культуры, бобовые травы. В качестве молибденовых удобрений используют *молибдат аммония* (52% молибдена), *суперфосфат с молибденом* (0,1% молибдена, 20% P_2O_5). Молибденовые удобрения вносят в рядки при посеве или в качестве некорневой подкормки 0,02%-го раствора. Рекомендуется предпосевная обработка семян раствором солей молибдена или опудривание семян. На 100 кг семян расходуют 50-75 г молибдата аммония.

Марганец принимает участие в окислительно-восстановительных процессах. Он восстанавливает поглощенные растениями нитратные формы и окисляет аммиачные формы азота, поэтому с увеличением доз азотных удобрений его роль в питании растений возрастает. Необеспеченность марганцем вызывает появление серых пятен на зерне гороха, серую пятнистость на листьях овса.

Кобальт входит в состав витамина B_{12} и в организме животных способствует синтезу аминокислот, белков и образованию гемоглобина. Недостаток его в растительных кормах вызывает заболевание скота акабальтозом, особенно в зоне дерново-подзолистых почв.

Медь, железо, цинк и другие микроэлементы входят в состав ферментов, которые активизируют процессы дыхания и фотосинтеза. Они усиливают активность ферментов, образование ростовых веществ, участвуют в белковом обмене. Недостаток этих микроэлементов особенно ощущается при возделывании зерновых культур и кормовых трав на осушенных болотных, а также на песчаных и супесчаных почвах.

Медные удобрения увеличивают содержание белка в зерне, сахара в корнеплодах и улучшают качество кормов. Наибольшая потребность в меди проявляется на осушенных торфяно-болотных и песчаных почвах при возделывании зерновых, кормовых и овощных культур. В качестве медных удобрений применяют *медный купорос (25% меди), пиритные огарки (0,3-0,6%) и медно-калийные удобрения (1%)*. Раствором (0,01%-ным) медного купороса обрабатывают семена перед посевом (на 100 кг семян 50-100 г сульфата меди). Пиритные огарки в размолотом виде вносят под основную обработку из расчета 0,5-0,6 т/га. Кроме перечисленных, применяют *цинковые, кобальтовые, йодные* и другие микроудобрения.

5.7. Органические удобрения

Органические удобрения – продукты растительного и животного происхождения. Их вносят в почву для улучшения ее плодородия и повышения урожайности культур. К ним относят навоз, навозную жижу, торф, компосты, птичий помет, солому, зеленые удобрения и др.

Навоз. Это источник азота, фосфора, калия и других элементов питания, а также углекислого газа, необходимого для фотосинтеза растений. Установлено, что при внесении в почву 1 т навоза с 1 га ежедневно выделяется в атмосферу 4-5 кг CO_2 , а для получения, например, 4 т зерна с 1 га растениям требуется ежедневно около 200 кг CO_2 .

Навоз – наиболее ценное и полное органическое удобрение, в нем содержатся все необходимые растениям питательные вещества: азот, фосфор, калий, кальций и микроэлементы (табл. 11).

Химический состав навоза

Навоз	Содержание, %					
	органиче- ского вещества	воды	азота общего	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Крупного рогатого скота	20,6	71,1	0,5	0,25	0,55	0,45
Свиной	23,8	66,5	0,63	0,38	0,61	0,05
Конский	24,0	70,1	0,58	0,27	0,51	0,30
Овечий	29,8	56,8	0,85	0,35	0,77	0,30
Куриный помет	24,0	70,0	1,6	1,10	0,75	1,10

Навоз служит энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов, которые используют высвобождающуюся из органического вещества энергию. Систематическое внесение навоза повышает содержание гумуса в почве, вследствие чего улучшаются биологические, физические и химические ее свойства, буферность и емкость поглощения. Содержащиеся в навозе биологически активные вещества усиливают рост растений. При внесении органических удобрений обеспечивается лучшая защита почвы от эрозии.

Наиболее ценный навоз получается при использовании для подстилки торфа верховых болот и соломенной резки. Подстилка поглощает жидкие выделения животных, аммиак и способствует сохранению азота и калия.

Суточные нормы торфяной подстилки с влажностью 40% составляют (на голову): для крупного рогатого скота – 10-12 кг, свиней – 2, овец – 1,5, лошадей – 3-5 кг. Чтобы получить высококачественный навоз, требуется 3-5 кг соломенной подстилки в сутки на голову для крупного рогатого скота. Выход навоза в хозяйстве от одного животного рассчитывают по следующей формуле:

$$H = (K/2 + П) \times 4,$$

где H – количество навоза; K – сухое вещество потребляемого корма, которое делят на два, так как половина корма усваивается животными, а половина поступает в навоз; П – сухое вещество подстилки; 4 – коэффициент пересчета сухого вещества во влажный навоз.

При хранении навоза происходит разложение органического вещества и изменение его химического состава. В аэробных условиях при влажности 55-85% навоз быстро минерализуется с большими потерями органического вещества (70%) и азота. Потери азота зависят, от хранения навоза и могут составлять 30-40% исходного содержания.

Навоз хранят под скотом и в специальных хранилищах. Хранение его под скотом осуществляют на фермах, выгульных площадках и в полевых загонах. Для этого закладывают толстым слоем торфяную или соломенную подстилку, затем периодически ее добавляют. Подстилка поглощает всю жижу и предотвращает потери аммиачного азота. Убирают накопившийся навоз через 3-6 месяцев.

В хранилищах навоз хранят плотным, рыхлым и рыхло-плотным способами. Лучший способ хранения – плотный. При этом свежий навоз вывозят в хранилище или на поле и укладывают в штабель высотой 1,5-2,5 м, шириной 3-4 м, произвольной длины. Штабель уплотняют бульдозером и закрывают торфом или резаной соломой, а потом землей. При таком способе хранения доступ воздуха ограничен, навоз находится в плотном и влажном состоянии и сохраняет постоянную температуру 20-30°C. Разложение органического вещества происходит в анаэробных условиях, что вызывает гибель возбудителей желудочно-кишечных заболеваний и потерю всхожести семян многих сорняков. Заполнение пор углекислым газом и водой препятствует улетучиванию аммиака в атмосферу и уменьшает газообразные потери азота. Из одной тонны свежего навоза при плотном способе хранения через 3-4 мес. получают 0,8 т полуперепревшего.

При рыхло-плотном способе вначале навоз хранят без уплотнения, а когда температура в штабеле повысится до 60-70°C (через 4-5 дней), его уплотняют. Навоз бывает готов через 1,5-2 мес.

Хранение навоза без уплотнения (рыхлый способ) приводит к большим потерям (50-60%) органического вещества и азота. Для уменьшения потерь питательных веществ, к 1 т навоза добавляют 30 кг фосфоритной муки или 20 кг порошковидного суперфосфата.

При внесении навоза на дерново-подзолистых почвах в среднем 75% органического вещества минерализуется, а 25% превращается в гумус, поэтому последствие навоза составляет 3-4 года.

На крупных животноводческих комплексах промышленного типа животных содержат без подстилки. Там получают бесподстилочный навоз, который представляет собой смесь твердых и жидких экскрементов животных и воды. Он содержит воды 90-94%, азота 0,2-0,4%, фосфора 0,1-0,2%, калия 0,2-0,4%. С увеличением количества воды содержание питательных веществ уменьшается.

Для обеззараживания бесподстилочный навоз хранят 2-6 мес. в специальных хранилищах емкостью 3-5 тыс. м³, расположенных на расстоянии не менее 300 м от животноводческого комплекса.

Рекомендуются следующие технологии использования бесподстилочного навоза: 1) компостирование с торфом, соломенной резкой; 2) непосредственное внесение в почву в дозе 60-80 т/га под кор-

мовые культуры машинами РЖТ-8, РЖТ-16 или с поливной водой; 3) разделение его на твердую и жидкую фракции.

Торф и компосты. В качестве органического удобрения широко используют торф. Запасы его в НЧЗ составляют около 140 млрд тонн.

В зависимости от условий образования торфяные болота делят на верховые, низинные и переходные. Торф верховых болот имеет низкую зольность (2-5%), слабую степень разложения, высокую кислотность ($\text{pH}_{\text{КСЛ}}$ 2,8-3,6) и содержит меньше питательных веществ, чем торф низинных и переходных болот. Его используют на подстилку и для приготовления компостов. Низинный торф отличается высокой зольностью (8-15%), слабокислой или нейтральной реакцией и содержит значительное количество питательных веществ. Его можно вносить непосредственно в почву или применять для приготовления компостов.

Торф переходных болот занимает промежуточное положение, его используют в качестве подстилки для животных или компостируют.

При компостировании на торфяную подушку слоем 25-30 см вносят известковые материалы (0,5-1% общей массы компоста) или калийные удобрения. Затем укладывают и разравнивают слой навоза. На 1 т навоза зимой берут 1 т торфа, а в летний период долю торфа увеличивают до 2 т. К навозу добавляют 3% фосфоритной муки. Компостную массу перемешивают тяжелой дисковой бороной и сгребают бульдозером в штабеля. Для приготовления торфожижевого компоста на каждую тонну торфа берут 1-3 т навозной жижи и 1,5-2% фосфоритной муки.

Раздельное применение торфа и жидкого навоза при равном удобрительном действии сокращает транспортные расходы в 3 раза и снижает себестоимость продукции.

Торфоминеральные аммиачные удобрения (ТМАУ) готовят из смеси торфяной крошки с аммиачной водой, фосфоритными и калийными удобрениями. На 1 т торфа при влажности 55% для приготовления ТМАУ расходуется: аммиачной воды (20,5% N) 20-30 кг, фосфоритной муки (21% P_2O_5) 10-15 кг, суперфосфата (19% P_2O_5) 10-15 кг, хлористого калия (60% K_2O) 6-10 кг. Для приготовления более концентрированного ТМАУ количество минеральных удобрений увеличивают в 1,5-2 раза.

Аммонизированный торф (ТАУ) готовят из смеси торфа и аммиачной воды. Торф можно компостировать с известью, золой и другими веществами.

Солома. Использование излишков соломы в качестве удобрения позволяет пополнить почвенные запасы органическим веществом и элементами питания. Солома озимых культур содержит 0,42-0,45% азота, 0,13-0,16% фосфора, 0,84-0,98% калия, а также необходимые

для растений микроэлементы. Она богата углеродом в форме целлюлозы и гемицеллюлозы, но содержит мало азота и фосфора. Широкое отношение в ней углерода к азоту (80:1) при разложении в почве сопровождается интенсивным использованием микроорганизмами усвояемых соединений азота почвы. Биологическое закрепление почвенного азота ухудшает азотное питание растений. Для улучшения азотного питания необходимо вносить дополнительно 8-10 кг д.в. азота на 1 т соломы. На почвах, бедных питательными веществами, с соломой целесообразно вносить фосфорные и калийные удобрения.

Для ускорения разложения соломы ее измельчают на отрезки длиной 5-10 см с помощью измельчителей ПУН-6, устанавливаемых на комбайнах СК-5 «Нива». В увлажненных районах солому осенью заделывают в почву лущильниками на глубину 8-10 см, вместо азота добавляют бесподстилочный навоз и запахивают. В районах проявления ветровой эрозии ее оставляют на пашне в качестве мульчи. Солому рекомендуется вносить под зерновые бобовые и пропашные культуры (5-8 т/га).

Зеленое удобрение. Зеленая масса растений, запахиваемая в почву для обогащения ее органическим веществом и улучшения плодородия, называется зеленым удобрением.

В качестве сидератов возделывают люпин, донник, сераделлу, озимую вику и др. Бобовые, имеющие мощную корневую систему, способны вовлекать в круговорот веществ элементы питания из глубоких горизонтов, а также усваивать фосфор из труднодоступных соединений. Благодаря клубеньковым бактериям, они обогащают почву азотом. При запахке 40 т/га зеленой массы люпина в почву поступает 180 кг азота, 40 кг фосфора и 68 кг калия. Это значительно улучшает ее питательный и водный режимы, биологические и физические свойства.

Зеленое удобрение – важное средство повышения плодородия слабокультурных песчаных и супесчаных почв. По действию оно равноценно навозу. Особенно эффективно применение сидератов на отдаленных полях, куда органические удобрения возить экономически невыгодно. Запахивают их под озимые, картофель и другие растения. Перед запахкой зеленую массу прикатывают, вносят торф, фосфорные и калийные удобрения; это повышает эффективность сидератов.

При двустороннем способе использования кормового люпина зеленую массу на высоком срезе скашивают на корм, а отросшую отаву и растительные остатки запахивают в качестве удобрения.

Бактериальные препараты. Это высокоактивные микроорганизмы, вносимые в почву для улучшения питания и роста растений. К ним относят нитрагин, азотобактерин, гумат натрия, агат 25, гуминовые удобрения.

Нитрагин – бактериальный препарат, содержащий различные расы клубеньковых бактерий. Готовят его из медленно- и быстродействующих бактерий. Нитрагин из медленнодействующих бактерий используют для обработки семян люпина, сои, сераделлы, а из быстродействующих – семян гороха, вики, фасоли, клевера, люцерны.

Промышленность выпускает торфяной нитрагин (ризоторфин) и сухой (ризобин). Бактеризацию семян нитрагином проводят в день посева. Для этого 200 г препарата (порция на 1 га) увлажняют 2-3 л воды и суспензией обрабатывают семена. Семена клевера, люцерны и других мелкосемянных культур предварительно смачивают водой (1,5-2% их массы) и перемешивают с нитрагином. Применение нитрагина повышает урожайность бобовых культур на 10-15%.

5.8. Известкование и гипсование почв

Известкование кислых почв. В Нечерноземной зоне более 40 млн га пашни и значительные площади сенокосов и пастбищ расположены на кислых почвах. Избыточная кислотность отрицательно влияет на растения: ухудшаются ионно-обменные свойства протоплазмы клеток, их проницаемость, что приводит к нарушению углеводного и белкового обмена и замедлению синтеза белка. В кислых почвах подавляется деятельность нитрифицирующих, азотфиксирующих бактерий и других полезных микроорганизмов, что ведет к снижению содержания доступного растениям азота. Повышенная кислотность затрудняет поступление азота, фосфора, кальция, молибдена, магния, играющих важную роль в жизни растений; увеличивает подвижность алюминия, марганца, железа, что ухудшает развитие растений. В результате снижаются плодородие почвы и урожайность культур, эффективность вносимых удобрений, ухудшается качество растениеводческой продукции. Устранение высокой кислотности с помощью известкования – важный агротехнический прием повышения плодородия почвы и роста урожайности сельскохозяйственных культур.

При известковании почва обогащается кальцием и магнием, нейтрализуется кислотность. Благодаря этому активизируется деятельность полезной микрофлоры, улучшается обеспеченность растений азотом, фосфором, кальцием и другими элементами питания. Это повышает качество кормов, получаемых на сенокосах, естественных лугах и пастбищах. Под влиянием известкования улучшаются свойства почвы, усиливается устойчивость ее против эрозии. Систематическое известкование дерново-подзолистых почв повышает урожайность ржи на 0,52 т/га, озимой пшеницы – на 0,39-0,66, ячменя – на 0,36-0,51, сахарной свеклы – на 3,5-11 т/га. Затраты на известкование окупаются за 1-2 года.

Все растения по отношению к кислотности и известкованию подразделяются на следующие группы: 1) растения, наиболее чувствительные к повышенной кислотности и требующие нейтральной или слабощелочной реакции (сахарная и кормовая свекла, капуста, клевер, люцерна, рапс, горчица); 2) растения, нуждающиеся в слабокислой и близкой к нейтральной реакции (пшеница, ячмень, кукуруза, горох, вика, лисохвост, турнепс, подсолнечник); 3) растения, переносящие умеренную кислотность (рожь, овес, тимopheevka, морковь, гречиха); 4) растения, хорошо переносящие повышенную кислотность (картофель, люпин, сераделла).

Норму извести для слоя почвы 0-20 см чаще всего рассчитывают по величине гидролитической кислотности (в мг-экв. на 100 г почвы), умноженной на коэффициент 1,5. Если для известкования применяют извести с примесями, то вносят поправку, а при использовании $MgCO_3$, $Ca(OH)_2$, CaO расчетную норму извести умножают соответственно на коэффициенты 0,84; 0,74; 0,56.

Известь равномерно вносят на поверхность почвы высокопроизводительными разбрасывателями (КСА-3, АРУП-8, РУМ-8). Для заделки ее в почву применяют плуги, дисковые бороны, лемешные лулильники, фрезы.

Потребность почв в известковании определяется кислотностью почвы, насыщенностью ее основаниями, содержанием в почве гумуса, гранулометрическим составом (табл.12).

Таблица 12

Нормы извести в зависимости от кислотности и гранулометрического состава почвы (по данным Северо-Западного НИИСХ)

Почва	Нормы извести, в т, $CaCO_3$ на 1 га при $pH_{экв}$					
	4,5 и ниже	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Песчаная	5,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
Супесчаная	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
Легкосуглинистая	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Среднесуглинистая	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистая	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Глинистая	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5

Известкование проводят осенью после уборки зерновых культур, картофеля, а при неглубоком снеге в ноябре-декабре. На склоновых землях во избежание смыва удобрений, известь вносят перед основной обработкой, а на лугах и пастбищах-до посева травосмесей. В первую очередь известкуют почвы в кормовых севооборотах с сахарной и кормовой свеклой, на пастбищах с преобладанием бобовых трав.

Для известкования применяют известняковую муку, известковый туф, доломитовую муку, пылевидную сланцевую золу, дефекат (отход сахарного производства) и др.

Гипсование солонцов. Для коренного улучшения солонцов и солонцеватых почв, содержащих в ППК более 10% натрия общей емкости поглощения, проводят гипсование. При внесении в почву гипса происходит замена поглощенного натрия кальцием, вследствие чего образуется растворимая в воде соль Na_2SO_4 . Избыток солей из пахотного слоя удаляют промывками водой или дополнительным увлажнением (снегозадержание, задержание талых вод, оставление стерни и кулисных паров). Обязательное условие успешного удаления солей – понижение уровня грунтовых вод до 2,5–4 м при помощи дренажа.

При залегании в подпахотных слоях карбонатов химическую мелиорацию солонцов осуществляют с помощью мелиоративной и трехъярусной вспашки на глубину 40–50 см (плугами ПТН-40, ПТН-3-40 и др.). Применение такого приема в условиях сухой степи повышает урожайность зерновых культур на 0,3–0,5 т/га. Последствие гипсования составляет 7–10 лет, затем его повторяют.

Норма гипса на солонцах в зависимости от количества поглощенного натрия колеблется от 4 до 10 т/га. Наибольшая эффективность рассоления солонцов достигается совместным применением гипса, органических, зеленых и минеральных удобрений, орошения. При освоении засоленных почв, прежде всего, выращивают люцерну, житняк, узкоколосый донник, волоснец сибирский и др. Для гипсования применяют сыромолотый гипс и фосфогипс с содержанием сульфата кальция не менее 85%.

5.9. Система применения удобрений

Система удобрения в севообороте – план распределения органических и минеральных удобрений под отдельные культуры севооборота по срокам их внесения и способом заделки.

Важнейшие элементы системы удобрения в севообороте: 1) известкование кислых и гипсование засоленных почв; 2) рациональное сочетание органических и минеральных удобрений; 3) установление обеспеченности и потребности культур в питательных веществах с учетом свойств почв и планируемого урожая; 4) определение оптимальных доз, сроков и способов внесения удобрений с учетом зональных особенностей, степени окультуренности почвы и влагообеспеченности растений.

Основа построения системы удобрения в севообороте – баланс питательных веществ. С учетом потенциальных возможностей культуры, сорта и влагообеспеченности растений планируют величину урожая и определяют общий вынос азота, фосфора и калия.

Исходя из содержания подвижных форм питательных веществ в почве и коэффициентов их использования, устанавливают поступле-

ние элементов питания из почвенных запасов. Недостающее количество питательных веществ вносят с органическими и минеральными удобрениями.

При составлении системы удобрения в севообороте учитывают уровень потенциального плодородия почвы; предшественники; вносимые под них удобрения; степень усвоения растениями питательных веществ из вносимых удобрений и обеспеченность хозяйства удобрениями. На слабоокультуренных почвах с низким содержанием гумуса и подвижных форм фосфора и калия под зерновые культуры вносят всю расчетную дозу фосфорных и калийных удобрений, под пропашные, ее увеличивают на 30-50%. На легких почвах дозы азотных удобрений увеличивают на 15-20%.

Сроки внесения удобрений. По срокам внесения различают удобрение: основное (допосевное), припосевное (в рядки, лунки) и послепосевное (подкормка).

При основном внесении органические удобрения и большую часть минеральных (70-80%) заделывают в глубокие, влажные слои почвы для обеспечения растений элементами питания в течение всего периода вегетации.

Органические удобрения целесообразно вносить под озимые в парах в летне-осенний период, а под картофель, сахарную свеклу, кукурузу – при зяблевой обработке или весенней перепашке (рис. 12). Под пропашные культуры чаще всего их вносят в дозе 40-50 т/га, под зерновые – 15-20 т/га. На бедных питательными веществами почвах дозы увеличивают, на черноземах уменьшают. Из-за больших потерь питательных веществ на песчаных и супесчаных почвах, обладающих малой емкостью поглощения, удобрения всех видов необходимо вносить весной под предпосевную обработку почвы.



Рис. 12. Внесение органических удобрений разбрасывателями с вертикальными лопастями перед зяблевой обработкой почвы

Припосевное (припосадочное) удобрение вносят одновременно с высевом семян или посадкой клубней, рассады в рядки и гнезда. Оно позволяет лучше обеспечить питанием растения в начальный период роста, когда еще слабо развита корневая система.

Во всех зонах эффективно внесение гранулированного двойного суперфосфата (50 кг/га) или простого (100 кг/га) одновременно с высевом зерновых культур. Этот прием обеспечивает прибавку урожая зерна 0,3-0,4 т/га.

Под кукурузу, картофель, корнеплоды эффективно припосевное внесение концентрированных удобрений (нитрофоски, нитроаммофоски), содержащих фосфор, азот и калий. Из-за высокой концентрации питательных веществ, гранулы удобрений размещают лентами, на – 2-3 см глубже семян или на некотором расстоянии сбоку (во избежание контакта их с семенами). Ленточный способ внесения минеральных удобрений наиболее эффективен, так как повышает коэффициент использования питательных веществ растениями из удобрений на 10-15%, а урожайность озимых культур, по данным ВИУА, – на 0,37-0,52 т/га. Ленточное внесение удобрений в сочетании с рядковым рекомендуется на дерново-подзолистых почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава.

Подкормку применяют для обеспечения растений доступными элементами питания в периоды наиболее интенсивного их потребления. Особенно эффективны ранневесенние подкормки азотными удобрениями озимых культур, многолетних трав на сенокосах, лугах и культурных пастбищах (рис. 13). Подкормки кукурузы и корнеплодов дают эффект лишь в увлажненных районах или при орошении. В этом случае удобрения вносят в междурядья культиваторами-растениепитателями с заделкой их на глубину 10-12 см.



Рис. 13. Подкормка посевов озимой пшеницы азотными удобрениями – эффективный прием повышения их урожайности и качества продукции

Для подкормки пропашных культур можно использовать навозную жижу, разведенную в 2-3 раза водой, а также аммиачную воду и водорастворимые удобрения. С поливной водой при дождевании применяют водные растворы микроудобрений и мочевины с концентрацией на посевах люцерны 2-5%, свеклы 1,5-2%, моркови 1,2-3%, кукурузы 0,4-0,6%.

Из-за больших потерь азота при дождевании не рекомендуется применять удобрения, содержащие свободный аммиак.

Азотные удобрения хорошо растворимы в воде, легкоподвижны в почве, поэтому их вносят поверхностно на влажную почву. Фосфорные, калийные и аммиачные удобрения малоподвижны, что обуславливает необходимость перемешивания их с почвой перед посевом на глубину 10-12 см в увлажненных районах и на 10-20 см в засушливых.

Эффективность удобрений оценивают прибавкой урожайности (в т/га), окупаемостью единицы вносимых удобрений, продукцией или величиной чистого дохода в рублях. Так, по данным кафедры земледелия и МОД МСХА, в среднем за 14 лет прибавка урожайности от полного минерального удобрения составила 0,98-1,1 тыс. корм. ед., а оплата 1 кг NPK – 3,7-4,1 корм. ед.

Контрольные вопросы

1. Каково значение удобрений в земледелии?
2. Какую роль выполняют азот, фосфор, калий, кальций и другие элементы питания в жизни растений?
3. Перечислите виды органических и минеральных удобрений.
4. Какие виды удобрений применяют в качестве основного, предпосевного внесения и в подкормку?
5. В чем состоят преимущества комплексных удобрений?
6. На каких почвах эффективнее применять фосфорную муку?
7. Сколько азота, фосфора и калия содержится в навозе крупного рогатого скота?
8. Что такое компост и как его готовят?
9. Каковы основные принципы построения системы удобрений в севообороте?
10. Назовите способы использования зеленых удобрений и солом.

ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

6.1. Агроэкологические основы обработки почвы

Важнейшим звеном в системе агротехнических мероприятий является обработка почвы. Под **обработкой почвы** понимают механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий для улучшения почвенных условий жизни культурных растений и уничтожения сорняков.

Основные цели обработки почвы:

1) придание почве мелкокомковатого структурного состояния и оптимального сложения (плотности, пористости и др.) в течение всего периода вегетации, при котором она имела бы благоприятные для роста растений параметры водного, воздушного, питательного и теплового режимов;

2) поддержание ниже экономических порогов вредоносности показателей фитосанитарного состояния посевов и почвы: заделка и провокация семян сорняков, подрезание всходов и вегетативных органов сорняков, уничтожение возбудителей болезней и вредителей культур;

3) воспроизводство плодородия почв: заделка растительных остатков, удобрений, мелиорантов, гербицидов, усиление круговорота питательных веществ за счет углубления пахотного слоя почвы;

4) предотвращение эрозии за счет уменьшения стока воды, смыва и сноса почвы.

Обработка почвы должна обеспечивать расширенное воспроизводство плодородия и устойчивый рост урожайности культур, улучшение качества продукции, повышение эффективности дорогостоящих приемов земледелия (мелиорации, орошения, удобрений), защиту почвы от эрозии и экономии энергетических и трудовых затрат.

Необходимость обработки почвы обусловлена различиями между естественной (*равновесной*) плотностью сложения почвы и *оптимальной* для роста и развития культуры. Критерием качественного состояния обрабатываемого слоя служит плотность почвы и пористость аэрации. Так, зерновые колосовые культуры для нормального роста требуют такого сложения, при котором в почве содержалось бы не менее 15-20% воздуха (по объему). Такие условия складываются в том случае, когда почва имеет плотность 1,2-1,3 г/см³, которая называется оптимальной.

Пропашные культуры (картофель, свекла, кукуруза) требуют более рыхлого сложения, при котором плотность почвы равна 1,0-1,2 г/см³, а содержание воздуха – 20-35%.

Почвы с высокой равновесной плотностью сложения обрабатывают чаще и глубже, чем с низкой. На хорошо оструктуренных почвах с рыхлым сложением количество механических обработок сводят к минимуму.

Теоретической предпосылкой периодичности отвальной обработки служит дифференциация (расчленение) частей пахотного слоя по плодородию. Если почва долго остается без обработки или обрабатывается без оборота пласта, то плодородие нижней части обрабатываемого слоя снижается. В увлажненных районах дифференциация протекает быстрее, чем в засушливых, поэтому здесь для поддержания плодородия и гомогенного сложения пахотного слоя, применяют обработку с оборотом пласта.

Наряду с достоинствами интенсивные обработки почвы с преобладанием ежегодной вспашки приводят к нарушению экологического баланса органического вещества и энергии в агроэкосистемах. При этом ежегодные потери гумуса вследствие минерализации под зерновыми культурами составляют 0,7-0,8 т/га, а под пропашными они возрастают в 3-3,5 раза, что сопровождается выделением в атмосферу от 4 до 8 т/га углекислого газа. Это нарушает динамическое равновесие между компонентами экологической системы и оказывает отрицательное влияние на состояние атмосферы, приводя к изменению климата.

Исследования подтверждают, что выделение диоксида углерода из почвы в атмосферу вследствие интенсивного микробного разложения органического вещества при вспашке на 80% выше по сравнению с прямым посевом.

Аспектами экологической проблемы, связанной с обработкой почвы, являются также усиление эрозионных процессов, переуплотнение почвы под действием ходовых систем тяжелых машин и орудий, высокие затраты не восполняемой энергии.

Основные технологические операции, осуществляемые при проведении обработки почвы: крошение, рыхление, оборачивание, уплотнение, перемешивание, выравнивание поверхности, подрезание сорняков, создание микрорельефа (борозд, гряд, гребней, лунок, щелей) и сохранение на поверхности пашни стерни.

Рыхление почвы – изменение взаимного расположения почвенных отдельностей (комков, агрегатов) с образованием более крупных межагрегатных пор. Цель глубокого рыхления – создание оптимального сложения почвы, усиление микробиологических процессов, развитие корневой системы растений. Цель мелкого рыхления – разрушение капилляров ранней весной, выравнивание поверхности почвы, уничтожение проростков сорняков и подрезание их всходов,

создание на поверхности мульчирующего слоя и благоприятного ложа для семян.

Крошение почвы – дробление крупных глыб и комков до агрономически ценных размеров. Цель – оптимизация агрофизических свойств почвы, ускорение появления всходов, обеспечение равномерности заделки семян по глубине и площади.

Оборачивание почвы: верхний слой почвы 0-10 см перемещается вниз, а нижний, 10-20 или 10-25 см, выворачивается наверх. Орудие – плуг с предплужником. Цель – улучшение и выравнивание плодородия верхней и нижней прослоек почвы, борьба с распылением почвы и улучшение ее структуры, борьба с сорняками, вредителями и болезнями с.-х. культур, лишение жизнеспособности дернины многолетних трав, заделка удобрений.

Перемешивание почвы – создание однородного обрабатываемого слоя почвы. Орудие – овалный плуг без предплужника. Цель – равномерное распределение растительных остатков и удобрений в пахотном слое.

Выравнивание поверхности – устранение неровностей на ее поверхности. Орудия – бороны и катки. Цель – сохранение почвенной влаги от испарения. В малоснежных районах необходимо выравнивать почву перед уходом в зиму.

Профилирование почвы или создание микрорельефа – поделка гряд, гребней, щелей, лунок и микролиманов. Орудия – лункообразователи, плуги с удлиненными отвалами. Цель – улучшение водно-воздушных условий и теплового состояния почвы в холодных и избыточно-увлажненных северных областях.

Уплотнение почвы – изменение взаимного расположения почвенных отдельных частей с образованием более мелких пор. Орудия – различные виды катков. Цель – улучшение водного и теплового режимов почвы, создание твердого ложа для семян.

Подрезание сорняков. Орудия – культиваторы с подрезающими лапами. Цель – уничтожить сорняки и их проростки.

Рыхление почвы с сохранением стерни на поверхности поля. Цель – защита от эрозии.

6.2. Способы и приемы механической обработки почвы

Прием обработки – однократное воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий для выполнения одной или нескольких технологических операций. К общим приемам относят *вспашку, лущение, культивацию, дискование, боронование, прикатывание, шлейфование и др.* Оптимальные для роста

растений агрофизические условия в почве обеспечиваются различными способами ее обработки. Способ обработки – это характер механического воздействия на почву рабочими органами машин и орудий с целью изменения сложения большей части пахотного слоя или взаимного перемещения слоев, генетических горизонтов в вертикальном направлении.

Основную обработку выполняют следующими способами: отвальным с частичным или полным оборачиванием пласта; безотвальным с рыхлением почвы без оборота пласта; перемещающим с интенсивным рыхлением всего обрабатываемого слоя или его части (фрезерный, роторный и др.) и комбинированным (вспашка с почвоуглублением, роторная обработка с глубоким рыхлением).

Основная обработка. Это наиболее глубокая сплошная обработка почвы, существенно изменяющая ее сложение. К ней относят вспашку, безотвальное рыхление, глубокое фрезерование, чизелевание и др.

Вспашка – прием основной обработки почвы плугами, обеспечивающий оборачивание обрабатываемого слоя не менее, чем на 135°, частичное перемешивание и рыхление почвы, а также подрезание подземной части растений, заделку удобрений и растительных остатков. Вспашкой придают почве рыхлое, комковатое состояние с целью накопления влаги, создания благоприятного для растений воздушного и питательного режимов.

Для вспашки применяют отвальные плуги с *культурной, винтовой и полувинтовой* формой рабочей поверхности корпуса.

Плуги с винтовой формой отвалов хорошо оборачивают пласт почвы, но плохо его крошат. Их применяют для обработки тяжелых и задерненных почв. Плуги с полувинтовыми и культурными отвалами обеспечивают хорошее крошение и оборачивание почвы, поэтому получили наиболее широкое применение.

Вспашка плугами с предплужниками получила название *культурной*, так как она обеспечивает хорошее рыхление почвы и заделку растительных остатков. Для лучшего крошения и оборачивания почвы при культурной вспашке впереди корпуса плуга ставят предплужник, который отрезает верхнюю часть пахотного слоя шириной 25 см на глубину 8-12 см и перемещает ее на дно борозды. Основной корпус плуга поднимает нижележащий слой почвы, крошит его и засыпает сброшенный пласт (рис.14). При оборачивании происходит заделка дернины, удобрений, семян, вегетативных органов размножения сорняков; создаются хорошие условия для разложения растительных остатков и уничтожения вредителей и возбудителей болезней.



Рис. 14. Вспашка отвальными плугами с предплужниками обеспечивает полную заделку дернины многолетних трав и ускоряет ее разложение

Глубина вспашки отвальными плугами зависит от типа почвы и биологических особенностей возделываемых культур и подразделяется на мелкую (менее 20 см), обычную (20-25 см), глубокую (25-40 см) и плантажную (более 40 см).

Время вспашки определяется почвенно-климатическими условиями и особенностями агротехники культур. При возделывании озимых она проводится – за 3-4 недели до посева, чтобы почва успела осесть. Под яровые культуры лучшее время вспашки – конец лета-начало осени (зяблевая обработка), т.е. после уборки предшественника. Весновспашку проводят при наступлении физической спелости почвы.

Периодичность вспашки в севооборотах составляет: на дерново-подзолистых почвах один раз в 1-3 года, на серых лесных – один раз в 3-4 года, на черноземах – один раз в течение 4-5 лет.

При вспашке на одну и ту же глубину образуется уплотненный подпахотный слой, называемый *плужной подошвой*, который периодически необходимо рыхлить. На склоновых землях пахут поперек склона, чтобы задержать поток талых и дождевых вод, на переувлажненных почвах – вдоль склона или под некоторым углом.

Для вспашки почвы используют *навесные плуги* (ПН-8-35, ПН-4-40, ПЛН-4-35, ПЛН-5-35), *полунавесные* (ПТК-9-35, ПЛП-6-35) и др. В настоящее время для гладкой пахоты используют *оборотные плуги* (рис. 15).



Рис. 15. Обратные плуги обеспечивают отвальную обработку без свальных и развальных борозд

В районах ветровой эрозии, а также на эрозионно-опасных склонах вспашку заменяют безотвальной обработкой – рыхлением почвы орудиями без оборачивания слоев. Такой обработкой рыхлят почву, оставляя стерню на поверхности пашни, а также подрезают сорняки. Стерня задерживает снег, снижает скорость ветра в приземном слое и повышает устойчивость почвы против выдувания.

В Зауралье получила применение, разработанная Т.С. Мальцевым, система безотвальной обработки почвы, в которой исключается вспашка с оборотом пласта. Глубокое безотвальное рыхление почвы на 35-40 см проводят один раз в 3-5 лет в сочетании с ежегодными мелкими обработками-лущением или дискованием на 10-12 см.

На полях, обработанных безотвальными орудиями, почва промерзает на меньшую глубину и несколько раньше весной оттаивает. Талые воды хорошо поглощаются почвой, уменьшается их сток, вследствие чего запасы продуктивной влаги в почве повышаются в 1,5-2 раза по сравнению с отвальной обработкой.

Глубокое безотвальное рыхление на 25-27 см применяют при осенней зяблевой обработке почвы, уходе за парами. Выполняют его безотвальными плугами, плоскорезами – глубокорыхлителями (КПГ-250, КПГ-2-150, ПГ-3-5), глубокорыхлителями – удобрителями (ГУН-4, КПУ-400) и др.

Фрезерование – обработка почвы фрезой, обеспечивающая интенсивное рыхление и тщательное перемешивание. Глубина рыхления – 10-20 см. Чаще всего фрезерование применяют на дерно-

во-подзолистых, болотных и других почвах при возделывании пропашных и овощных культур. Для фрезерования применяют фрезы ФБН-0,9; ФБН-1,6; фрезерный культиватор КФГ-3,6; роторный плуг ПР-2,7.

Дискование – обработка почвы тяжелой дисковой бороной, обеспечивающая крошение и частичное перемешивание почвы на глубину до 12-14 см, а также заделку растительных остатков и удобрений, лишение жизнеспособности дернины многолетних трав и сорняков (рис. 16).



Рис. 16. Мелкая обработка тяжелой дисковой бороной обеспечивает высоко-качественную разделку почвы под посев озимых зерновых

Чизелевание – обработка почвы чизельными орудиями, обеспечивающими ее рыхление и частичное перемешивание. Чизелевание применяют для сплошного глубокого рыхления почвы без оборачивания пласта под культуры сплошного посева и пропашные, ухода за парами, а также для углубления и окультуривания пахотного слоя подзолистых, засоленных и других почв. Глубина чизелевания 20-40 см (рис 17).

Чизелевание плужной подошвы и уплотненных слоев облегчает проникновение в почву воды, воздуха и корней растений. Данный прием применяют для улучшения водопроницаемости тяжелых и засоленных почв при промывных и влагозарядковых поливах. Эффективно чизелевание для предпосадочного глубокого рыхления почвы при возделывании картофеля, корнеплодов, кормовых культур, особенно на тяжелых, заплывающих почвах.



Рис. 17. Чизельная обработка увеличивает мощность корнеобитаемого слоя и сохраняет более 70% растительных остатков на поверхности поля, что защищает почву от эрозии

К специальным приемам основной обработки относятся:

- двухъярусная вспашка – обработка с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части или взаимным перемещением верхнего и нижнего слоев;
- трехъярусная вспашка на глубину 40-50 см с частичным или полным перемещением трех слоев: пахотный слой остается на поверхности, а подзолистый и иллювиальный горизонты меняются местами;
- контурная вспашка – вспашка сложных склонов в направлении близком к горизонталям;
- гребнистая вспашка – вспашка поперек склона с образованием гребней плугом с одним удлиненным отвалом;
- гребнисто-ступенчатая вспашка – вспашка поперек склона, обеспечивающая образование гребней на поверхности поля и ступенчатого дна борозды за счет установки корпусов плуга на различную глубину;
- мелиоративная вспашка – глубокая (более 50 см) вспашка вновь освоенных земель специальными плугами в зонах избыточного увлажнения и засоления;
- плантажная вспашка – обработка плантажными плугами с предплужниками на глубину более 40 см, применяется для создания слоистого профиля при окультуривании песчаных и супесчаных почв;

- щелевание почвы обеспечивает нарезку щелей на глубину 40-60 для накопления воды и уменьшения смыва почвы на склоновых землях.

Приемы поверхностной и мелкой обработки почвы. Обработка почвы различными орудиями на глубину до 8 см считается поверхностной, а на 8-16 см – мелкой. Применяются в системе основной, предпосевной и послепосевной обработки.

Поверхностная и мелкая обработка необходима для уничтожения проростков сорняков, подготовки почвы для посева, ухода за растениями, создания условий для выполнения работ на повышенных скоростях и высококачественной уборки урожая.

Лущение – обработка почвы лущильниками, обеспечивающая рыхление, перемешивание и ее частичное оборачивание, а также подрезание сорняков. Его применяют для предпосевной, яблевой и полупаровой обработки почвы и как прием ухода за чистыми парами. Лущением на поверхности пашни создают рыхлый мульчирующий слой почвы, который защищает почвенную влагу от испарения. Это эффективный прием борьбы с сорняками, возбудителями болезней растений. Измельчение вегетативных органов размножения многолетних сорняков стимулирует их прорастание и истощение запасов питательных веществ в них. Лущение пересохшей плотной почвы после уборки зерновых культур обеспечивает хорошее качество последующей вспашки и облегчает ее проведение. Дисковыми лущильниками (рис.18) обрабатывают почву на глубину 5-8, а лемешными – на 12-16 см. Используют дисковые лущильники ЛДГ-5; ЛДГ-10; ЛД-15 или лемешные – ПЛП-5-25; ПЛП-10-25.



Рис. 18. Послеуборочное лущение стерни предотвращает иссушение почвы и является эффективным приемом борьбы с сорняками

Культивация – прием сплошной или междурядной обработки почвы культиватором, обеспечивающий ее крошение, рыхление, перемешивание, выравнивание поверхности пашни и подрезание сорняков. Основная задача культивации – улучшить водный и воздушный режимы, ускорить прогревание и подсушивание почвы весной, усилить микробиологическую деятельность и создать благоприятные условия для иммобилизации питательных веществ. Культивацию проводят на глубину 5-12 см с одновременным боронованием в зависимости от глубины заделки семян возделываемых культур.

Предпосевная культивация, кроме того, обеспечивает равномерную заделку минеральных удобрений, гербицидов, извести и создает семенное «ложе». Предпосевную культивацию осуществляют на глубину высева семян или несколько глубже с учетом усадки почвы, особенно при орошении.

Культивацию проводят поперек направления вспашки, по диагонали поля или поперек направления предшествующих обработок. Применяют прицепные и навесные культиваторы с рабочими органами различных типов: *плоскорезными, долотообразными, пружинными, игольчатыми, штанговыми* (рис. 19).



Рис. 19. Предпосевная культивация с выравниванием и уплотнением почвы кольчатыми катками под посев зерновых культур

Междурядную культивацию проводят для рыхления почвы и подрезания сорняков в междурядьях пропашных культур. На посевах картофеля используют окучники, которые присыпают почву к растениям. Во избежание повреждения культур по обе стороны ряда оставляют защитные полосы шириной 10-15 см, а культиваторы

оборудуют предохранителями. Для междурядной обработки используют универсальные (КРН-4,2; КРН-5,6; КОН-2,8ПМ; УСМК-5,4А), культиваторы – растениепитатели, которые одновременно с обработкой вносят в почву минеральные удобрения (рис. 20).



Рис. 20. Междурядная культивация с рыхлением, окучиванием и подкормкой азотными удобрениями посевов кукурузы

Боронование – прием обработки почвы боронами без оборачивания, обеспечивающий ее крошение, рыхление и выравнивание поверхности пашни, а также уничтожение проростков и всходов сорняков. Его применяют в системе предпосевной обработки почвы и как прием ухода за посевами культур, парами, пастбищами и многолетними травами. Боронование можно проводить отдельно или одновременно со вспашкой, культивацией, посевом и другими приемами.

Ранневесеннее боронование озимых и многолетних трав применяют для разрушения почвенной корки, улучшения аэрации и активизации микробиологических процессов в основном на почвах тяжелого гранулометрического состава. Этот прием хорошо уничтожает всходы малолетних сорняков. Чтобы не повреждать растения, боронование проводят в один след в дневные часы с использованием легких, средних зубовых и сетчатых борон. Зубовыми боронами рыхлят почву до глубины 4-6 см, легкими – на 2-3 см (рис. 21).

В районах проявления ветровой эрозии при почвозащитной (плоскорезной) системе обработки почвы широко используют игольчатые бороны БИГ-3А, БМШ-20. Для неглубокого рыхления и разрезания дернины при уходе за лугами и пастбищами применяют навесную луговую борону БЛШ-2,3 и пастбищную БПШ-3,1.



Рис. 21. Ранневесеннее боронование зяби тяжелыми зубowymi боронами предотвращает иссушение почвы и уничтожает всходы сорняков

Прикатывание проводят для предпосевного уплотнения и выравнивания поверхностного слоя предварительно вспаханной или разрыхленной почвы с целью снижения глыбистости поверхности поля, уменьшения испарения почвенной влаги и оседания почвы после появления всходов. Прикатывание защищает почву от выдувания, уничтожает ледяную корку на посевах озимых культур и предотвращает выпирание растений в начале весны. Этот прием применяют также до посева мелкосемянных культур: многолетних трав, льна, корнеплодов. Послепосевное прикатывание почвы в сухую погоду усиливает приток влаги к семенам, уменьшает ее испарение, улучшает контакт семян с почвой и ускоряет их прорастание. Для прикатывания минеральных почв используют гладкие водоналивные, кольчатощпоровые и кольчатые катки.

Шлейфование обеспечивает выравнивание поверхности поля и частичное рыхление верхнего слоя почвы. Его применяют для предпосевной обработки предварительно вспаханной почвы, выравнивания пашни в летне-осенний период и в условиях орошения. Шлейфование проводят волокушами, шлейф-боронами.

6.3. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в севооборотах разных зон страны

Система обработки почвы – совокупность последовательно выполняемых приемов обработки в оптимальные для данной культуры агротехнические сроки.

Система обработки почвы включает: основную обработку на глубину пахотного слоя (20-22 см) под культуры с неглубокозалегающей корневой системой или глубже (до 25-27 см) под культуры, отзывавшиеся на глубокие обработки; предпосевную обработку – перед посевом или посадкой с.-х. культур; послепосевную – проводимую после их посева или посадки.

Выделяют несколько систем обработки почв. Для большей части территории России наиболее важны *система обработки почвы под озимые культуры, система обработки почвы под яровые культуры сплошного сева и пропашные, система обработки почвы вновь освоенных и залежных земель, а также при орошении и в районах проявления водной и ветровой эрозии.*

6.3.1. Обработка почвы под яровые культуры

Система обработки почвы под яровые культуры включает летне-осеннюю (зяблевую), весеннюю (или предпосевную) и послепосевную обработку. Обработку почвы в летне-осенний период под посев яровых культур следующего года называют *зяблевой*. Она может включать один самостоятельный прием или несколько, выполняемых в определенной последовательности.

Зяблевая обработка имеет большое агротехническое и организационно-экономическое значение. В засушливых районах она способствует созданию благоприятных условий для накопления и сохранения влаги, а на переувлажненных почвах – устранению избыточного увлажнения. Осенняя обработка позволяет заделать в почву стерню, дернину, удобрения, известь и включить их в круговорот веществ, снизить засоренность полей, эффективно бороться с возбудителями болезней и вредителями.

Своевременно проведенная зяблевая обработка уменьшает иссушение почвы после уборки зерновых культур и препятствует чрезмерному ее переуплотнению. Это позволяет в дальнейшем более качественно обработать почву при наименьших затратах энергии.

Обработка после уборки культур сплошного сева и пропашных. После уборки урожая культур сплошного посева проводят лущение стерни. При лущении подрезаются сорняки, заделываются в почву семена сорных растений, измельчаются вегетативные органы размножения многолетних сорняков и создаются благоприятные условия для их прорастания. При малолетнем типе засоренности глубина лущения 6-8 см. Поля, засоренные корневищными сорняками, обрабатывают дисковыми бородами вдоль и поперек участка: первый раз на глубину 8-10 см, второй – 10-12 см. Дискование или вспашку про-

водят при массовом появлении всходов сорняков. При засоренности корнеотпрысковыми сорняками почву вместо дисковых обрабатывают лемешными лушпильниками на 14-16 см.

Основной прием зяблевой обработки – культурная вспашка, выполняемая плугами с предплужниками. Ее проводят для придания пахотному слою рыхлого, комковатого состояния, накопления и сохранения влаги осенних и зимнее-весенних осадков в почве. Вспашка – эффективное средство в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями культурных растений. Она позволяет своевременно подготовить почву к более раннему посеву яровых культур.

На дерново-подзолистых почвах пахут на глубину 20-22 см, на хорошо окультуренных серых лесных почвах и сероземах – 25-27 см. На черноземных почвах под пропашные культуры почву обрабатывают на глубину 28-30 см. Для повышения плодородия слабоокультуренных почв особое значение имеет углубление пахотного слоя. Увеличивать мощность пахотного слоя целесообразно под пропашные и бобовые культуры с одновременным внесением органических и минеральных удобрений, а также мелиорантов.

В районах достаточного увлажнения вспашку проводят без боронования, а в засушливых – с одновременным выравниванием поверхности пашни боронами или катками. В зонах распространения ветровой эрозии (степьнные районы Сибири, Поволжья) почву осенью обрабатывают культиваторами – плоскорезами с оставлением стерни на поверхности поля.

Поля, освободившиеся из-под пропашных культур (картофеля, сахарной свеклы и других корнеплодов), остаются в рыхлом и чистом от сорняков состоянии, имеют благоприятный питательный режим. Принимая во внимание поздние сроки уборки этих культур, осеннюю вспашку можно заменить дискованием или чизелеванием на глубину 10-12 см. При сильном засорении полей многолетними сорняками, проводят глубокую вспашку плугами с предплужниками.

Обработка полей из-под многолетних трав. Поля из-под многолетних трав бывают сильно уплотнены, а верхний слой почвы, обильно пронизанный корнями (дернина), обладает повышенной связностью, они часто засорены многолетними сорняками. Обработка таких полей должна быть направлена на лишение жизнеспособности вегетативных органов размножения сорняков, создание благоприятных условий для разложения дернины и провокации семян сорняков. Этим требованиям удовлетворяет культурная вспашка плугами с предплужниками.

Поля, засоренные корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, перед вспашкой дискуют в двух направлениях. Измельченные

отрезки корневищ быстро прорастают, расходуют пластические вещества и при последующей вспашке плугами с предплужниками 80% их погибает. Дернина люцерны после вспашки способна к отрастанию. Чтобы этого не произошло, такие участки за 12-15 дней до вспашки обрабатывают лемешными лушпильниками или сразу пахут плугами с удлиненными отвалами. Ранние сроки подъема пласта способствуют разложению органического вещества и повышают урожайность, поэтому в северных и восточных районах пласт пахут сразу после первого укоса. В южных районах при орошении снимают до 4-5 укосов, а почву обрабатывают после последнего скашивания.

Предпосевную обработку почвы проводят для рыхления или уплотнения почвы, выравнивания поверхности пашни и сохранения почвенной влаги от испарения, а также заделки удобрений, размещения семян культурных растений на оптимальную глубину и подрезания сорняков.

Подготовленная к посеву почва должна быть мелкокомковатой и хорошо разрыхленной на глубину высева семян, иметь уплотненное ложе для семян. Поверхность почвы должна быть выровненной, а сорняки полностью подрезаны. Например, при посеве ячменя на глубину 5 см отклонение фактической глубины предпосевной культивации от заданной не должно превышать 0,5 см (10%).

Глыбистость почвы (суммарная площадь комков размером 10 см² и более) не должна превышать для увлажненных районов 15-20%, для засушливых – 10%. Наличие глыб в посевном слое приводит к повышенному испарению влаги с поверхности почвы, большим отклонениям по глубине высева семян, неравномерному созреванию хлебов и большим потерям зерна при уборке.

Предпосевная обработка под культуры раннего срока посева (ячмень, овес, яровая пшеница, вика, горох и др.) включает ранневесеннее боронование зяби в два следа и одну или несколько культиваций с одновременным боронованием (шлейфованием) на тяжелых почвах на глубину 8-10 см, на легких – 6-8 см. Под мелкосеменные культуры, при посеве многолетних трав, а также при иссушении верхнего слоя почву прикатывают с целью создания выровненной поверхности поля для обеспечения последующей равномерной заделки семян.

В степных районах Сибири и Поволжья закрытие влаги осуществляют игольчатыми боронами, а предпосевную обработку – культиваторами-плоскорезами. Все операции (обработка почвы, внесение удобрений, посев) можно совместить, используя комбинированные машины.

Предпосевная обработка почвы под культуры позднего срока посева (просо, гречиха, кукуруза), кроме боронования зяби, включает несколько культиваций с боронованием на 8-12 см. При возделывании картофеля и корнеплодов на тяжелых, переувлажненных почвах, при орошении, а также с весенним внесением органических удобрений, проводят перепашку плугами без предплужников на глубину 14-16 см. Лучшее перемешивание удобрений с почвой обеспечивают фрезы, фрезерные культиваторы или роторные плуги. Если органические удобрения весной не вносят и почва иссушена, то ее рыхлят лемешными луцильниками без отвалов, безотвальными орудиями, чизельными плугами. При ранней посадке картофеля на переувлажненных почвах нарезают гребни культиваторами-окучками.

6.3.2. Обработка почвы под озимые культуры

Озимые зерновые культуры (пшеница, рожь, ячмень) высевают в такие сроки, чтобы осенняя вегетация их продолжалась не менее 50-55 дней. До наступления морозов они должны развить корневую систему, раскуститься и накопить необходимые для перезимовки пластические вещества. Главные задачи обработки почвы под эти культуры – создание семенного ложа, накопление доступной растению воды и питательных веществ в почве, очищение полей от сорняков. Этим требованиям, особенно в засушливых условиях, отвечают чистые пары.

Подготовка почвы под озимые культуры включает обработку чистых (кулисных) и занятых паров, а также после непаровых предшественников.

Система обработки черного пара включает два периода: летне-осенний и весенне-летний. После уборки предшественника в летне-осенний период жнивьё обрабатывают дисковыми луцильниками при засорении малолетними сорняками на глубину 5-7 см, многолетними – 10-12 см. Затем проводят вспашку плугами с предплужниками, а при появлении сорняков и последующие культивации. В Нечерноземной зоне при вспашке черных паров углубляют пахотный слой, особенно на почвах с низким естественным плодородием и на склоновых землях. Одновременно вносят органические удобрения, а кислые почвы известкуют. Во избежание больших потерь влаги весной пашню боронуют в два следа, культивируют или дискуют. Для очищения полей от семян и вегетативных органов размножения сорняков, сохранения накопленной влаги черный пар в весенне-летний период обрабатывают послойно. В степных засушливых районах при первом массовом появлении сорняков почву обрабатывают на

глубину 12-14 см рыхлящими, но не оборачивающими орудиями: культиваторами-плоскорезами, лушильниками со снятыми отвалами, культиваторами. При последующих всходах сорняков обработку ведут на меньшую глубину (8-10 и 6-8 см). Все приемы по уходу за чистым паром сопровождают боронованием или прикатыванием. Применение гербицидов позволяет сократить число культиваций с 5-6 до 2-3.

Посев кулис в чистом пару в засушливых районах обеспечивают защиту почв от ветровой эрозии, накопление снега и создают лучшие условия для перезимовки озимых культур. Урожайность озимой пшеницы повышается на 0,3-0,4 т/га.

На легких почвах поля после уборки предшественника обрабатывают культиваторами-плоскорезами на 10-14 см, на тяжелых почвах рыхлят на глубину 20-22 или 25-27 см. Засоренные поля дополнительно неглубоко обрабатывают игольчатыми (БМШ-20, БИГ-3А) или плоскорезными орудиями. Весной проводят закрытие влаги игольчатыми боронами, а при появлении сорняков в летний период почву обрабатывают противоэрозионными культиваторами или плоскорезами на 10-12 см. Глубину последующих культиваций уменьшают до 5-6 см, применяя паровые культиваторы с ножевидными рабочими органами. Кулисные растения (рапс, горчица, подсолнечник, кукуруза) высевают за месяц до посева озимых культур. Посев совмещают с очередной культивацией паров. Уход за паром в межкулисных полосах ведут, не повреждая кулис, затем их засевают озимой культурой.

В зоне достаточного увлажнения при уходе за чистым паром почву несколько раз обрабатывают дисковыми или лемешными лушильниками, каждый раз увеличивая глубину рыхления на 3-4 см. При такой обработке пахотный слой на всю глубину очищается от сорняков, так как извлеченные с глубины семена попадают в благоприятные условия и прорастают, после чего их уничтожают. За 2-3 недели до посева озимых культур на тяжелых почвах делают перепахку (двойку) пара плугами без предплужников на глубину 16-18 см с одновременным боронованием или прикатыванием.

Для лучшего выравнивания почвы, дробления комков 5-6-корпусные плуги оборудуют приспособлением ПВР-2,3 (узкоклинчатые и кольчато-шпоровые диски), а полунавесные 7-9 – корпусные плуги ПВР-3,5. Перепахка пара позволяет заделывать и перемешать органические удобрения и продукты разложения с почвой. Если почву с осени не обрабатывали, то вспашку пара проводят весной на глубину пахотного слоя. Если вспашка переносится на летний срок, то в течение весенне-летнего периода, по мере появления сорняков, поле

культивируют или дискуют с одновременным боронованием. Уход за ранним паром такой же, как за черным.

Важнейшая роль в увеличении производства зерна и кормов, особенно в зонах достаточного увлажнения, принадлежит занятым парам. В них возделывают однолетние и многолетние травы, зерновые бобовые, кукурузу на силос и др. Под парозанимающие культуры почву обрабатывают так же, как и под яровые культуры.

Поля из-под многолетних трав и засоренные участки дискуют на глубину 10-12 см. При прорастании сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками не позднее чем за две недели до посева озимых культур. Своевременная обработка дает возможность уничтожить проростки сорняков, способствует появлению дружных всходов, что обеспечивает лучшую перезимовку культур.

Для вспашки используют комбинированные пахотные агрегаты ПКА-2 (плуг, выравниватель почвы и каток). Они обеспечивают заделку растительных остатков и дернины, выравнивание поверхности пашни.

Если почва сильно иссушена и при вспашке образуются глыбы, то для предпосевной обработки парозанимающей культуры используют комбинированные агрегаты РВК-3,6 и ВИП-5,6. Они позволяют за один проход высококачественно подготовить почву для посева, повышают производительность труда в 1,5 раза и снижают энергозатраты на 30%.

На хорошо окультуренных, чистых от сорняков почвах после зерновых бобовых, раннего картофеля, однолетних трав возможна замена вспашки мелкой обработкой (на глубину 10-12 см) с применением дисковых орудий в 1-2 следа с боронованием и последующей предпосевной культивацией, а при необходимости и с прикатыванием. На уплотненной почве проводят неглубокую вспашку или отвальное лушение с боронованием. Для этого применяют более производительные плуги-лушильники, которые позволяют обрабатывать почву с большей скоростью.

В условиях интенсивного применения удобрений эффективно совмещение обработки почвы, посева озимых культур и внесения удобрений комбинированными агрегатами, которые за один проход вносят минеральные удобрения, рыхлят и прикатывают почву, высевают семена. Их использование сокращает число проходов тракторов и сельскохозяйственных машин по полю, сроки проведения полевых работ и повышает производительность труда в 1,5-2 раза.

В сидеральных парах зеленую массу многолетнего люпина, донника запахивают за 3-4 недели до посева озимых. Для лучшей заделки зеленой массы ее предварительно прикатывают или дискуют в двух направлениях. Плуги оборудуют дисковыми ножами

вместо предплужников, а впереди каждого корпуса ставят брус. После вспашки поле прикатывают, а при появлении сорняков культивируют.

6.3.3. Посев сельскохозяйственных культур

Посев – это размещение по площади поля в почве на определенной глубине семян сельскохозяйственных культур. Слово «*посадка*» обозначает такое же размещение посадочного материала: сеянцев, саженцев плодовых культур, рассады овощных, клубней, корнеплодов и других органов вегетативного размножения растений.

Способы посева. Посев должен обеспечить равномерное распределение семян на площади поля и на глубине с тем, чтобы создать благоприятные условия для появления всходов, питания, освещенности растений и механизированного ухода за культурами.

Семена кладут на твердое ложе, чтобы улучшить контакт их с почвой и влагообеспеченность проростков. Обязательное условие при посеве – тщательная выравненность поверхности пашни, особенно в засушливых районах.

Наиболее распространенные способы посева: обычный рядовой, узкорядный, широкорядный, перекрестный, полосный, ленточный, пунктирный, бороздковый, гребневой.

Обычный рядовой (с междурядьями от 10 до 25 см) применяют при посеве зерновых культур, у которых расстояние между рядками составляет 15 см. Недостатком этого способа является загущенность растений в рядках при высоких нормах высева семян (рис. 22).



Рис. 22. Посев зерновых культур механической сеялкой с одновременным внесением минеральных удобрений

Узкорядный посев проводят с междурядьями не более 10 см. Он обеспечивает более равномерное размещение семян на площади пашни.

Перекрестный посев – это рядовой посев в двух пересекающихся направлениях. Норма высева семян за один проход агрегата составляет половину заданной. Равномерное распределение семян при перекрестном способе создает лучшие условия для использования растениями света, влаги и питательных веществ. В таких посевах сильнее угнетаются сорняки. Однако удвоение числа проходов агрегата по полю ведет к уплотнению почвы, увеличению затрат и времени.

Широкорядный посев (с междурядьями более 45 см) применяют при выращивании пропашных культур (сахарной свеклы, картофеля, кукурузы, подсолнечника, хлопчатника и др.). Широкие междурядья позволяют обрабатывать почву во время вегетации растений. Ширина междурядий для сахарной свеклы принята 45 см (при орошении – 60 см), для картофеля, кукурузы – 60-70 см (рис. 23).



Рис. 23. Посев сахарной свеклы с междурядьями 45 см сеялкой точного высева с припосевным внесением комплексных удобрений

При **ленточном посеве** два или несколько рядков (строчек) с расстоянием 7,5-15 см, образующих ленты, чередуются с широкими междурядьями для прохода трактора. Таким способом высевают овощные, лекарственные и другие растения.

Пунктирный посев применяют при возделывании сахарной свеклы, кукурузы и овощных культур. Он представляет собой широко-рядный посев с одиночным равномерным распределением семян в рядках, осуществляемый сеялками точного высева.

В районах проявления ветровой эрозии практикуется **бороздковый посев** кукурузы с использованием сеялок-культиваторов, а также зерновых культур сплошного посева стерневыми сеялками. Эти способы посева ускоряют появление всходов, защищают их от выдувания и предохраняют растения от вымерзания (рис. 24).



Рис. 24. Комбинированный почвообрабатывающее-посевной агрегат на севе промежуточной культуры в районах проявления дефляции

В районах избыточного увлажнения на тяжелых почвах картофеля и овощи сажают на специальных гребнях. Гребневая посадка повышает урожайность картофеля на 15-20%.

Сроки и глубина посева

Сроки посева зависят от почвенно-климатических условий и биологических особенностей культур. Своевременность посева – обязательное условие получения высоких урожаев. При этом умень-

беспеченность культур и сокращаются сроки их вегетации. Запоздывание со сроками посева весной на 5-7 дней снижает урожайность яровых культур на 20-40%.

Показателем срока посева каждой культуры является температура почвы, при которой прорастают семена. У ранних яровых культур семена прорастают при температуре посевного слоя почвы 1-5°C, а всходы переносят заморозки. Такие культуры, как ячмень, овес, яровая пшеница, многолетние травы, вику, сераделлу, свеклу, морковь высевают в первые дни весенних полевых работ.

В таблице 13 указана глубина заделки семян с.-х. культур на различных по гранулометрическому составу почвах.

Таблица 13

**Примерная глубина заделки семян
основных сельскохозяйственных культур, см**

Культура	Легкие почвы	Тяжелые почвы
Озимые и яровые зерновые	5,0-5,5	3,0-4,0
Гречиха	6,0-6,5	3,0-3,5
Просо	3,0-4,0	1,5-2,0
Зернобобовые	7,0-7,5	3,0-3,5
Картофель	14,0-16,0	8-10
Кукуруза	8,5-10,0	5,0-5,5
Сахарная и кормовая свекла	3,0-4,0	2,0-2,5
Подсолнечник	4,5-6,0	3,0-5,0
Лен	2,5-3,0	1,0-1,5
Многолетние травы	1,5-2,0	0,5-1,0

К культурам позднего срока посева относят кукурузу, просо, картофель, гречиху, рис, сою, хлопчатник. Семена этих культур высевают в хорошо прогретую (до 10-15°C) почву и нет опасности заморозков.

Озимые культуры высевают за 50-60 дней до наступления устойчивых холодов, чтобы они могли хорошо укорениться и раскуститься. Посев в оптимальные сроки обеспечивает хорошую перезимовку и снижает поражаемость болезнями и вредителями. Примерные нормы высева семян с.-х. культур по зонам страны представлены в таблице 14.

Таблица 14

**Примерные нормы высева полевых культур
в различных регионах России**

Культура	Единица измерения	Зоны по увлажнению				Норма высева, кг/га
		избыточное	умеренное	недостаточное	засушливое	
Озимая пшеница	млн. шт./га	5,5-6	5,5-6,5	5-6	4,5-6	180-250
Озимая рожь	-//-	6-6,5	6-7	5,5-6		150-220
Яровая пшеница	-//-	-	6,5-7	5,5-6	3,5-4,5	
Ячмень	-//-	5-5,5	5-5,5	5-5,5	4-4,5	160-220
Овес	-//-	6,5-7	6-6,5	4,5-5	4-5	150-230
Просо	-//-	-	3,5-4,0	4-4,5	2,5-3,5	25-35
Гречиха	-//-		4,0-4,5	3-3,5	3,5-4	60-80
Горох, вика,	-//-	1,6-1,8	1,2-1,3	1-1,2	0,8-1	150-200
Лен	-//-	25-30	20-25	-	-	110-140
Картофель	тыс. шт/га	50-60	50-55	45-50		2,5-4,0
Кормовая свекла	-//-	100-110	90-100	80-90	90-100	16-20
Сахарная свекла	-//-	-	110-120	100-110	-	8-16
Кукуруза на зерно	-//-	-	50-60	30-40	25-30	30-50
Кукуруза на силос	-//-	140-160	130-140	120-130	110-120	45-70
Подсолнечник	-//-	-	-	40-50	30-35	30-40
Мн. травы	млн. шт/га					20-25

Площади питания и нормы высева семян

Площадь питания – это поверхность почвы, занимаемая одним растением и обеспечивающая наилучшие условия его роста и развития. Она устанавливается для каждого вида растения с учетом его кустистости, ветвления, а также увлажнения зоны, продолжительности вегетационного периода. Для позднеспелых сортов требуется большая площадь питания по сравнению с ранними. На высокоплодородных землях возможно увеличение густоты стояния растений.

Норма высева (посадки) – количество всхожих семян, высеваемых на 1 га, или их масса с учетом посевной годности, обеспечивающая заданную оптимальную густоту стояния растений. Она выражается числом всхожих семян (млн или тыс. шт.) или массой (кг, ц) на 1 га. Норма высева (посадки) различных культур изменяется в зависимости от их требований к площади питания, массы 1000 семян и их посевной годности (чистоты и всхожести).

6.3.4. Послепосевная обработка почвы

Совокупность приемов механического воздействия на почву в период от посева (посадки) до уборки возделываемой культуры называется **послепосевной обработкой почвы**. Она улучшает аэрацию почвы, уменьшает испарение почвенной влаги, уничтожает проростки сорняков и создает наилучшие условия для появления дружных всходов культурных растений. К ней относят *прикатывание, боронование, междурядную обработку, окучивание*.

Прикатывание проводят одновременно с посевом или после него для уплотнения почвы и лучшего обеспечения прорастающих семян водой.

Боронованием разрыхляют уплотнившийся слой почвы, разрушают почвенную корку и уничтожают до 90% всходов малолетних сорняков. Почвенную корку разрыхляют зубowymi, сетчатыми и прополочными боронами до появления всходов культуры. Зерновые культуры сплошного посева чаще всего боронуют в фазе кущения, пропашные – *до всходов и после них*. Боронование озимых и многолетних трав весной улучшает водно-воздушный режим верхнего слоя почвы и активизирует в нем микробиологические процессы. Проводят его поперек рядков посева, в основном на тяжелых заплывающих почвах.

Междурядную обработку на посевах широкорядных культур осуществляют для рыхления почвы. При этом создается мульчирующий слой, который снижает интенсивность испарения почвенной влаги. Кроме того, рыхление способствует лучшему использованию осадков, уничтожению всходов сорняков и мобилизации питательных веществ. Одновременно с междурядной обработкой возможна подкормка обрабатываемой культуры азотными удобрениями. Широкорядные посевы обрабатывают в продольном направлении, квадратно-гнездовые – в продольном и поперечном. Для этого используют культиваторы КРН-4,2; КРН-5,6; КОН-2,8ПМ; УСМК-5,4А и др. При возделывании сахарной свеклы и некоторых овощных культур междурядную обработку почвы сочетают с нарезкой букетов в рядках.

Окучивание применяют при возделывании картофеля, томатов, капусты и других пропашных культур. Увеличивая поверхность почвы, окучивание способствует лучшему прогреванию, устранению избыточного увлажнения, уничтожает сорняки. Оно улучшает развитие корневой системы растений, клубнеобразование у картофеля. В засушливых районах его заменяют обычным рыхлением.

6.3.5. Минимальная обработка почвы

Минимальной называют такую обработку почвы, которая обеспечивает уменьшение энергетических затрат в результате снижения числа и глубины обработок, совмещения и выполнения нескольких технологических операций в одном рабочем процессе.

Обработка почвы – самый энергоемкий и дорогостоящий прием земледелия: на обработку почвы приходится 40% энергетических и 25% трудовых затрат от всего объема полевых работ по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур. Минимализация обработки почвы позволяет повысить производительность труда в 1,6-2 раза и снизить затраты труда в расчете на 1 га пашни на 30-40%.

Обоснованием минимальной обработки является то обстоятельство, что хорошо оструктуренные почвы (темно-серые лесные, черноземы, каштановые) имеют благоприятные для роста растений агрофизические свойства и не требуют интенсивной механической обработки.

Многочисленные проходы тяжелых машин и орудий по полю приводят к сильному уплотнению почвы, ухудшению ее агрофизических свойств, а вследствие этого и к снижению урожайности зерновых культур, которая на черноземах составляет 0,5-0,7, а на дерново-подзолистых 0,8-1,2 т/га.

Увеличение глыбистости при уплотнении снижает всхожесть семян и вызывает необходимость проведения многократных предпосевных обработок, что ускоряет разложение гумусовых веществ, разрушает структуру почвы, увеличивает непроизводительные потери элементов питания и влаги. При интенсификации земледелия минимализацию обработки почвы следует рассматривать как важнейшее условие улучшения гумусового баланса, сохранения потенциального ее плодородия, защиты от эрозии и сокращения сроков выполнения полевых работ.

Снижение интенсивности обработки. На хорошо окультуренных почвах с благоприятными свойствами можно сократить число и глубину обработок в чистых и кулисных парах, число междурядных рыхлений в посевах широколинейных культур (сахарная свекла, куку-

руза, картофель и др.) благодаря использованию гербицидов для борьбы с сорняками.

Возможность применения минимальной обработки почвы зависит от почвенных и климатических условий, особенностей возделываемых культур, засоренности посевов. Например, в районах достаточного увлажнения проведение весной вспашки, фрезерования или глубокого рыхления под пропашные культуры позволяет отказаться от осенней глубокой обработки почвы или ограничиться лишь лушением. На хорошо окультуренных, рыхлых и чистых от сорняков почвах при возделывании зерновых культур вспашку можно заменить поверхностной обработкой.

Совмещение технологических операций. Перспективным направлением минимализации является совмещение нескольких технологических операций (внесение удобрений, обработка почвы, посев) и выполнение их за один проход комбинированными агрегатами типа КА-3,6; СЗС-2,1. Агрегат КА-3,6 состоит из навесного фрезерного культиватора КФС-3,6 и зерновой сеялки СЗ-3,6. Он совмещает предпосевную обработку не вспаханной с осени почвы фрезой на глубину 8-10 см, внесение удобрений, посев зерновых и прикатывание почвы. Для предпосевной обработки таких почв под озимые используют агрегат АКП-2,5, в состав которого входят дисковые и плоскорезные рабочие органы, кольчато-шпоровый каток. Применение РВК-3,6; ВПП-5,6 и АКР-3,6 позволяет за один проход высококачественно подготовить вспаханную почву для посева.

На почвах с высоким уровнем плодородия при отсутствии многолетних сорняков под озимые культуры, размещаемые после зерновых бобовых, пропашных и однолетних трав, вспашку можно заменить мелкой или поверхностной обработкой почвы. Для этого используют широкозахватные дисковые лушпильники, тяжелые дисковые бороны, фрезерные культиваторы, а в районах ветровой эрозии культиваторы – плоскорезы.

Мульчирующая обработка и прямой посев зерновых культур. В степных засушливых регионах, подверженных ветровой эрозии широко применяют ресурсосберегающую технологию возделывания зерновых культур на основе мульчирующей обработки и прямого посева. Мульчирующая обработка – это сочетание поверхностных или мелких обработок без оборачивания почвы с оставлением стерни и соломы на ее поверхности. Мульчирующий слой создают из растительных остатков и измельченной соломы при уборке хлебов (рис. 25). Растительная мульча из стерни и соломы защищает почву от перегрева, уменьшает на 25% непродуктивные потери почвенной влаги, а в зимний период способствует задержанию и нако-

плению снега. Наряду с этим, она замедляет прорастание семян сорняков и повышает конкурентную способность зерновых культур.



Рис. 25. Создание мульчирующего слоя на поверхности почвы из измельченной соломы при уборке озимой пшеницы

В целях сохранения мульчирующего слоя все последующие глубокие обработки выполняют культиваторами-плоскорезами (КПШ-5; КПШ-9; КПШ-11), а поверхностные – игольчатыми бородами (БИГ-3А), бородами-мотыгами (БМШ-15; БМШ-20) или комбинированными агрегатами типа АКП-5.

Мульчирующая обработка эффективна в зернопаровых, зернопаропропашных и других севооборотах зерновой специализации. При возделывании озимых культур ее проводят после уборки непаровых предшественников с помощью комбинированных агрегатов АКП-2,5; АКП-3,8; АКП-5; АКП-6; АКП-7,2. Они снабжены сферическими или игольчатыми дисками, плоскорезущими лапами, спирально-кольчатыми катками и выравнивающими приспособлениями. Такие агрегаты хорошо рыхлят верхний (8-10 см) слой, вносят минеральные удобрения, перемешивают почву со стерней и соломой и готовят ее для посева.

Под яровые зерновые культуры раннего срока посева мульчирующую обработку проводят в осенний период с помощью комбинированных агрегатов КУМ-8, АКВ-4, которые снабжены игольчатыми

дисками, плоскорезными лапами и ротационными боронами. Это позволяет проводить послойную предпосевную обработку до глубины 14-16 см под кукурузу, а под зерновые – на 10-12 см.

Высокоэффективным зарекомендовало себя сочетание мульчирующей обработки почвы с прямым посевом.

Прямой посев – это посев семян зерновых культур в необработанную почву с одновременным внесением в рядки минеральных гранулированных удобрений. Его проводят специальными сеялками-культиваторами типа СЗС-2,1Л; СКТ-4К; СТС-6; СЗС-12 или сеялками прямого посева СЗПП-1, СЗПП-4, сорняки при этом уничтожают гербицидами (рис. 26).



Рис. 26. Внесение почвенных гербицидов прицепным штанговым опрыскивателем – наиболее эффективный прием борьбы с сорняками

В условиях безпахотного земледелия большое значение имеет применение многофункциональных посевных комплексов типа ПК-8 «Кузбасс», ППК-8,2; АУП-18. Основным преимуществом их является то, что они протравливают семена, осуществляют ленточное внесение удобрений, рыхление почвы, посев зерновых с одновременным прикатыванием (рис. 27).

Высокая производительность (6-8,5 га/час) агрегатов позволяет снизить затраты труда в 2 раза, а энергозатраты на 40-50% на производство 1 т зерна яровой пшеницы, а также зерновых бобовых культур, кукурузы и рапса.



Рис. 27. Прямой посев снижает энергозатраты при возделывании культур сплошного сева, без потери их продуктивности

Необходимыми условиями мульчирующей обработки почвы и прямого посева являются:

- зернопаровые, зернопаропропашные севообороты с короткой ротацией;
- эффективная борьба с засорителями посевов (падалица) в послеуборочный период и перед посевом;
- тщательное выравнивание поверхности почвы в период предпосевной ее обработки;
- комплексная защита растений от сорняков, болезней и вредителей.

Отрицательным моментом прямого посева является снижение биологической активности почвы на 21,6-26,2%, что ухудшает обеспеченность растений доступными элементами питания, особенно азотом и фосфором, а также повышенная засоренность посевов. Поэтому при минимализации обработки почвы и прямом посеве целесообразно увеличивать дозы азотных и фосфорных удобрений на 10-15%, а для борьбы с сорняками – использовать высокоэффективные гербициды.

Результаты многолетних исследований показали, что поверхностная обработка дерново-подзолистой почвы и прямой посев не снижают урожайности озимой пшеницы после однолетних трав, а ячменя и овса после пропашных и озимых культур (табл. 15).

**Урожайность зерновых культур при разных системах обработки
дерново-подзолистой почвы, т/га**

Система обработки почвы	Озимая пшеница	Овес	Ячмень
Отвальная	3,0	3,6	4,1
Чизельная	3,7	4,0	4,8
Поверхностная	3,4	3,8	4,2
Прямой посев	3,0	3,8	3,8

6.3.6. Обработка орошаемых земель

Система обработки орошаемых земель связана с режимом орошения, так как под действием воды зачастую ухудшаются свойства почвы. Разрушение структуры и уплотнение почвы при поливе уменьшают ее водопроницаемость, ухудшают аэрацию и приводят к потерям питательных веществ. В связи с этим система обработки должна обеспечить рыхлое сложение почвы, при котором создавались бы наилучшие условия для использования воды, удобрений, а в целом — для эффективного плодородия почвы.

Для равномерного распределения воды на поливаемой площади осуществляют планировку поля. При поливе затоплением на рисовых полях необходима горизонтальная планировка, а при поливе по бороздам и полосам — под наклонную поверхность. Если почва иссушена, то осенью до или после лущения дают влагозарядковый полив. Увлажнение почвы благоприятствует прорастанию семян сорняков, улучшает крошение почвы и качество зяблевой обработки.

На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, проводят двукратное лущение стерни: первое — на 6-8 см после уборки зерновых, второе — лемешное на 10-12 см при появлении всходов сорняков. При новом отрастании сорняков пашут с углублением пахотного слоя. Одновременно со вспашкой нарезают поливные борозды, а затем и временные оросители. После обработки и полива поверхность поля выравнивают бородами, культиваторами и другими орудиями. Последующее уплотнение почвы, а также всходы сорняков устраняют поверхностными культивациями, чизелеванием. На тяжелых почвах осенью проводят щелевание на глубину 38-40 см для лучшего впитывания влаги осадков и ускорения поспевания почвы весной.

Ранневесенняя и предпосевная обработки включают боронование, несколько культиваций с боронованием и шлейфование. Недостаточно выровненную поверхность поля планируют. При подготовке поля к вегетационным поливам глубину предпосевной культивации увеличивают на 3-4 см.

Важное значение при уходе за посевами при орошении имеют устранение почвенной корки и поддержание поверхности пашни в рыхлом состоянии. Для этого проводят довсходовое и послеवсходовое боронование зубowymi, сетчатыми боронами или ротационными мотыгами. Посевы люцерны первого года жизни боронуют после укосов, а посевы прошлых лет при сильном засорении рыхлят культиваторами с долотообразными лапами. Междурядья пропашных культур после полива рыхлят на большую глубину по сравнению с неорошаемыми участками.

Контрольные вопросы

1. Задачи обработки почв.
2. Какие технологические операции выполняются при вспашке?
3. Перечислите приемы основной и поверхностной обработки почвы.
4. С какой целью и какими орудиями проводят лущение стерни?
5. Что понимают под основной, предпосевной и послепосевной обработкой почвы?
6. Каковы особенности обработки почвы под озимые, яровые зерновые культуры?
7. Что такое ресурсосберегающая обработка почвы и каковы ее основные направления?
8. Под какие культуры углубляют пахотный слой?
9. Какие агротехнические требования предъявляют к вспашке, плоскорезной обработке почвы, посеву?
10. Какие способы посева применяют для зерновых колосовых и пропашных культур?

ГЛАВА 7. МЕЛИОРАТИВНЫЕ И ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Мелиорация – это система организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению сельскохозяйственных угодий для регулирования водного, воздушного, питательного и теплового режимов почв и посевов. В зависимости от природных условий того или иного региона применяют гидротехнические, агротехнические, лесные и химические мелиорации.

Гидротехнические мелиорации предусматривают регулирование водного и связанного с ним воздушного режимов почв. К ним относят осушение избыточно увлажненных почв, орошение и обводнение земель в засушливых районах, а также противоэрозионные мероприятия на склоновых землях, предупреждающие смыв и размыв почв.

Агротехнические мелиорации включают приемы регулирования водного и воздушного режимов почв и поверхностного стока с помощью механических обработок, севооборотов, кулис и полосного размещения посевов. К ним относят мероприятия, снижающие поверхностный сток (бороздование, гребневание, узкозагонная вспашка поперек склона, планировка поверхности пашни и др.) и перераспределяющие внутрипочвенный сток и улучшающие аэрацию почвы (углубление пахотного слоя, кротование, глубокое рыхление).

Лесные мелиорации предусматривают оптимизацию климатических, почвенных, гидрологических условий с помощью лесных насаждений и защиту почв от эрозии.

Химические мелиорации направлены на улучшение химических свойств почв и включают известкование кислых почв, гипсование солонцов, применение удобрений.

С помощью мелиорации устраняют неблагоприятные для растений свойства почвы: переувлажненность, кислотность, щелочность, засоленность и чрезмерную уплотненность. Мелиоративные приемы позволяют предупредить эрозию, защитить почву от разрушения, а в засушливых районах улучшить влагообеспеченность растений.

Осуществление мелиоративных мероприятий способствует повышению плодородия пахотных почв, продуктивности лугов и пастбищ, создает условия для получения высоких и устойчивых урожаев. Так, по данным Волгоградского НИИ орошаемого земледелия, урожайность зерна кукурузы в среднем за 6 лет при орошении повысилась с 2,67 до 10,43 т/га, сорго – с 3,76 до 8,84, яровой пшеницы – с 2,84 до 5,56 т/га.

7.1. Орошение

Орошение – важнейшее, средство регулирования водного режима почв и получения программированных урожаев в засушливых районах. Оно позволяет поддерживать оптимальную влагообеспеченность растений в течение всей вегетации и особенно в критические периоды водопотребления. Благодаря увлажнению улучшается микроклимат приземного слоя воздуха, тепловой режим почвы, растения хорошо снабжаются питательными веществами, увеличивается их урожайность.

Источником орошения могут служить реки, озера, водохранилища, подземные воды с температурой 15-26°C с содержанием солей не более 1,5 г на 1 л воды.

Для орошения устраивают сеть оросительных, водозаборных, водонапорных и гидротехнических сооружений, каналов и трубопроводов, называемых *оросительной системой*. Оросительная система включает: источник орошения, головное водозаборное сооружение, подводящие каналы (главный, междоустьевный, хозяйственный) и участковые постоянные оросители (распределители), а также временные оросители (борозды, полосы).

В зависимости от распределения воды и увлажнения почвы различают следующие **способы орошения**: *поверхностное, дождевание и внутрипочвенное*. При поверхностном орошении вода из источника подается по подводящему каналу или трубопроводу на поверхность поля и распределяется по бороздам, напуском по полосам или затоплением чеков.

При поливе по бороздам вода из временных оросителей поступает в выводные борозды, а затем в поливные. Двигаясь с небольшой скоростью, она впитывается в стенки и дно борозды и равномерно увлажняет почву. Полив по мелким бороздам (10-12 см) проводят на культурах сплошного посева (пшеница, ячмень, многолетние травы), а по глубоким (20-22 см) – на пропашных (кукуруза, хлопчатник, картофель). Расстояние между бороздами 0,5-1 м, длина в зависимости от уклона поля 50-130 м.

Полив напуском по полосам или затоплением проводят на хорошо выровненном поле, предварительно разделенном водоудерживающими валами высотой 20-30 см на отдельные орошаемые полосы или участки (карты). Длина полос 50-300 м, а ширина должна быть кратной ширине захвата сеялки. Поливные карты длиной 400-1500 м и шириной 150-250 м разделяют поперечными валами на чеки, площадь которых составляет 2-5 га. Напуском по полосам поливают многолетние травы, зерновые культуры, а затоплением – рис.

Дождевание – наиболее широко распространенный способ полива. Воду разбрызгивают над посевами культур, увлажняя почву и

приземный слой воздуха. Для этого используют дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70; ДДН-100, двухконсольные агрегаты ДДА-100М; ДДА-100МА, а также широкозахватные дождевательные агрегаты ДМУ «Фрегат»; ДФ-120 «Днепр»; ДКШ-64 «Волжанка»; «Кубань» и др.

Дождевание – перспективный способ орошения овощных, кормовых культур и пастбищ. Оно имеет следующие преимущества: отсутствие оросительной сети позволяет свободно двигаться машинам по полю, орошение небольшими нормами снижает расход воды, не требуется особо тщательной планировки поверхности пашни, увлажнение почвы и приземного слоя воздуха создает благоприятный для растений микроклимат.

Очень хорошо влияет на растения мелкодисперсное дождевание, при котором особыми установками создаются мельчайшие капли воды, увлажняющие растения и приземный слой воздуха.

Синхронно-импульсное дождевание проводят очень малыми нормами при помощи дождевательных импульсных аппаратов КСИД-10 и КСИД-30. Вода накапливается в специальном гидропневмоаккумуляторе и периодически выбрасывается под действием сжатого воздуха в виде дождя с малой интенсивностью и мельчайшими каплями. При этом способе полива не повреждаются нежные части растений, не разрушается структура почвы, лучше регулируется микроклимат на посевах и экономнее расходуется вода.

Лиманное орошение – однократное весеннее увлажнение почвы талыми водами способом затопления. Его проводят в засушливых степных и лесостепных районах страны. Талые воды задерживают на пологих склонах, в поймах рек земляными валами. Продолжительность затопления водой слоем 20 см составляет: на озимых культурах – 2-3 суток, люцерне – 5-8, лугах и пастбищах – 10-15 суток. Участки под посев яровых зерновых культур затапливают водой на 6-10 суток. Лиманное орошение повышает урожайность трав в 4-6 раз, зерновых и зерновых бобовых культур – в 2-3 раза.

При внутрипочвенном орошении вода под небольшим давлением подается к корням растений по трубам-увлажнителям, расположенным в подпахотном слое. Глубина закладки увлажнителей 40-50 см, расстояние между ними 5-8 м в напорных системах и 1,5-2 м в безнапорных. Вода в почву поступает из труб через отверстия или зазоры размером 1-2 мм, поднимается по капиллярным порам и увлажняет почву пахотного слоя.

По назначению поливы бывают влагозарядковые, предпосевные, вегетационные, подкормочные и противозаморозковые. На засоленных почвах осуществляют промывные поливы для удаления солей. Сроки полива устанавливают по влажности почвы, фазам роста рас-

тений, концентрации клеточного сока растений и другим показателям.

Растения хорошо растут и развиваются при влажности тяжелосуглинистой почвы – 75-80%, средне- и легкосуглинистой – 65-70%, супесчаной – 35-60% предельной полевой влагоемкости. Показатель начала полива – влажность почвы ниже этих пределов.

Общий расход воды с 1 га растительным покровом называют суммарным водопотреблением, а количество воды (в м³), израсходованное культурой за время вегетации на создание 1 т урожая, – коэффициентом водопотребления. Этот показатель включает продуктивный расход воды растением (транспирация) и непродуктивный (физическое испарение, поверхностный сток воды, инфильтрация и потребление сорняками).

Количество воды, необходимое для орошения за весь период вегетации, составляет оросительную норму, а количество воды, подаваемое на 1 га за один полив, – поливную норму. Поливные нормы зависят от способа полива, зональных особенностей и составляют при дождевании 400-600 м³/га, а в засушливых районах при поливе по бороздам – 700-1000 м³/га.

Одной из важнейших проблем в условиях орошения становится борьба с засолением, особенно при подъеме грунтовых вод. Критической глубиной залегания грунтовых вод для песчаных почв принято считать 1 м, для суглинистых – 3 м. При подъеме грунтовых вод их отводят, используя дренажную сеть.

Для орошения пастбищ, кормовых и технических культур могут также применяться очищенные сточные воды животноводческих комплексов, промышленных предприятий и бытовых учреждений. Они содержат азот, фосфор, калий и кальций. При внесении в почву во вне вегетационный период сточные воды разбавляют чистой водой в соотношении от 1:1 до 1:3, а в период вегетации растений – до 1:8. Почвы на полях орошения должны иметь высокую водопроницаемость. Поля следует тщательно планировать и периодически глубоко (на 25-30 см) рыхлить. Полив сточными водами осуществляется по бороздам или дождевальными установками. Оросительная норма зависит от водопотребления культур и влагоемкости почвы. На легких почвах она составляет 2-2,5 тыс. м³/га, на тяжелых увеличивается до 5 тыс. м³/га. При орошении пастбищ сточными водами скармливание начинают через 15-20 дней после полива.

7.2. Осушение

Осушение избыточно увлажненных земель проводят для усиления аэрации почвы, улучшения теплового режима и активизации

микробиологических процессов, связанных с разложением органического вещества. Оно позволяет улучшить питание растений, создать благоприятные условия для их роста, что способствует повышению эффективности удобрений и получению устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В зависимости от типа водного питания и длительности переувлажнения различают почвы минеральные временного увлажнения и постоянно заболоченные — торфяно-болотные.

Переувлажнение создается условиями рельефа, превышением атмосферных осадков над их расходом, расположением близко к поверхности грунтовых вод и другими причинами. **Осушение** — совокупность инженерно-мелиоративных и агро-мелиоративных мероприятий по удалению избытка поверхностных и грунтовых вод. В зависимости от преобладающего типа переувлажнения применяют два основных метода осушения: ускорение поверхностного стока и понижение уровня грунтовых вод.

Для отвода избыточной воды используют технические устройства и сооружения, которые характеризуют способ осушения. Применяют в основном два способа осушения: открытой осушительной сетью каналов и закрытой (дренажем). *Осушительная система* включает регулирующую, ограджающую и проводящую сеть каналов, водоприемник, различные гидротехнические сооружения, дорожную сеть и т.д.

Регулирующая сеть состоит из осушительных и собирательных каналов. Она служит для приема и отвода поверхностных и грунтовых вод в проводящую сеть каналов. Ограджающая сеть включает нагорные и ловчие каналы, которые перехватывают поверхностные и грунтовые воды, поступающие на осушаемую площадь. Дамбы и валы служат защитой осушаемого участка от паводковых вод. Проводящая сеть (магистральные каналы, коллекторы) принимает воду из регулирующих и ограджающих каналов и отводит ее в водоприемники: реки, озера.

Для ускорения поверхностного стока воды осушительные каналы прокладывают на глубину 50-60 см, с шириной в верхней части 100-120 см, в нижней — 20-30 см. Каналы длиной 800-1200 м располагают поперек общего склона местности на расстоянии один от другого 50-200 м. Для понижения грунтовых вод каналы должны быть более глубокими.

Открытые осушительные каналы занимают до 20% полезной площади пашни, быстро разрушаются, зарастают сорняками и создают трудности для работы широкозахватных машин и агрегатов. Закрытый дренаж, представляющий собой сеть закрытых трубчатых или пористых канав, гораздо удобнее.

Гончарный дренаж устраивают из керамических трубок длиной 33 см с внутренним диаметром 50-250 мм. Трубки диаметром 50 и 75 мм применяют для устройства регулирующей сети, а большего диаметра – проводящей. Дренажные трубки укладывают плотно одну к другой в траншею с заданным уклоном на глубину 0,9-1,2 м. В зависимости от уклона наибольшая длина дрен при осушении минеральных почв 250 м, расстояние между дренажами составляет 20-35 м.

Для защиты дрен от заиливания стыки трубок обкладывают фильтрующим материалом (стеклоткань, торф, мох), затем траншеи засыпают грунтом. Вода проникает в дрены через зазоры в стыках трубок и по проводящей системе каналов отводится в водоприемник.

Широкое распространение получает **дренаж из пластмассовых трубок** с водоприемными отверстиями или спиральновитых труб. Пластмассовый дренаж создают траншейным и бестраншейным способами. Срок службы гончарного и пластмассового дренажа 50 лет.

Кротовый дренаж – временные полости диаметром 7-10 см, создаваемые в почве кротодренажными машинами для отвода избыточной воды и улучшения аэрации почвы. Кротовые дрены закладывают только на суглинистых, глинистых и торфяных почвах на глубине 0,9-1,1 м с расстоянием между кротовинами 5-10 м. Срок службы кротовин составляет 3-5 лет. Закрытую дренажную сеть используют для осушения лугов и культурных пастбищ. Если осушительные мелиорации на лугах проводят без коренного их улучшения, то можно использовать и открытую регулирующую сеть. На пастбищах открытые осушительные каналы располагают по границам этих угодий или вдоль прогонов скота, ограждая их изгородью.

Для Нечерноземной зоны наиболее перспективны осушительно-увлажнительные системы двустороннего регулирования водного режима. В этих системах закрытый дренаж сочетается с подпочвенным увлажнением (по дренажу) или дождеванием. На землях с двусторонним регулированием водного режима осушительную сеть используют для подвода оросительной воды к дождевальным установкам.

При освоении осушенных земель проводят комплекс культурно-технических мероприятий: удаление лесостарниковой растительности и камней, срезку и разделку кочек, разработку мохового покрова, планировку поверхности, внесение извести, органических и минеральных удобрений, фрезерование и вспашку.

7.3. Защита почв от эрозии

7.3.1. Основные факторы и условия развития эрозии

Эрозия – это различные явления разрушения почвы, ее плодородия и потери биогенных элементов под действием природных факторов (воды, ветра и др.) и хозяйственной деятельности человека. В зависимости от действия фактора, вызывающего проявление эрозии, различают *водную*, *ветровую (дефляция)*, *ирригационную* (при орошении), *химическую* (загрязнение почвы пестицидами, удобрениями), *пастбищную* (разрушение почвенного покрова скотом) и другие формы.

Водная эрозия подразделяется на поверхностную (при равномерном смыве почвы на пологих склонах) и линейную, сопровождаемую размывом почвы водой и образованием промоин и оврагов. В результате поверхностной эрозии образуются слабо-, средне- и сильно-смытые почвы.

Наиболее вредоносными формами ветровой эрозии являются *пыльные бури*, (снос почвы), возникающие при скорости ветра более 12 м/сек.

В зависимости от интенсивности проявления различают естественную эрозию, при которой разрушение почвы не превышает темпов ее почвообразования, и ускоренную – превышающую образование почвы.

Все виды эрозии почвы причиняют значительный экономический ущерб сельскому хозяйству и природной экологической среде. При водной он проявляется в чрезмерно большом стоке дождевых и талых вод (более 80-100 мм) на склонах и выщелачивании питательных веществ. Так, ежегодные потери биогенных веществ с одного гектара на смытых почвах достигают азота – 70 кг, фосфора – 9 кг, калия – 66 кг.

Смыв и размыв почвы на склоновых землях вызывает большие потери гумуса (до 227 кг/га в год) и ухудшение ее свойств, образование оврагов, а также заиление рек, прудов, водохранилищ и их загрязнение пестицидами и удобрениями. На землях, подверженных ветровой эрозии, происходит снос почвы, засыпание переносимой массой растений и гибель посевов.

Водная и ветровая эрозия приводит к уменьшению площади пашни, снижению плодородия почвы и урожайности культур на 30-70%, а также к ухудшению качества продукции.

Основными факторами и условиями проявления эрозии являются *природные и антропогенные* (рис.28).

К природным факторам относят климат, интенсивность осадков, рельеф, тип почвы и ее гранулометрический состав, отсутствие растительного покрова и др.

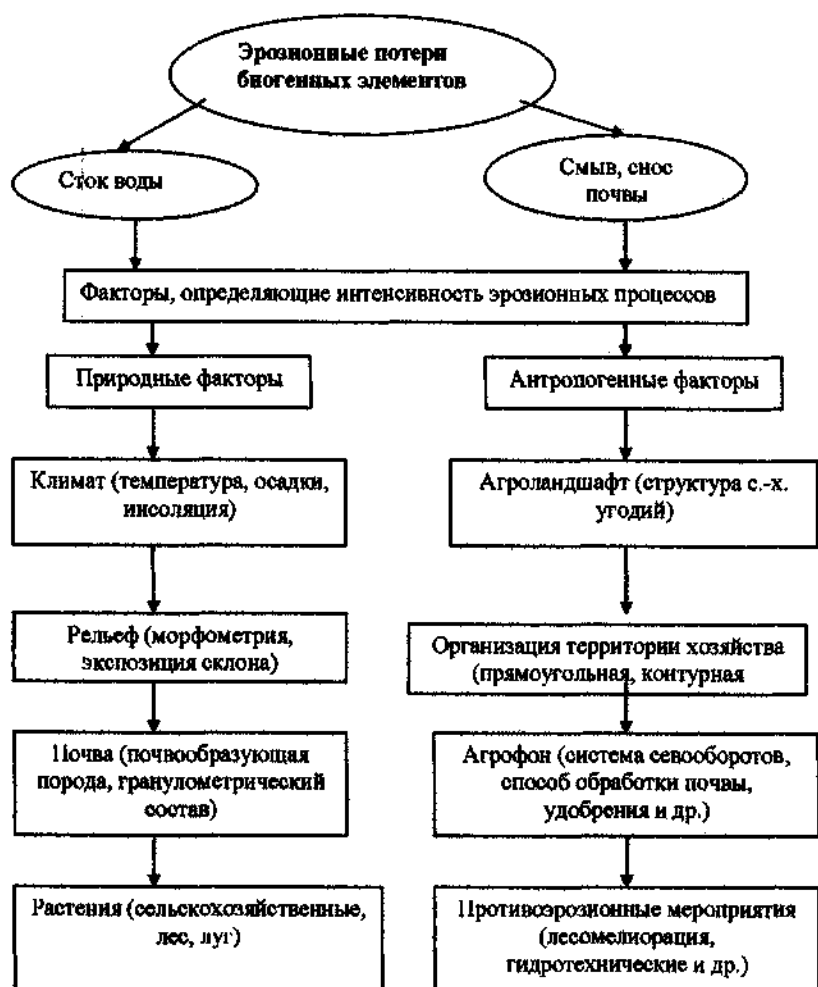


Рис. 28. Эрозионные потери биогенных элементов

Антропогенные факторы связаны с хозяйственной деятельностью человека по использованию земель агроландшафта, которая определяется структурой сельскохозяйственных угодий, т.е. соотношением пашни, леса, лугов, пастбищ и садов.

Проявление эрозии связано с уничтожением растительности, интенсивной пастьбой скота, сплошной вырубкой лесов, несоответствием ландшафтным условиям способов обработки почвы, посева культур и др.

Чрезмерная распаханность территорий (более 70-90%) приводит к опустыниванию и ухудшению экологической среды человека, животных и других организмов.

7.3.2. Комплексная защита почв от водной эрозии

Почвозащитный и противозерозионный комплекс включает *организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия.*

Организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают обследование, учет и картографирование эродированных земель, разработку проекта внутрихозяйственного землеустройства, противозерозионную организацию территории, освоение почвозащитных севооборотов.

Наряду с этим планируют мероприятия по поверхностному и коренному улучшению природных кормовых угодий, выполаживание вершин оврагов и залужение склонов.

Основой почвозащитного земледелия является противозерозионная и водоохранная организация территории землепользования: прямоугольная, контурная, контурно-мелиоративная и др. На продольно-прямых склонах применяют прямоугольную организацию территорий, при которой поля (рабочие участки) размещают длинной стороной поперек склона. Ширина полей на склонах 3-5° составляет не более 300-400 м.

На сложных поперечно-выпуклых склонах применяют контурное размещение полей (параллельно горизонталям местности, чтобы они не концентрировали потоки воды. На крутых склонах более 5° применяют контурно-мелиоративную организацию территории, при которой по границам линейных рубежей (поле, участки) размещают лесонасаждения с водозадерживающими каналами или валами. Ширину участков, полос при этом уменьшают до 50-60 метров.

Система почвозащитных севооборотов обеспечивает надежную охрану почв от эрозии. Их дополняют промежуточными посевами, полосным размещением культур, буферными полосами. На полях с крутизной от 3 до 5° проектируют зернотравяные севообороты, в которых доля многолетних трав составляет 28,6-40%. Например, на среднесмытых дерново-подзолистых и серых лесных почвах целесообразно вводить следующие севообороты: 1) овес с подсевом многолетних трав; 2) многолетние травы 1 г.п.; 3) многолетние травы 2 г.п.; 4) озимая рожь; 5) зернобобовые; 6) озимая рожь.

На землях ограниченного использования (склоны 5-8°) планируют травяно-зерновые и травопольные севообороты, в которых долю многолетних трав увеличивают до 50-70%.

Наиболее эффективны агротехнические противоэрозионные мероприятия, которые менее энергоемки и быстрее окупаются прибавкой урожая. Они включают почвозащитные способы обработки почвы, посева, приемы регулирования задержания стока талых и ливневых вод, повышенные дозы органических и минеральных удобрений, известкование кислых почв.

Для перевода поверхностного стока во внутрипочвенный с целью увеличения водопроницаемости почвы применяют вспашку поперек направления склона, вспашку плугами с почвоуглубителями, с вырезными отвалами, глубокое безотвальное рыхление.

Вспашка поперек склона эффективна на поперечно-прямых склонах крутизной 2-3° со слабо- и среднесмытыми почвами. На сложных склонах обработку осуществляют по горизонталям, повторяя контуры склона, такую обработку называют контурной. Образованные гребни, борозды при вспашке поперек склона сокращают поверхностный сток воды в 2-3,5 раза и увеличивают ее накопление на 150-200 м³ на гектар. Пашут склоны оборотными плугами (ПНО-3-35), чтобы пласты почвы оборачивались в направлении верхней части склона.

Вспашка плугами с почвоуглубителями, плугами с вырезными и безотвальными корпусами эффективна на средне- и сильносмытых почвах с мощностью гумусового горизонта менее 18 см. С помощью этих приемов рыхлят уплотненные подпахотные слои без выноса малоплодородного слоя почвы на поверхность. Глубокое рыхление уменьшает глубину промерзания почвы, ускоряет оттаивание ее весной. Это способствует лучшему поглощению воды почвой и увеличению ее запасов на 12-15 мм.

Вспашку и безотвальное рыхление на склонах проводят в занятых парах, под озимые, зернобобовые культуры с помощью плугорыхлителей ПРК-4-40, чизельных орудий (ПЧ-2,5; ПЧ-4,5), плоскорезов-глубокорыхлителей (КПГ-250А; ПГ-3-100).

Щелевание как специальный прием применяют для перевода поверхностного стока во внутрипочвенный на многолетних травах, посевах озимых культур. Щели шириной 5-8 см и глубиной 40-60 см нарезают с помощью щелевателей (ЩН-3-70; ЩН-4), оборудованных валикообразователями, которые создают над щелью водозадерживающий валик высотой 10-12 см. Этот прием уменьшает смыл почвы, сток воды и увеличивает весенние ее запасы в почве на 30-50 мм. Щелевание эффективно на тяжелых почвах с плохой водопроницаемостью, особенно на склонах крутизной 3-5°. Его проводят в системе зяблевой обработки почвы, на посевах многолетних трав, озимых культур, сенокосах и пастбищах поздней осенью при замер-

зании верхнего слоя почвы на глубину 5-7 см, что предохраняет их от заплывания и меньше повреждает корневую систему растений.

На крутых склонах 5-8° с целью предотвращения стока эффективны противозерозионные приемы обработки почвы с изменением микрорельефа: создание гребней, прерывистых борозд, замкнутых лунок, ступенчатого профиля поверхности поля и дна борозды. К таким приемам относятся *ступенчатая, гребнистая, комбинированная (отвально-безотвальная) вспашка, прерывистое бороздование, лункование и валкование зяби.*

Ступенчатая разноглубинная вспашка выполняется плугами, у которых четные корпуса устанавливают на 10-12 см глубже остальных. В результате такой обработки на поверхности поля образуются борозды, окаймленные гребнями, а на глубине – ступенчатый профиль.

Ступенчатая вспашка предотвращает смыв почвы, поверхностный и внутрипочвенный сток, повышая запасы воды в метровом слое на 20-33 мм, а урожайность зерновых культур на 0,17-0,43 т/га.

Гребнистая вспашка – это обработка с образованием гребней на поверхности поля. Выполняется плугами с одним удлиненным или укороченным отвалом. Возможно одновременное оборудование плугов отвальными и безотвальными корпусами. Отвальный корпус формирует при вспашке более высокий гребень, чем безотвальный.

Чередование гребней и открытых борозд в направлении, перпендикулярном склоновому стоку создает дополнительные емкости для накопления воды.

Прерывистое бороздование (лункование) – это нарезка борозд (лунок) на поверхности поля. Выполняется чаще всего одновременно со вспашкой плугами, оборудованными специальными приспособлениями ПРНТ-7000, ПРНТ-8000. Трехлопастная крыльчатка, установленная за укороченным отвалом, формирует валки (перемычки) между гребнями, образуя замкнутые лунки длиной 1,0-1,2 м и емкостью 90-100 л. Лункование зяби после вспашки выполняют дисковыми лущильниками типа ЛДГ-10Г с приспособлением ПЛДГ-10. Поля, обработанные с созданием водозадерживающего микрорельефа, весной выравнивают с помощью агрегатов ВИП-5,6, ВПН-5,6А, ВП-8 или культиваторами с боронами и другими орудиями. Поэтому такие противозерозионные приемы целесообразно применять под поздно высеваемые культуры: гречиху, просо, кукурузу или однолетние травы.

На склонах крутизной более 3° обязательным требованием противозерозионной обработки является выполнение всех приемов почвообработки и посева поперек склона.

7.3.3. Комплекс почвозащитных мероприятий по борьбе с дефляцией

Дефляция проявляется в степных и полупустынных зонах страны при скорости ветра над поверхностью почвы более 3-4 м/с. Она возникает в виде пыльных и черных бурь и причиняет огромный ущерб сельскому хозяйству. Ветер уносит мельчайшие частицы почвы, а вместе с ней высеянные семена и всходы растений. При большой скорости ветра почвенные частицы засекают молодые растения, вызывая гибель посевов.

Основные причины дефляции – высокая скорость ветра, слабая окультуренность и низкая влажность верхнего слоя почвы, отсутствие на пашне защитного растительного покрова. Главными задачами защитных мероприятий в борьбе с дефляцией являются сохранение на поверхности пашни максимального количества стерни, растительных остатков и снижение скорости ветра.

Противодефляционные комплексы включают почвозащитные севообороты с кулисными парами, полосное размещение посевов зерновых культур и многолетних трав, плоскорезную мульчирующую обработку почвы с оставлением стерни и соломы на поверхности поля, применение специальных способов посева (прямой, стерневой, бороздковый и др.).

Почвозащитные севообороты вводят на легких почвах, наиболее подверженных выдуванию. Доля многолетних трав в них составляет 50%. Почвозащитный эффект севооборотов усиливают полосным размещением посевов зерновых культур, кулисных паров и многолетних трав. Полосы шириной 50-100 м (для легких почв) зерновых культур и кулисного пара чередуют с полосами многолетних трав, размещая их поперек направления господствующих ветров. Примером для защиты легких почв может служить следующий севооборот: 1) яровая пшеница; 2-5) житняк гребневидный; 6) яровая пшеница; 7) суданская трава; 8) донник.

В почвозащитные кормовые севообороты вводят культуры с высокой почвозащитной способностью: волоснец сибирский, эспарцет, сорго, райграс, пырей безкорневищный, житняк и др.

Важным звеном противодефляционного комплекса является **почвозащитная система обработки почвы**. Сущность этой системы – полный отказ от вспашки, обработки лемешными и дисковыми лущильниками и замена их культиваторами-плоскорезами; применение для весеннего боронования и обработки паров – игольчатых борон, а для посева зерновых – стерневых сеялок типа СЗС-2,1; СЗС-8; СЗС-12. Плоскорезная обработка и стерневой посев позволяют сохранить на поверхности пашни до 70% стерни и растительных остат-

ков. Стерня и соломенная мульча снижают скорость ветра в приземном слое до экологически безопасного порога (2-3 м/с), что предупреждает снос почвы. В зимний период она задерживает снег, способствует накоплению влаги, а в летний жаркий период предохраняет почву от перегрева и чрезмерного иссушения. Все это повышает противозерозионную устойчивость почвы, улучшает влагообеспеченность растений и увеличивает урожайность яровой пшеницы на 0,25-0,32 т/га.

Для повышения почвозащитной роли плоскорезной обработки на поверхности почвы оставляют измельченную при уборке солому в виде мульчи. В этих условиях применяют прямой посев зерновых специальными сеялками в необработанную почву, а сорняки уничтожают гербицидами. Такая почвозащитная технология возделывания зерновых культур снижает энергетические затраты на 25-30%, а выход зерна в зернопаровых севооборотах увеличивает на 31-52%.

Большую почвозащитную роль играют **кулисные пары**. Кулисы (полосы) шириной 0,9-1,2 м создают из горчицы, сорго, рапса, кукурузы и размещают поперек господствующих ветров через 16-25 м, при этом ширина межкулисного пространства должна быть кратной проходам почвообрабатывающих и посевных агрегатов. Посевы кулис или оставление полос из стеблей высокорослых культур после их уборки задерживают снег на полях, снижают скорость ветра и смягчают отрицательное действие суховеев.

В районах с устойчивым снежным покровом проводят на полях **снегозадержание**, уплотнение и регулирование его таяния. Покрытая снегом почва не подвергается сносу ветром зимой, лучше противостоит действию весенних ветров из-за повышенного увлажнения. Снежные валы создают снегопахами-валкообразователями (СВШ-7, СВШ-10) поперек направления господствующих ветров или в перекрестном направлении через 5-10 м.

7.3.4. Лесомелиоративные мероприятия

Они включают в себя систему *водорегулирующих, полезащитных, прибалочных и овражных лесонасаждений*. Лесные полосы способствуют накоплению снега, улучшают микроклимат, защищают посевы от пыльных бурь, ослабляют действие засух и суховеев. Полезащитные лесные полосы (3-5-рядные) располагают по границам полей севооборотов поперек направления господствующих ветров. Расстояние между продольными лесными полосами на черноземных почвах составляет 400-600 м, а на каштановых и песчаных его уменьшают до 250-300 м. Вспомогательные (поперечные) полосы располагают перпендикулярно к основным через 1500 м.

Наибольший агрономический эффект оказывают полосы *продуваемой и ажурной конструкции*. Они характеризуются сомкнутыми кронами деревьев в верхней части насаждений и крупными просветами между стволами в приземной зоне. В качестве главных пород сажают дуб черешчатый, акацию белую, тополь канадский, вяз мелколистный, ясень и др.

Прибалочные и приовражные лесные полосы создаются с плотной конструкцией и размещают вдоль оврагов и балок перпендикулярно линиям стока. Ширина полос составляет 12-31 м, в междурядьях – 2,5-5 м. По опушкам и в середине полосы размещают кустарники, по дну оврагов высаживают тополь, иву, осину и др. Для защиты прудов, водоемов и водохранилищ от заиления и для улучшения их санитарного состояния создают берегоукрепительные и противозрозионные насаждения.

Контрольные вопросы

1. Что такое эрозия почвы?
2. Перечислите виды эрозии почвы.
3. Назовите причины и условия возникновения эрозии почвы.
4. Какие мероприятия включают в почвозащитный комплекс по борьбе с водной эрозией?
5. Какие мероприятия применяют для защиты почв от дефляции?
6. Какова роль лесомелиоративных, гидротехнических мероприятий в защите почв от эрозии?
7. Расскажите о почвозащитной организации территории.
8. Какие специальные приемы обработки почвы применяют для борьбы с водной эрозией?
9. В каких условиях применяют полосное размещение культур и паров?
10. Что такое мульчирующая обработка почвы, прямой посев и какими орудиями их выполняют?

ГЛАВА 8. ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

8.1. Экологически безопасные технологии производства продукции растениеводства

Получение экологически чистой продукции растениеводства является одной из актуальных и важнейших задач развивающегося экологического земледелия.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и объемов производства зерна, кормов и другой продукции растениеводства осуществляется за счет интенсивных методов ведения производства. Они предусматривают широкое применение сбалансированных по элементам питания доз органических и минеральных удобрений, химических средств защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, использование при осуществлении технологических операций сверхтяжелых средств комплексной механизации. Все это усиливает антропогенную нагрузку на экологическую среду, приводит к загрязнению почв и продукции тяжелыми металлами, пестицидами и нитратами. Техногенное загрязнение отмечено во многих промышленно развитых регионах России. Более 250 тыс. га сельскохозяйственных угодий имеют высокий уровень загрязнения, превышающий в 10-100 раз фоновый.

Основными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами являются антропогенные факторы: 73,7% – кадмия, 95,5% – свинца, 19% – ртути. Это выбросы в атмосферу металлургических предприятий и выпадение с атмосферными осадками, внесение с фосфорными удобрениями, поступление со стоками животноводческих ферм и комплексов. Расширение ареалов загрязнения происходит также в результате проявления водной и ветровой эрозии. Все это приводит к накоплению токсичных веществ (тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов) не только в почве и растениях, но и в зерне, овощах, кормах, вызывающих заболевание людей и животных.

Большую опасность для жизнедеятельности человека представляют содержащиеся в продукции и воде диоксины, пестициды, микотоксины, нитраты и нитриты.

Для комплексного решения экологической проблемы необходима цельная и многокомпонентная система мероприятий по мониторингу и предупреждению загрязнения почвы, продукции растениеводства и окружающей среды за счет создания производств замкнутого цикла с безотходными и малоотходными технологиями.

В этих целях разработаны и применяются отраслевые ГОСТы и ОСТы как нормативно-технологические документы, устанавливаю-

шие определенные требования к качеству растениеводческой продукции и состоянию почвы.

Большая роль в производстве экологически чистой продукции принадлежит технологиям.

Экологически безопасные технологии выращивания культуры – это совокупность приемов, методов и средств воздействия на почву и растения, выполняемых в определенной последовательности в период вегетации с целью создания оптимальных условий для роста растений, формирования урожая высокого качества без нарушения экологической среды. Сущность этой технологии заключается в том, что для воспроизводства плодородия почвы и получения экологически чистой продукции используются природные вещества, биологические средства органического происхождения, исключающие загрязнение почвы, поверхностных, грунтовых вод и получаемой продукции.

Биологически чистая продукция – это продукция, произведенная на не загрязненных почвах в экологически благоприятных условиях агроландшафта с естественным химическим составом, свойственным данному виду растений. Она не должна содержать тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов, нитратов и других вредных веществ выше предельно-допустимых норм (табл.16).

Таблица 16

**Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов
в сельскохозяйственной продукции, мг/кг**

Элементы	Зерно	Овощи	Фрукты	Грубые и сочные корма
Кадмий	0,02	0,03	0,03	0,3
Свинец	0,2	0,5	0,4	5,0
Ртуть	0,01	0,02	0,01	0,1-1,0
Цинк	25,0	10,0	10,0	50,0
Никель	0,5	0,5	0,5	3,0
Медь	5,0	10,0	10,0	30,0
Мышьяк	0,2	0,2	0,2	0,2

К производству биологически чистой продукции и применяемым экологически безопасным технологиям предъявляются определенные требования:

1. Размещать производство (севообороты) на незагрязненных почвах и территориях, удаленных от крупных промышленных центров, металлургических предприятий на расстоянии 400-500 км, животноводческих комплексов – на 200-250 м.

2. Широкое использование органических удобрений с учетом уровня воспроизводства плодородия: на дерново-подзолистых и серых лесных почвах необходимо вносить 12-18 т/га ежегодно, на черноземных – 6-8 т/га. К таким видам удобрений относят навоз, торфо-навозные компосты, низинный торф, солому, сидеральные удобрения.

3. Ограниченное для стартового эффекта, применение доз минеральных удобрений и замена их органическими в виде биогумуса. Использование комплексных безхлорных удобрений, соответствующих принятым ГОСТам по содержанию тяжелых металлов, природных безопасных веществ, не загрязняющих почву: известь, фосфоритная мука, гипс, древесная зола и др.

4. Интегрированная система защиты растений от вредных организмов на основе их прогнозирования и применения биологических, профилактических и других безопасных методов борьбы. Использование устойчивых к болезням и вредным организмам сортов и гибридов. При этом допускается ограниченное применение гербицидов и фунгицидов с узкой избирательной способностью, с коротким периодом детоксикации и не накапливающихся в почве и растениях.

Одним из важнейших условий защиты растений является строгое соблюдение регламентов: норм, сроков и способов применения пестицидов. Например, гербициды следует применять при сильной засоренности посевов, превышающей критический или экономический пороги вредоносности.

Основой производства экологически безопасной продукции является чистая почва, вода и благоприятные агроландшафтные условия (рельеф, осадки, приход ФАР и др.). В этих целях проводят обследование сельскохозяйственных угодий на загрязненность и составляют почвенные картограммы, в соответствии с которыми определяется пригодность почв для возделывания культур. Затем составляется структура посевных площадей и система севооборотов в соответствии со специализацией хозяйства.

На загрязненных почвах, содержащих токсические вещества выше ПДК (табл.17) размещают технические культуры (клешевина, рыжик, перилла, лен-кудряш), продукция которых используется на технические цели или они выращиваются с целью получения семян. Высокотоксичные почвы отводят под чистые пары, на которых проводится комплекс мероприятий по снижению содержания в них вредных веществ (глубокая вспашка, известкование кислых и гипсование засоленных почв и др.). На таких почвах можно высевать многолетние растения, зеленую массу которых используют для произ-

водства этанола, биогаза или другого продукта. Выход этанола из 1 т зеленой массы злаковых трав может составлять 130-150 л, а биогаза метана вместе с диоксидом углерода – 350-400 м³.

Таблица 17

Предельно допустимое содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах, мг/кг (включая фон)

Элемент	Гранулометрический состав почвы	
	Песчаные и супесчаные	Суглинистые и глинистые
Кадмий	0,26-0,5	0,5-1
Свинец	16-32	32-65
Ртуть	1-2,1	-
Мышьяк	1-2	2,5-5
Цинк	27-55	55-100
Медь	16-33	33-66
Никель	10-20	20-40

Источником гумуса и углерода почвы может служить солома озимых и яровых зерновых культур (пшеницы, ржи, овса, ячменя). Ее измельчают одновременно с уборкой хлебов комбайном с измельчителем или раздельно из валков, используя при этом роторные измельчители. В дальнейшем солома может оставаться на поверхности поля в виде мульчи или запахивается под картофель, кукурузу или другие культуры, а также сочетается с посевом промежуточных культур на зеленое удобрение. При запарке на 1 т соломы вносят 8-10 кг азотных удобрений, что компенсирует в ней малое содержание азота (0,6-0,7%).

Внесение высоких доз (30-40 т/га) органических удобрений под пропашные и овощные культуры обеспечивает растения доступными формами элементов питания, значительно улучшает биологические свойства почвы, состав полезной микрофлоры и усиливает активность ферментов, что положительно влияет на качество урожая.

При недостатке навоза его заменяют гуминовыми удобрениями, биогумусом, которые вносят перед посадкой (посевом) культур в дозе 4-5 т/га. Эффективно возделывание промежуточных культур на зеленое удобрение, для чего используются горчица белая, фацелия, редька масличная, рапс яровой и другие культуры. Применение сидеральных удобрений обогащает почву свежим органическим веществом, облегчает борьбу с сорняками, болезнями и вредителями, предупреждает потери азота от вымывания. На склоновых землях сидераты предотвращают жидкий сток и смыв почвы.

Сидеральную культуру запахивают поздней осенью плугами без предплужников после предварительного ее скашивания или измельчения дисковыми боронами. Лучший эффект достигается, если после скашивания измельченная масса остается на 8-10 дней на поверхности почвы. Это ускоряет ее частичное разложение и обеспечивает лучшую заделку плугом. Ниже приводится перечень технологических операций по возделыванию картофеля и озимой пшеницы (табл. 18, 19).

Таблица 18

Экологически безопасная технология возделывания картофеля*

Технологические приемы	Глубина обработки, посева, дозы удобрений	Цели и задачи выполнения приемов	Агрегаты, машины	Агротехнический срок выполнения
1	2	3	4	5
Измельчение соломы	7-8 т/га	Создание мульчирующего слоя, улучшение свойств почвы	МТЗ-1221+ ИРС-6	После уборки озимой пшеницы
Дискование почвы	8-10 см	Измельчение вегетирующих сорняков, заделка семян в почву	Т-150- + БДМ-3,2х4 (К)	После уборки предшественника
Возделывание сидерата	15 т/га	Обеспечение растений элементами питания, улучшение фитосанитарного состояния	Комплекс машин	В период от уборки зерно-вых до вспашки
Дискование почвы	10-12 см	Равномерное перемешивание сидерата с почвой	Т-150 + БДТ-7	После измельчения сидерата.
Зяблевая вспашка оборотным плугом	20-22 см	Заделка сидерата, сорняков, растительных остатков, рыхление почвы	Т-150 + ПОН-5-40	При массовом появлении всходов сорняков
Ранневесеннее боронование в 2 следа	5-6 см	Уничтожение всходов сорняков, сохранение влаги в почве.	ДТ-75 + БЗТС-1 СП-11А	Физическая спелость почвы

1	2	3	4	5
Внесение минеральных безхлорных удобрений, кг, д.в/га	N – 60 P – 58 K – 150	Пополнение запасов почвы питательными веществами	MT3-1221 + «Амазоне» MT3-82 МВУ- 6	Перед культивацией
Безотвальное рыхление почвы	25-27 см	Разуплотнение почвы, заделка удобрений, создание мелкокомковатого посевного слоя	T-150K + ПЧ-4,5+ПСТ-4,5	Перед посадкой
Нарезка гребней через 70 см.	10-12 см	Прогревание почвы до t 10-12°C	MT3-1221 + КОН-2,8 КГФ-2,8	За 5-7 дней до посадки
Обработка клубней	50 г/т + 10 л воды	Картоцид 50%, уничтожение возбудителей фитофторы	ПСК-20 ПУМ-630	За 10 дней до или одновременно с посадкой
Посадка клубней	8-10 см	Оптимальное распределение клубней в рядке 70×35	MT3-1221 + КСМ-6 Л-202	При прогревании почвы +12-14°C
Боронование 2-х кратное	3-4 см	Разрыхление почвенной корки, уничтожение всходов сорняков в фазе «белой нити»	MT3-82+ КОН-2,8ПМ +4БРУ-0,7	При образовании почвенной корки
Внесение гербицидов: Рейсер 25% к.э. с учетом экономического порога вредоносности	2 л/га	Уничтожение всходов сорняков	MT3-82 + ОМ- 630-1	За 4-5 дней до появления всходов
Междурядные культивации с подкормкой азотными удобрениями	6-8 см 4-6 см	Рыхление почвы, уничтожение всходов сорняков	MT3-82 + КОН-2,8ПМ	При уплотнении почвы, появлении всходов сорняков

1	2	3	4	5
Обработки посадок препаратами		Равномерное распределение препаратов по листовой поверхности. Против личинок	МТЗ-82 + ОМ-630-1	При высоте растений 15-20 см
против фитофторы. Ридомил голд МЦ с.п., Битоксибацилли	2,5 кг 3 кг	колорадского жука		При 1-2% заселенности кустов
Окучивание 2-х кратное		Присыпание почвы к стеблям растений для образования дополнительных столонов и уничтожения сорняков в рядах	МТЗ-82 + КОН-2,8ПМ +рыхлящие лапы и окучники	При высоте растений 15-18 см и перед смыканием ботвы в рядах
Скашивание ботвы	10 см	Измельчение ботвы и равномерное распределение ее по поверхности почвы	МТЗ-82 + КИР-1,5	За 5-6 дней до уборки клубней
Уборка клубней	20 см	Выкопка, сепарация отделение ботвы и погрузка клубней	МТЗ-1221 + Е-686 Л-605	Товарная спелость клубней

* Планируемая урожайность: 40 т/га.

Почва: дерново-подзолистая среднесуглинистая слабосмытая.

Сорт: «Удача».

Содержание гумуса – 2,3%.

Элементов питания: N – 0,12%, P – 100 мг/кг почвы, K – 150 мг/кг почвы.

Севооборот: однолетние травы – озимая пшеница – картофель – овес.

В условиях экологизации и биологизации земледелия рекомендуется применять ограниченное количество простых или рекомендованных для данной культуры сбалансированных по элементам питания минеральных удобрений. В качестве основных удобрений

используются азотные безнитратные удобрения (карбамид 46%), безхлорные калийные (сульфат калия 46%, калиймагnezия 30%), фосфорные (томасфосфат 14%, фосфоритная мука 22-31%). Фосфорные удобрения можно добавлять в компост из расчета 20-30 кг на 1 т компоста. Компостирующими добавками могут служить роговая мука, клещевинный и рапсовый шрот, известковый туф и др. Внесение минерального фосфора снижает токсичность тяжелых металлов и их вредное воздействие на растения: снижает содержание меди, цинка, свинца в листьях растений. При внесении солей магния в почву снижается токсичность никеля, а серных удобрений – ртути. Из комплексных удобрений под картофель широко и эффективно применяются «Кемира-Картофель» и «Кемира-Супер».

Кислотность почвы существенно влияет на растворимость токсиантов и их поступление в растения. При уменьшении кислотности почвенного раствора снижается растворимость и подвижность кадмия, свинца, цинка, мышьяка, поступление этих элементов в растения.

На качество выращиваемой продукции и самоочищающуюся способность почвы также влияют состав почвенной биоты и структура микробных ценозов. Хорошо окультуренные почвы с высоким содержанием гумуса (серые лесные, черноземы) и повышенной биологической активностью имеют более короткий период детоксикации внесенных пестицидов благодаря более широкому микробному разнообразию.

Для улучшения качественного состава полезной микрофлоры целесообразно вносить в почву бактериальные препараты (Агат 25; Ризоторфин – 0,3 кг/га; Флавобактерин – 0,6; Мизорин – 0,6 кг/га), т.е. использовать микробиологические культуры. Инокуляция бобовых культур (гороха, клевера, люцерны и др.) способствует накоплению азота в почве (80-100 кг/га), что дает возможность снизить дозы азотных удобрений под последующие культуры севооборота.

Таблица 19

Экологически безопасная технология возделывания озимой пшеницы*

Технологические приемы	Глубина обработки, посева, дозы удобрений	Цели и задачи выполнения приемов	Агрегатымашины	Агротехнический срок выполнения
Дискование	10-12 см	Рыхление почвы с частичным оборачиванием и перемешиванием	Т-150 + БДТ-7	После уборки однолетних трав
Внесение удобрений	Р – 30 кг К – 32 кг	Обеспечение элементами питания	Т-150Г + МВУ-8	Перед посевом

Технологические приемы	Глубина обработки, посева, дозы удобрений	Цели и задачи выполнения приемов	Агрегаты-машины	Агротехнический срок выполнения
Предпосевная культивация с боронованием	6-8 см	Заделка удобрений, рыхление и выравнивание почвы, подрезание сорняков	Т-150Г + КБМ-7,8	Перед посевом
Протравливание семян: Витавакс 200 ФФ, Суми 8 ФЛО	3 кг/1т + 10 л воды	Против головневых заболеваний, корневых гнилей, проволочников	ПС-10АМ	За 7-10 дней до посева
Посев с одновременным внесением удобрений Азофоска N-13, P-19, K-19	5-6 см	Равномерное распределение семян по площади	МТЗ-82 + СЗТ-3,6А	За 45 дней до наступления устойчивых заморозков
Обработка против снежной плесени Фундазол	1 кг/га	Предупреждение болезни	МТЗ 1221 + ОП-2000	Перед уходом в зиму
Ранневесенняя подкормка азотными удобрениями	90 кг/га	Обеспечение растений азотом	МТЗ-1221 + «Амазоне»	После схода снега
Опрыскивание посевов против: сорняков, злаковых мух, клопа – черепашки Дифезан ВР Тилт 25% КЭ Фастак 10% КЭ	0,2 л/га 1 л/га 0,5 л/га	Защита растений от сорняков, болезней и вредителей	МТЗ-1221 + ОН-630-1	Фаза кущения
Уборка однофазная		Не допустить потерь урожая	ДОН-1500, Енисей, Нива, Эффект	Полная спелость зерна

* Планируемая урожайность: 5 т/га.

Предшественник: однолетние травы.

Почва: дерново-подзолистая.

Сорт: «Московская 39».

Содержание гумуса: 2,3%.

Элементов питания: N – 0,12%, P – 100 мг/кг почвы, K – 150 мг/кг почвы.

8.2. Безотходные и малоотходные технологии замкнутого цикла

Большое значение в экологическом земледелии имеют безотходные и малоотходные технологии. Они являются составной частью систем ведения хозяйства крупных агрофирм и фермерских хозяйств. Это энергосберегающие технологии по производству нескольких видов сельскохозяйственной продукции с утилизацией отходов и побочной продукции внутри хозяйства без нарушения экологической среды (рис. 29).



Рис. 29. Схема безотходной технологии замкнутого цикла

В условиях интенсификации земледелия значительная часть урожая, а вместе с ним элементы питания, энергия органического вещества отчуждаются с поля и исключаются из малого круговорота веществ. Это нарушает экологическое равновесие в агроэкосистеме «почва-растение-животные-человек». Поэтому безотходные и малоотходные технологии должны быть сбалансированы с окружающей средой по аккумуляции потенциальной солнечной энергии и потребляемых почвенных ресурсов (питательных веществ, воды и т.д.), а

также энергетических, используемых в сельскохозяйственном производстве.

Особенности безотходных и малоотходных технологий замкнутого цикла

1. Значительная часть производимой растениеводческой продукции перерабатывается и используется внутри хозяйства.

2. Утилизация отходов, продуктов переработки в качестве сырья для производства другой продукции или для воспроизводства плодородия почв.

3. Всемерное энерго- и ресурсосбережение, получение и использование дополнительной энергии для производства продукции внутри хозяйства.

Освоение безотходных технологий замкнутого цикла требует объединить в единый производственный комплекс, включающий цех растениеводства, животноводческие фермы, теплицы, биореактор по выработке газа и оросительные установки. В полевых и овощекормовых севооборотах производится товарная продукция (зерно, картофель) и корма. Часть зерна и корма поступают на ферму. Получаемый в животноводстве жидкий навоз разделяется на фракции и перерабатывается. Твердая фракция с помощью вермикультуры (червей) перерабатывается в биогуmus, который используется в качестве удобрения для восстановления плодородия почвы.

Жидкая фракция подвергается анаэробному брожению в биореакторе с целью получения биогаза. Кроме того, она может поступать в оросительную сеть и использоваться в качестве удобрения для подкормки кормовых культур.

Биогаз используется для отопления теплиц, фермы и других объектов. В теплицах на питательном субстрате выращиваются водоросли (хлорелла, спирулина). Они содержат до 50-60% полноценных белков и полный набор аминокислот, кроме метионина. Наряду с этим водоросли богаты витаминами С, В. Выход сухого вещества с 1 м² теплиц составляет 70-80 г. Поэтому биомассу водорослей используют в качестве добавок к кормам для животных и птицы.

Солома зерновых культур служит источником биотоплива (этанол), а также в качестве органического удобрения. Получаемое биотопливо используется как энергетическое средство для нужд производства. Таким образом безотходная технология осуществляется по замкнутому циклу производство продукции, ее переработка и утилизация отходов, продуктов переработки без загрязнения окружающей среды.

Объединение цеха растениеводства, животноводческих комплексов, тепличного хозяйства с биореактором по выработке биотоплива

в единый производственный цикл позволяет экономить энергетические ресурсы и снизить энергоемкость продукции на 15-20%, при соблюдении экологической безопасности окружающей среды.

Контрольные вопросы

1. Что такое экологически безопасные технологии в земледелии?
2. Источники загрязнения почвы и растениеводческой продукции.
3. Раскройте понятие экологически (биологически) чистой продукции.
4. Какова предельно допустимая концентрация тяжелых металлов кадмия и свинца в зерне, овощах, кормах?
5. Каковы условия производства экологически чистой продукции растениеводства?
6. Интегрированная защита растений от вредных организмов в экологическом земледелии.
7. Какие культуры выращивают на загрязненных почвах?
8. Каковы особенности экологически безопасной технологии выращивания картофеля, озимой пшеницы?
9. Дайте понятие безотходных и малоотходных технологий замкнутого цикла.
10. Какова схема утилизации навоза?

ПРИЛОЖЕНИЕ

АТЛАС СОРНЫХ РАСТЕНИЙ



Горец птичий
Лат. *Polygonum aviculare* L.



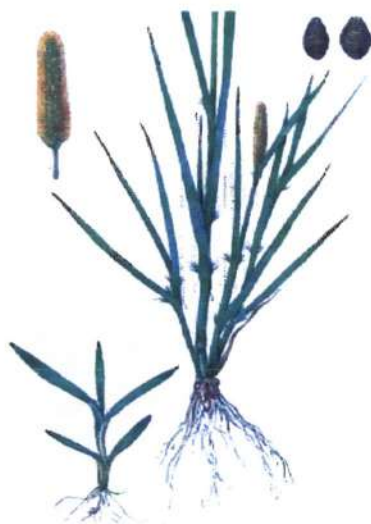
Редька дикая
Лат. *Raphanus raphanistrum*



Марь белая
Лат. *Chenopodium album*



Овсяг
Лат. *Avena fatua* L.



Щетинник сизый
Лар. *Setaria glauca* L.



Амброзия польнолистная
Лар. *Ambrosia artemisiifolia*



Ярутка полевая
Лар. *Thlaspi arvense* L.



Фиалка полевая
Лар. *Viola arvensis* M.



Василек синий
Лат. *Centaurea cyanus* L.



Пастушья сумка обыкновенная
Лат. *Capsela bursa-pastoris* L.



Ромашка непахучая
Лат. *Matricaria inodora* L.



Метлица обыкновенная
Лат. *Apera spica-venti* L.



Костер ржаной
Лат. *Bromus secalinus* L.



Липучка ежевидная
Лат. *Lappula echinata* L.



Пикульник красивый
Лат. *Galeopsis tetrahit* L.



Ежовник петушье просо
Лат. *Echinochloa crus galli* L.



Ширица запрокинутая
Лат. *Amaranthus retroflexus* L.



Донник лекарственный
Лат. *Melilotus officinalis*



Лютик едкий
Лат. *Ranunculus acer* L.



Одуванчик лекарственный
Лат. *Taraxacum officinalis* W.



Лютик ползучий
Лат. *Ranunculus repens*



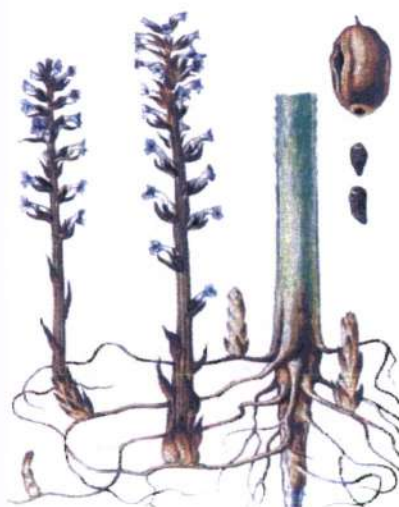
Пырей ползучий
Лат. *Agropyrum repens* L



Чистец болотный
Лат. *Stachys palustris* L



Погремок весенний
Лат. *Rhinanthus* L



Заразиха подсолнечная
Лат. *Orobanchе cumana* W.



Повилика клеверная
Лат. *Cuscuta trifolii* B



Свиной пальчатый
Лат. *Cynodon dactylon* L



Хвощ полевой
Лат. *Equisetum arvense* L



Осот полевой
Лат. *Sonchus arvensis* L.



Бодяк полевой
Лат. *Cirsium arvense* L.



Подорожник большой
Лат. *Plantago major* L.



Цикорий обыкновенный
Лат. *Cichorium intybus*



Полынь горькая
Лат. *Artemisia absinthium*



Вьюнок полевой
Лат. *Convolvulus arvensis*



Горчак ползучий
Лат. *Acroptilon repens* L.



Сорго алепское (гумай)
Лат. *Andropogon halepense*



Мать-и-мачеха
Лат. *Tussilago farfara* L.



Лапчатка гусиная
Лат. *Potentilla anserina* L.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	5
1.1. Понятие о системе ведения сельского хозяйства и системе земледелия	5
1.2. Современные системы земледелия и их содержание	6
1.3. Системы земледелия в разных регионах России	12
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	20
2.1. Почва, ее образование и свойства	20
2.2. Основные типы почв и их сельскохозяйственное использование	43
2.3. Факторы жизни растений и приемы их регулирования	52
2.4. Основные законы земледелия и их использование	56
ГЛАВА 3. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ	63
3.1. Вредоносность сорняков и их биологические особенности ...	63
3.2. Меры борьбы с сорняками	69
ГЛАВА 4. СЕВООБОРОТЫ И ИХ АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА	75
4.1. Научные основы чередования сельскохозяйственных культур в севообороте	75
4.2. Биологические группы основных сельскохозяйственных культур и их агротехническая роль как предшественников	78
4.3. Классификация севооборотов	84
4.4. Принципы построения севооборотов	87
4.5. Разработка, введение, освоение севооборотов и их оценка	89
ГЛАВА 5. УДОБРЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ...	95
5.1. Значение удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Классификация удобрений	95
5.2. Азотные удобрения	96
5.3. Фосфорные удобрения	101
5.4. Калийные удобрения	104
5.5. Комплексные удобрения	106
5.6. Роль микроэлементов в жизни растений, микроудобрения	107
5.7. Органические удобрения	109
5.8. Известкование и гипсование почв	114
5.9. Система применения удобрений	116

ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ	120
6.1. Агроэкологические основы обработки почвы	120
6.2. Способы и приемы механической обработки почвы	122
6.3. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в севооборотах разных зон страны	131
6.3.1. Обработка почвы под яровые культуры	132
6.3.2. Обработка почвы под озимые культуры	135
6.3.3. Посев сельскохозяйственных культур	138
6.3.4. Послепосевная обработка почвы	143
6.3.5. Минимальная обработка почвы	144
6.3.6. Обработка орошаемых земель	149
ГЛАВА 7. МЕЛИОРАТИВНЫЕ И ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	151
7.1. Орошение	152
7.2. Осушение	154
7.3. Защита почв от эрозии	157
7.3.1. Основные факторы и условия развития эрозии	157
7.3.2. Комплексная защита почв от водной эрозии	159
7.3.3. Комплекс почвозащитных мероприятий по борьбе с дефляцией	162
7.3.4. Лесомелиоративные мероприятия	163
ГЛАВА 8. ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	165
8.1. Экологически безопасные технологии производства продук- ции растениеводства	165
8.2. Безотходные и малоотходные технологии замкнутого цикла ..	174
ПРИЛОЖЕНИЕ. АТЛАС СОРНЫХ РАСТЕНИЙ	177

Учебное издание

**Матюк Николай Сергеевич
Мазиров Михаил Арнольдович
Беленков Алексей Иванович
Полин Валерий Дмитриевич
Рассадин Антон Яковлевич
Абрашкина Екатерина Дмитриевна**

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ С ОСНОВАМИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

Учебник

Редатор В.И. Марковская

**Компьютерная верстка, оригинал-макет –
*А.С. Волченкова***

Обложка – *Н.В. Савина*

Подписано в печать 18.01.2011 г. Формат 60×84^{1/16}.
Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 11,3. Усл. кр.-отг. 11,64.
Тираж 185 экз. Изд. № 2. Зак. 52.

**Издательство РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел.: 977-00-12, 977-26-90, 977-40-64**

«Земли по многообразию своих свойств и качеств требуют не только различного себе удобрения, но и различного порядка. Не всякая земля может одними средствами удобрена и не всякая одним порядком урабатываема быть».

Болотов А.Т. Избр. труды. М., 1988. С. 139.

