

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Н. А. Дуктова, А. С. Мастеров, Е. В. Равков

# **ВВЕДЕНИЕ В АГРАРНЫЕ ПРОФЕССИИ**

**В трех частях**

**Часть 3**

## **ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: АГРОНОМИЯ**

*Учебно-методическое пособие  
для учащихся аграрных классов учреждений образования,  
реализующих образовательные программы  
общего среднего образования*

Горки  
БГСХА  
2020

УДК 631:633/635/075.8

ББК 4я73

Д81

*Рекомендовано методической комиссией  
агрономического факультета 28.05.2019 (протокол № 10)  
и Научно-методическим советом БГСХА 29.05.2019 (протокол № 9)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. А. Дуктова*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. С. Мастеров*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Е. В. Равков*

Рецензент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Т. Ф. Персикова*

**Дуктова, Н. А.**

Д81 Введение в аграрные профессии : учебно-методическое пособие. В 3 ч. Ч. 3. Основы сельскохозяйственного производства: агрономия / Н. А. Дуктова, А. С. Мастеров, Е. В. Равков. – Горки : БГСХА, 2020. – 267 с.

ISBN 978-985-7231-01-0.

Освещены этапы развития и место агрономии среди аграрных наук. Изложены сведения о многообразии сельскохозяйственных растений; современные направления и методы селекции и биотехнологии, основы сельскохозяйственного производства продукции растениеводства. Дана характеристика биотических и абиотических факторов среды, как условий для жизни растений. Приведены сведения об основах возделывания сельскохозяйственных культур.

Для учащихся аграрных классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования.

УДК 631:633/635/075.8

ББК 4я73

**ISBN 978-985-7231-01-0 (ч. 3)**  
**ISBN 978-985-467-967-9**

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2020

Любимое дело – это счастье в жизни, ее главное содержание. А служить земле, умножению богатств хлебного поля – одно из самых благородных и прекрасных дел.

*Т. С. Мальцев*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сельское хозяйство – вторая (после промышленности) по объему произведенной продукции отрасль в мировой экономике. Оно играет решающую роль в обеспечении населения продуктами питания и сырьем отдельных отраслей промышленности.

В сельском хозяйстве выделяют две основные отрасли: растениеводство (земледелие) и животноводство. Другие отрасли (рыболовство, пчеловодство, шелководство и др.) играют значительно меньшую роль. Ведущей отраслью в большинстве развивающихся стран является растениеводство.

За долгую историю развития человеческой цивилизации сельское хозяйство пережило бурный прогресс. Значительно расширилось количество сельскохозяйственных растений и домашних животных, появились новые орудия труда, существенно активизировалась селекционная деятельность, широко стали применяться удобрения (сначала органические, а затем и минеральные), химические средства защиты растений, мелиорация, успешно применяют севообороты.

По сравнению с другими отраслями и сферами хозяйственной деятельности для сельского хозяйства характерно освоение значительных земельных площадей, длительный срок производственного процесса, меньшая материалоемкость, большая трудоемкость.

Сельское хозяйство занимает важное место в хозяйстве всех без исключения стран. Для большой группы развивающихся стран оно является основой экономической системы. Его роль значительна в странах с многочисленным населением (Китай, Индия, Индонезия), поскольку сельское хозяйство гарантирует продовольственную, а соответственно и стратегическую безопасность. В развитых странах доля сельского хозяйства в производстве ВВП незначительна, но оно остается важным источником получения прибыли.

Поскольку аграрное производство в Республике Беларусь является фундаментальной отраслью экономики, весьма важным фактором является его постоянное развитие и укрепление, что невозможно без целенаправленной подготовки кадров. В нашей стране создана система

непрерывного аграрного образования в профессионально-технических, средних специальных и высших учреждениях образования. Недостающим звеном для повышения эффективности организационно-педагогических и психологических условий, для активизации процессов личностного и профессионального самоопределения обучающихся является отсутствие в этой цепи третьей ступени общего среднего образования. Создание профильных классов аграрной направленности в рамках данной системы призвано привлечь к обучению по 24 аграрным специальностям выпускников учреждений общего среднего образования. Это будет способствовать улучшению подготовки высококвалифицированных кадров для агропромышленного комплекса страны.

Качество обучения в значительной степени зависит от материально-технической оснащенности образовательного процесса, мотивации учащихся, форм и методов обучения и ряда других факторов. Однако ключевое значение имеет педагогическое мастерство и подготовка учителя как основного источника этих знаний для учащихся. В настоящее время учителю предоставлены огромные возможности самообучения, в том числе и в области аграрного образования. Данное пособие подготовлено для учителей средних школ и содержит базовые сведения об основах сельскохозяйственного производства, агрономии, особенностях культурных растений и производства продукции растениеводства. Вниманию пользователей представлен комплексный аналитический обзор учебно-методических материалов отечественных и зарубежных авторов, а также справочно-информационных материалов в соответствии с учебной программой «Основы сельскохозяйственного производства». Полный перечень используемых материалов представлен в библиографическом списке.

# 1. АГРОНОМИЯ КАК НАУКА

## 1.1. Растениеводство в структуре агропромышленного комплекса

Современное мировое сельское хозяйство трудно представить в отрыве от отраслей, которые его обслуживают. Их организационное объединение нашло отражение в формировании агропромышленного комплекса (АПК). Образование единого комплекса различных отраслей, связанных с сельским хозяйством, позволило существенно снизить затраты и резко повысить эффективность производственного процесса.

В структуре АПК выделяют три составляющие:

отрасли, обеспечивающие сельское хозяйство средствами производства (сельскохозяйственное машиностроение, производство минеральных удобрений);

собственно сельское хозяйство (непосредственное производство сельскохозяйственной продукции);

отрасли, перерабатывающие сельскохозяйственную продукцию (пищевая, комбикормовая промышленность, первичная обработка сырья для легкой промышленности), и те, которые обслуживают сельское хозяйство (хранение, транспортировка, торговля, подготовка кадров, управление).

Структура современного сельского хозяйства трехуровневая.

*Макроуровень.* На макроуровне в структуре сельского хозяйства выделяют две большие ветви – растениеводство и животноводство.

Растениеводство выращивает различные сельскохозяйственные культуры, часть из которых являются кормами для животноводства. В южных странах, имеющих теплый и нередко влажный климат, традиционно преобладает растениеводство (В Европе – это Италия, Испания, Греция). Иногда значительную роль играют традиции. Например, в Индии за почти 5 000 лет индуизма сформировались твердые вегетарианские традиции, согласно которым большинство населения мяса вообще не употребляет. Похожая традиция сформировалась в Японии, где население предпочитает рыбу и морепродукты. В северных странах, наоборот, больше развилось животноводство (Финляндия, Швеция, Дания, Германия).

*Мезоуровень.* На мезоуровне в составе растениеводства выделяют отдельные группы сельскохозяйственных культур: зерновые, технические, продовольственные (овощи, плоды) и кормовые.

Ведущей группой традиционно остаются зерновые. В последние годы в связи с увеличением объемов производства продукции животноводства возросла доля кормовых культур.

В составе животноводства на этом уровне традиционно выделяют: скотоводство, свиноводство, овцеводство и другие отрасли.

*Микроуровень.* На микроуровне в растениеводстве в каждой группе культур выделяют соотношение между различными культурами, а в животноводстве – между различными направлениями каждой отрасли (например, в скотоводстве выделяют молочное и мясное направления).

Агропромышленный комплекс Республики Беларусь имеет огромное значение в экономическом и социальном развитии общества. Главной задачей его является производство продуктов питания и сырья для промышленности. На его долю приходится 29 % основных производственных фондов, более 11 % общего объема валовой добавленной стоимости, 11 % населения от общего числа занятых в экономике. Здесь формируется свыше 90 % продовольственного фонда республики.

Примерно  $\frac{2}{3}$  розничного товарооборота в Республике Беларусь составляют продукты сельского хозяйства и товары, производимые из сельскохозяйственного сырья.

Сельское хозяйство призвано выполнять три важнейшие задачи:

1) обеспечивать население страны высококачественным продовольствием, т. е. быть гарантом продовольственной безопасности;

2) снабжать пищевую и легкую промышленность в достаточном количестве необходимым сырьем. В целом и эта задача выполняется, хотя имеющиеся мощности могут переработать и значительно большие объемы сырья;

3) сохранять привлекательными ландшафты в качестве жизненного пространства, территории для расселения людей, создания зон отдыха, зон развития агротуризма. Эта задача решается частично.

Сельское хозяйство – важная отрасль экономики для Беларуси, которая обеспечивает более 7,5 % ВВП страны, 17,1 % инвестиций в основной капитал, около 10 % занятости населения.

Отрасль сельского хозяйства Беларуси специализируется в основном на выращивании культур, типичных для умеренного климата. В растениеводстве наибольшее значение имеют зерновые культуры, прежде всего рожь, ячмень, пшеница, картофель, кормовые культуры. К тому же в Беларуси сосредоточено около 16 % мировых посевов льна (более 20 % посевов льна – на Европейском континенте).

В животноводстве преобладает выращивание крупного рогатого скота для производства мяса, молока и молочных продуктов, а также свиней и птицы. Растениеводство составляет 55 % белорусского сельского хозяйства, а животноводство – 45 %.

Беларусь более чем на 100 % покрывает собственные потребности в молоке, мясе, яйцах, картофеле и овощах, на 57,5 % – по фруктам и ягодам, на 15,3 % – по рыбе. Экспорт продукции сельского хозяйства (включая переработанную) превышает импорт.

Сельскохозяйственные земли составляют 45 % всей земельной площади Беларуси, из них около 30 % – это пашня. На душу населения приходится 0,9 га сельскохозяйственных земель. Вследствие географических особенностей 26,2 % посевной площади, или 1,35 млн. га, составляют осушенные земли, еще 0,4 % – орошаемые.

Анализируя современный уровень развития сельского хозяйства Республики Беларусь и перспективы его развития, можно сделать вывод, что для интенсивного ведения производства на всех угодьях страна не располагает достаточными финансовыми, материальными и трудовыми ресурсами, а сохранение экстенсивных методов экономически неэффективно. Следовательно, приоритетное развитие должны получить сельскохозяйственные предприятия, создавшие высокоэффективное производство.

В соответствии с Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. преобразование сельскохозяйственных предприятий идет по следующим направлениям:

- совершенствование внутривозрастных экономических отношений, формирование новых организационных структур в составе действующих предприятий с наделением их производственной и экономической самостоятельностью;
- преобразование действующих хозяйств в кооперативные и корпоративные предприятия и объединения, акционерные общества и другие формирования;
- реструктуризация и реорганизация убыточных хозяйств.

При этом всю совокупность сельскохозяйственных предприятий можно разделить на три группы:

1) группа экономически крепких, нормально функционирующих предприятий, которые с минимальными издержками вписались в рыночную среду. Их количество составляет 15–17 % от общего числа. Эти хозяйства высокотоварные;

2) группа сельскохозяйственных предприятий, которые обеспечивают лишь простое воспроизводство, имеют рентабельность до 20 %. Их задача – сохранить и поддержать производственно-технический потенциал, углубить специализацию на основе реструктуризации всех производств, в том числе возделывания наиболее доходных культур и выращивания основных видов животных;

3) группа сельскохозяйственных предприятий, которые не обеспечивают даже простое воспроизводство, являются убыточными и неплатежеспособными. Их в республике насчитывается около трети. Для них разработано девять моделей преобразования, направленных на реформирование и проведение структурных преобразований.

В настоящее время на долю сельскохозяйственных организаций (колхозов, совхозов) приходится 64,5 % всего сельского хозяйства страны, на долю хозяйств населения – 34,5 %, а на долю частных фермерских хозяйств – 1 %.

Крупными сельскохозяйственными организациями производится около 99,5 % льноволокна, 99 % сахарной свеклы, 94 % зерна, 87 % мяса и молока, 68 % яиц, 13 % овощей, 11 % картофеля, 7 % шерсти. Личные подсобные хозяйства населения производят около 89 % шерсти, 87 % картофеля, 81 % овощей, 32 % яиц, 13 % молока и мяса. На долю фермерских хозяйств приходится около 6 % производства овощей, 4 % шерсти, 2 % картофеля, 2 % зерна и сахарной свеклы.

Основная часть удобрений, используемых в сельском хозяйстве Беларуси, местного производства. Крупнейшим производителем калийных удобрений является ОАО «Беларуськалий», азотных – ОАО «Гродно Азот». С года в год производство азотных и калийных удобрений, а также других видов удобрений увеличивается. Увеличивается и применение этих удобрений в сельском хозяйстве страны.

*Растениеводство в Беларуси.* Органическое вещество синтезируется в результате поглощения солнечной энергии. Превращение кинетической энергии солнца в потенциальную энергию органического вещества составляет главную особенность сельскохозяйственного производства, отличающую его от других производств. Трудно переоценить роль зеленых растений в создании развитии жизни на земле, никто и ничто не может их заменить. Растения – великие поглотители и хранители солнечной энергии в измененной форме.

Культурное растение – не только продукт человеческого труда, но и средство сельскохозяйственного производства, живая машина, превращающая один вид энергии в другой, одни вещества в другие.

Урожай формируется при взаимодействии десятков различных показателей (культура, сорт, почва, осадки, температура, удобрения, агротехника и др.), находящихся в конкретных, точных соотношениях.

Беларусь располагает значительными возможностями для увеличения валовых сборов зерновых и технических культур, картофеля и овощей, а также кормов для животноводства. Основным источником роста является повышение урожайности на основе интенсификации производства. Достаточное увлажнение почвы обеспечивает в Беларуси высокую эффективность использования минеральных удобрений в сочетании с органическими.

Среди отраслей растениеводства зерновое хозяйство является основным. Самыми урожайными культурами на протяжении последних 12 лет оказались тритикале, пшеница и ячмень. Несмотря на значительные валовые сборы зерна, ежегодно в республику приходится завозить определенное его количество (главным образом – пшеницу). Дефицит зерна может быть преодолен путем увеличения его производства за счет улучшения структуры зернового клина, наращивания производства кормового зерна, приготовления сбалансированных комбикормов, более широкого использования ржи при приготовлении комбикормов. Часть недостающего зерна можно получить за счет расширения посевного клина, основную часть – за счет интенсификации производства и увеличения урожайности.

Одной из основных технических культур в республике является лен-долгунец, который долгое время был ведущей культурой сельского хозяйства Беларуси. Лен-долгунец высевается во всех регионах Беларуси, но наиболее крупные посевные площади приходятся на Витебскую область (31,6 % всех посевов). В дальнейшем развитие льноводства может идти лишь путем интенсификации производства за счет повышения урожайности.

Выращивание сахарной свеклы (фабричной) для первичной переработки обеспечивает работу четырех сахарных заводов. Основные посевы сахарной свеклы находятся в сырьевых зонах сахарных заводов в Гродненской, Брестской и Минской областях. Для самообеспеченности сахаром из собственного сырья до 80 % (аналогов стран Европы) необходимо создание новых мощностей сахарных заводов. Вместе с тем научные проработки показали, что расширение посевов сахарной свеклы нецелесообразно. Увеличение валовых сборов может быть достигнуто путем освоения интенсивных технологий, повышения урожайности и рентабельности в хозяйствах сырьевых зон.

Возделывание рапса в республике связано с необходимостью обеспечения потребностей в растительном масле. Наибольшие посевы рапса сконцентрированы в Гродненской и Минской областях (до 70 %), где и достигнута наибольшая эффективность его выращивания.

Картофелеводство ориентировано на производство продукции для пищевых, технических и кормовых целей и является одной из ведущих отраслей растениеводства. По потреблению картофеля на одного человека (141 кг в год) Беларусь занимает первое место в мире. Картофель выращивается повсеместно, но наиболее благоприятные почвенно-климатические условия имеются в центральных и южных районах республики. В связи с сокращением посевных площадей под картофелем в сельскохозяйственных организациях возникли проблемы с его обеспечением, особенно качественным для технических нужд. Для обеспечения роста урожайности важно не только повышение агротехники возделывания этой культуры, но и налаживание производства высококачественного посевного материала в семеноводческих хозяйствах. Есть возможности для увеличения производства раннего картофеля в Брестской и Гродненской областях.

Развитие овощеводства определяется потребностями населения в овощах широкого ассортимента с равномерным обеспечением ими в течение года и потребностью овощеперерабатывающей промышленности. В сельскохозяйственных предприятиях, выращивающих овощные культуры, капуста, свекла столовая и морковь занимают до 73 % всей посевной площади. Анализ показывает, что Республика Беларусь располагает необходимыми природно-экономическими условиями для ведения овощеводства и обеспечения за счет собственного производства потребности во всех видах капусты, огурцов, моркови, свеклы, холодостойких и пряных овощах. Однако из-за природных условий в республике ограничено возделывание перцев, баклажанов, товарное производство бахчевых (поэтому импорт овощей и бахчевых будет и впредь составлять ежегодно примерно 250 тыс. т).

## 1.2. Задачи и направления агрономии

Научной основой сельскохозяйственного производства является **агрономия** (от греч. *agros* – поле, *nomos* – закон) – это совокупность знаний о земледельческих отраслях сельского хозяйства, комплекс наук по рациональному использованию сельскохозяйственных угодий

(земледелие), удобрений (агрохимия), растений (растениеводство), семенного материала (селекция, семеноводство).

Одна из основных задач агрономии – разработка необходимых условий для получения высоких урожаев культурных растений с учетом природно-климатических факторов.

Агроном – это специалист сельского хозяйства, обладающий всесторонними знаниями в области агрономии. Профессия агронома очень древняя. Уже несколько тысяч лет назад люди Древнего Египта, Китая, Греции, Рима и Индии знали, как правильно нужно обрабатывать и облагораживать землю и выращивать различные сельскохозяйственные растения. Первыми агрономами являлись люди, которые занимались выращиванием дикорастущих растений с последующим их окультуриванием. За время развития сельского хозяйства специфика профессии агронома претерпела много изменений, но до настоящего времени остается значимой деятельностью в процессе возделывания культурных сельскохозяйственных растений.

Профессия «агроном» – одна из важнейших в аграрном производстве, именно агроном определяет стратегию развития и организует производство растительной продукции. Агроном – это технолог полей. Его основная задача – совершенствовать сельскохозяйственное производство, управлять трудом механизаторов, полеводов и других рабочих. Агроном определяет набор полевых работ, их последовательность, начало и окончание, содержание полевых опытов, распределяет средства производства и т. д. По существу, он ведет не только производственную, но и научно-производственную работу – внимательно изучает эффективность сортовых посевов, той или иной обработки почвы, внесения различных видов удобрений.

На базе комплексной профессии «агроном» существуют профессии-специализации: агроном-агрохимик, агроном-овощевод, агроном по защите растений, агроном-семеновод, агроном-садовод и др. На каждом производственном участке есть агроном участка или помощник агронома.

*Агроном-агрохимик* разрабатывает и внедряет агрохимические мероприятия, направленные на повышение плодородия почвы и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур.

Систематически изучает биологические особенности возделываемых растений, почвенно-климатические условия хозяйства, эффективность использования органических и минеральных удобрений, средств химизации, способы их применения и определяет, на каких

участках, в какие сроки и в какой мере должны применяться удобрения и другие химические средства.

Участвует в составлении севооборотов, планов потребности и использования удобрений и химических средств.

Организует составление агрохимических картограмм, ежегодно по периодам работ проводит их корректировку на основе анализа почвенных образцов по отдельным сельскохозяйственным угодьям. Участвует в разработке планов производства продукции отдельными хозяйственными подразделениями.

*Агроном-овощевод* организует работу овощеводческого хозяйства. Обеспечивает повышение урожайности и качества овощеводческой продукции, высокую агротехнику по возделыванию овощных культур, разработку и внедрение севооборотов и рациональной структуры посевных площадей, правильное хранение, готовность семенного и посадочного материала к посеву, посадке. Организует выполнение мероприятий по уходу за овощными культурами. Совершенствует технологию их выращивания. Организует уборку овощных культур и их хранение в хозяйстве.

*Агроном по защите растений* организует работу по борьбе с вредителями, болезнями сельскохозяйственных культур и сорняками. Проводит систематические обследования сельскохозяйственных угодий на территории хозяйства, определяет площади, степень заселения (заражения) их вредителями и болезнями и конкретные методы борьбы с ними. Составляет карту засоренности полей. Обеспечивает проведение комплекса профилактических мероприятий по защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков агротехническими, химическими, биологическими и другими средствами.

*Агроном-семеновод* – специалист сельского хозяйства, руководящий системой мероприятий по выращиванию, заготовке и хранению сортовых семян, проводит апробацию посевов, совместно со специалистами семенных инспекций организует работу по производству семян и посадочного материала, а также по созданию в необходимом количестве семенного фонда для хозяйства, выполнению договорных обязательств поставки сортовых и гибридных семян в республиканский фонд.

*Агроном-садовод* проводит работы по организации садоводства в хозяйстве. Обеспечивает высокопроизводительное использование земли, внедрение в садоводство прогрессивных технологий, новых сортов плодовых и ягодных культур, высокой агротехники.

Осуществляет мероприятия по борьбе с вредителями и болезнями садовых культур. Организует уборку и хранение продукции садоводства, ее реализацию.

Агроном имеет дело не только с землей, семенами, удобрениями, но и с людьми, которые растят хлеб. В его задачи входит планирование и организация их труда, оказание необходимой помощи, обучение и воспитание. Поэтому агроном должен обладать организационно-педагогическими навыками и способностями. От того, насколько четко планирует работу агроном, во многом зависит производительность труда. Опытный работник уже с вечера сообщает о том, кто, где и что будет делать завтра, разрабатывает варианты нарядов на случай перемены погоды.

Сегодня профессия агронома весьма востребована в различных крупных сельскохозяйственных комплексах страны, а также в фермерских хозяйствах, зеленхозах, станциях химизации, инспекциях по семеноводству, карантину и защите растений, оранжереях, питомниках, теплицах и других научно-исследовательских и образовательных институтах.

Таким образом, агроном – это комплексная фундаментальная профессия сельскохозяйственного производства, направленная на обеспечение продовольственной безопасности страны.

### **1.3. История земледельческой науки в Беларуси**

Зарождение науки о возделывании растений на Руси относится к XVIII в., когда М. В. Ломоносов (1711–1765) учредил при Российской академии наук «класс земледельства», внес ряд ценных предложений по выращиванию сельскохозяйственных культур. Первым известным русским агрономом был Андрей Тимофеевич Болотов (1738–1833), он разрабатывал новые приемы выращивания зерновых и овощных культур, картофеля, льна и применял их на практике. А. Т. Болотов, а затем и И. М. Комов (1750–1792) еще во второй половине XVIII в. делали попытки обеспечить более рациональное использование земли. Эти идеи получили дальнейшее развитие в трудах А. В. Советова (1826–1901) «О разведении кормовых трав на полях» и «О системах земледелия».

Одним из первых русских агрохимиков был А. Н. Энгельгардт (1832–1893), автор знаменитых двенадцати «писем из деревни». С полным основанием «отцом» науки о почве считают почвоведов и

агронома В. В. Докучаева (1846–1903), он разработал способы восстановления и повышения плодородия чернозема. Большой вклад в развитие земледелия внес выдающийся агроном, почвовед, химик, микробиолог, ботаник П. А. Костычев (1845–1895).

С историей создания науки о почве и ее плодородии связано и имя А. А. Измаильского (1851–1914), много сделавшего для разработки агротехнических приемов борьбы с засухой.

Особое место в развитии агрономии занимают работы Д. Н. Прянишникова (1865–1948) – основоположника отечественной агрохимии. Он объяснил, как растения усваивают азот, разработал способы применения азотных удобрений.

И. А. Стебут (1833–1923) систематизировал большой опыт возделывания полевых культур, описал приемы их агротехники, а также обобщил опыт в области обработки, известкования и гипсования почв и лесомелиорации.

Крупный вклад в развитие агрономической науки внес Д. И. Менделеев (1834–1907). Он придавал большое значение применению удобрений и использованию питательных веществ подпахотных слоев почвы путем глубокой пахоты.

Развитие земледельческой науки теснейшим образом связано с именем физиолога, ботаника и агронома К. А. Тимирязева (1843–1920), который изучил потребности растений в питательных веществах, разработал основы продукционного процесса, изучая параметры фотосинтетической деятельности растения. Он является классиком научной биологии и растениеводства. Огромный вклад в развитие современных знаний о растениях внесли физиолог Н. А. Максимов (1880–1952), ботаник П. М. Жуковский (1888–1975).

И. В. Мичурин (1855–1935) вывел новые сорта плодовых и ягодных культур, заложил основы научного плодоводства. Н. И. Вавилов (1887–1943) внес неоценимый вклад в биологию, систематику и географию культурных растений. Собранная им мировая коллекция растительных ресурсов и организация географических посевов растений оказали огромное влияние на развитие селекции сельскохозяйственных культур. Используя эти ресурсы, селекционеры П. П. Лукьяненко, В. С. Пустовойт, В. Н. Ремесло, Ф. Г. Кириченко, П. Ф. Гаркавый, М. И. Хаджинов, И. Г. Галеев, В. Н. Мамонтова и др. создали выдающиеся по продуктивности и качеству сорта и гибриды растений.

Значительный вклад в развитие растениеводства внесли И. В. Якушкин (зерновые, картофель, корнеплоды), Н. Н. Кулешов (кукуруза,

пшеница), А. И. Носатовский (пшеница), В. А. Харченко (кормовые корнеплоды), Н. А. Майсуриян (зернобобовые), П. П. Вавилов (новые кормовые культуры), Н. Г. Андреев (многолетние травы) и многие другие.

В истории развития агрономической науки и сельскохозяйственного образования в Беларуси ведущее место занимает основанная в 1836 г. Горы-Горецкая земледельческая школа, впоследствии переименованная в Горы-Горецкий земледельческий институт, ныне Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Это была первая и единственная до 1865 г. (когда была открыта Петровско-Разумовская, ныне Российский государственный аграрный университет – Тимирязевская сельскохозяйственная академия) высшая агрономическая школа царской России. Еще тогда из ее стен вышли выдающиеся деятели сельскохозяйственной науки, ставшие позднее профессорами Петровско-Разумовской сельскохозяйственной академии.

«Вся русская агрономия последней четверти XIX в. может быть выведена из стен Горы-Горецкого института», – писал в 1901 г. А. Ф. Фортунатов. Именно в Горках было организовано первое в мире учебно-опытное поле, создан первый зерноуборочный комбайн, написаны первые научные монографии и практические руководства по агрономии. Здесь работали ведущие ученые-агрономы того времени – И. А. Стебут, А. В. Советов, И. М. Рытов, Э. Ф. Рего и многие другие. Созданные ими научно-педагогические школы явились основой подготовки высококвалифицированных научных и педагогических кадров для всей Российской империи.

Первые научные исследования в области растениеводства в Беларуси были начаты профессорами Горы-Горецкой земледельческой школы Б. А. Целинским и И. А. Стебутом. Впоследствии в 1882 г. И. А. Стебут издал капитальный труд «Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России», который долгие годы являлся практически единственным учебным пособием по растениеводству для подготовки многих поколений агрономов в России при изучении ими полевых культур.

Важно отметить вклад ботаника Э. Ф. Рего. С его именем связано создание в 1841 г. в Горках старейшего в Беларуси ботанического сада, а в 1847 г. – дендрария. Э. Ф. Рего один из первых начал научные исследования по дендрологии и интродукции древесных экзотов в условиях Беларуси, был инициатором закладки лесопромышленных

насаждений, сделал первую попытку проследить происхождение плодовоощных культур из дикорастущих, определил значение селекционного отбора.

Большой вклад в становление агрономической науки внес М. В. Рытов (1846–1920), организовавший первое в Беларуси учебно-практическое поле в Горках, в котором испытывал различные сорта сельскохозяйственных культур, изучал новые приемы агротехники.

История академической аграрной науки в Беларуси начинается с создания в 1927 г. Института социалистического лесного и сельского хозяйства им. В. И. Ленина, объединившего в себе разрозненные опытные станции, отделы и лаборатории Беларуси; в настоящее время это РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (г. Жодино).

*Почвоведение и агрохимия.* В 1932 г. на базе земледельческих отделов Института сельского и лесного хозяйства и Центральной агрохимической лаборатории создан Институт удобрений и агропочвоведения, в настоящее время – Институт почвоведения и агрохимии. У истоков формирования почвенных и агрохимических исследований как особой, самостоятельной области знаний, а также создания специального научного учреждения, постоянно и целенаправленно ведущего разработку этого направления, стояли известные белорусские ученые – О. К. Кедров-Зихман, Г. И. Протасеня, П. П. Роговой, А. Г. Медведев, С. Н. Иванов, В. М. Пилько, Н. П. Булгаков, В. Н. Четвериков, А. Н. Урсулов, Б. Б. Бельский, А. М. Галковский, В. И. Шемпель, И. М. Курбатов и др. Работу по организации института возглавил академик АН БССР Я. Н. Афанасьев, который стал первым директором. Основными задачами, которые стояли с самого начала создания этого института, были изучение почвенного покрова Беларуси, разработка систем удобрений сельскохозяйственных культур и повышение плодородия почв.

Значительную роль в развитии земледелия сыграло проведение крупномасштабных почвенных обследований хозяйств республики. Уже в 1957–1964 гг. каждое хозяйство страны получило почвенные карты в масштабе 1:10000, агрохимические картограммы и картограммы агропроизводственных групп почв и рационального использования земель. История почвенных исследований связана с именем выдающегося почвоведом нашей страны, академика Н. И. Смеяна.

Важным направлением в исследованиях агрохимиков явилась разработка научных основ программирования урожаев сельскохозяй-

ственных культур (1977–1985), авторами которых были академик ВАСХНИЛ Т. Н. Кулаковская и Л. П. Детковская.

С 1980 г. под руководством академика И. М. Богдевича развивается новое направление по разработке методических основ и созданию в республике автоматизированной системы управления плодородием почв, включающей решение ряда задач по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства.

Проводятся исследования по разработке ресурсосберегающих систем применения удобрений под сельскохозяйственные культуры (В. В. Лапа, И. А. Кунцевич, Н. Н. Семененко, Н. П. Кукреш, В. А. Прудников, А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова). Значительные исследования выполнены по изучению эффективности органических удобрений, подстилочного и полужидкого навоза, его сочетаний с торфом, навоза и помета кур птицефабрик (В. И. Шемпель, И. Ф. Филиппенко, В. М. Перепелица, Н. Г. Бачило). Разрабатываются системы применения комплексных форм минеральных удобрений (Г. В. Пироговская и др.).

*Мелиорация.* В прошлом веке и в настоящее время в повышении эффективности земледелия важная роль отводится мелиорации пахотных и луговых угодий. В связи с этим постановлением Минского Губернского Комитета по делам земского хозяйства от 22 февраля 1910 г. была организована Минская болотная опытная станция. Станция издавала журнал «Болотоведение», где публиковались виднейшие ученые того времени – А. Ф. Флеров, А. Т. Кирсанов, А. Н. Костяков, А. Д. Дубах, В. С. Доктуровский, В. Н. Сукачев и др.

В 1930 г. на базе Минской болотной опытной станции и отдела мелиорации и культуры болот Белорусского НИИ социалистического сельского хозяйства в г. Минске создан Всесоюзный научно-исследовательский болотный институт, перед коллективом была поставлена задача – «систематически изучать болота и луга Советского Союза со стороны их природы, культуры, экономики и использования».

В республике еще 60 лет назад переувлажненные и заболоченные земли занимали более 8 млн. га, или почти 40 % всей территории. В стране было около 3 млн. га болот (14 % территории), другими словами, каждый седьмой гектар республики представлял болото.

Важную роль в обосновании и формировании системы земледелия на торфяных почвах сыграли работы А. Т. Кирсанова, Н. Ф. Лебедевича, Г. И. Лашкевича, М. В. Докукина, Б. Б. Бельского, С. И. Тризно, З. Н. Денисова.

В период активного мелиоративного строительства (с 1966 г.) проведены разносторонние исследования по научному обеспечению комплекса мероприятий оптимизации водно-воздушного режима почв, созданию условий для интенсивного использования мелиоративных земель (Г. И. Афанасик, П. И. Закржевский, В. М. Зубец, А. И. Ивицкий, М. Ф. Карловский, В. Т. Климков, В. Н. Кондратьев, А. П. Лихацевич, Г. М. Лыч, И. В. Минаев, Э. И. Михневич, А. И. Мурашко, А. Ф. Печуров, П. К. Черник, В. Ф. Шебеко, Э. Н. Шкутов).

Содержание и особенности системы земледелия на торфяных почвах сформированы Н. Ф. Лебедевичем в его фундаментальной работе «Основы травопольной системы земледелия на торфяных почвах», удостоенной премии им. В. Р. Вильямса (1951). Теоретические основы и дифференцированная система обработки этих земель обобщены С. Г. Скоропановым в монографии «Освоение и использование торфяно-болотных почв» (1961). В настоящее время основные технологические приемы земледелия на осушенных землях Беларуси разработаны А. С. Мееровским, Н. Н. Семененко, П. Ф. Тиво, А. Л. Бирюковичем, Л. Н. Лученок и др. Традиционно большое внимание уделяется исследованию прогрессивных технологий луговодства на осушенных землях, которые обеспечивают до 70 % травяных кормов (Н. В. Сеницын, Е. В. Руденко, Н. Ф. Башлаков, А. Л. Бирюкович, С. А. Касьянчик).

Для информационного обеспечения оценки эффективности использования мелиорированных земель разработана автоматизированная книга истории полей на основе ГИС-технологий (Н. К. Вахонин), обеспечивающая хранение данных по всем урожаяобразующим факторам и урожайности по каждому полю.

*Структура посевных площадей.* В системе земледелия исключительно велика роль оптимизации структуры посевных площадей, построения севооборотов, системы обработки почвы. Первые опыты по изучению севооборотов в Беларуси заложены на Стебутовском опытном поле в Горках (1922), Беньяконской опытной станции Гродненской области (1925), Минской растениеводческой и Турской опытных станциях. Итоги работы за период 1924–1958 гг. обобщены М. С. Савицким (1924). В 1938 г. опыты по изучению севооборотов были заложены на экспериментальной базе «Устье» Оршанского района Витебской области. В послевоенное время исследования по севооборотам возобновлены в БСХА (1945) и в Институте социалистического сельского хозяйства (1946), на базе которого впослед-

ствии был создан БелНИИ земледелия. Основные итоги исследований, проводимых в БСХА, обобщены в работах С. С. Захарова (1957), П. М. Шерстнева (1967) и П. К. Александровского (1982). Важнейшие результаты опытов, проведенных в БелНИИ земледелия, опубликованы в трудах этого института и научных изданиях П. Е. Прокопова (1959, 1960). С 1958–1960 гг. научно-исследовательская работа по севооборотам значительно расширилась. Опыты были заложены на экспериментальной базе «Зазерье», Полесской и Ганусовской опытных станциях БелНИИ земледелия, в Гродненской, Брестской и Гомельской ОСХОС, а с 1964 г. исследования в стационарных опытах начаты и на экспериментальной базе «Жодино» БелНИИ земледелия.

В результате многолетних исследований (П. Е. Прокопов, Н. И. Кривеня, П. И. Никончик, А. Г. Майор, А. А. Усеня, А. Ч. Скируха, Л. Н. Грибанов, А. С. Мастеров и др.) разработаны агрономические основы севооборотов на дерново-подзолистых почвах применительно к многоотраслевым хозяйствам.

*Системы обработки почв.* В развитии земледелия учеными республики всегда отводилось важное место разработке систем обработки почвы. Уже в 1926–1928 гг. были начаты исследования по сравнительной оценке эффективности осенней и весенней вспашки под яровые культуры, выявлению роли послеуборочного лущения. Изучалось влияние глубины вспашки и агротехнических приемов борьбы с сорной растительностью (М. Г. Чижевский, А. П. Абрамчук, П. Е. Прокопов и др.). Было подтверждено предложение В. Р. Вильямса об эффективности очищения почвы от многолетних сорняков методом «удушения» через двукратное с разрывом лущение с последующей вспашкой. Совершенствованию систем обработки почвы посвящены работы Г. Д. Белова, Я. К. Михалева, Г. В. Симченкова, Н. Г. Бачило, Л. А. Булавина, В. И. Барташевича, В. Н. Шлапунова, Т. М. Грабко, С. С. Небышинца, А. П. Гвоздова, С. И. Трапкова и др.

*Защита растений.* Формирование защиты растений как отрасли земледельческой науки и практики в Беларуси связано с организацией в 1923 г. в Минске Белорусской научно-исследовательской станции защиты растений, позже в этом направлении работали областные опытные станции, Институт биологии АН БССР. В 1971 г. на базе Минской научно-исследовательской станции по колорадскому жуку, нематоды и раку картофеля и отдельных лабораторий БелНИИЗ и БелНИИПОК был создан Белорусский НИИ защиты растений. Его первым директором был член-корреспондент АН БССР А. Л. Амбросов,

внесший значительный вклад в развитие сельскохозяйственной вирусологии в Белоруссии, в решение проблемы защиты семенного картофеля от вирусной инфекции. В этот же период в институте доктором наук И. Я. Пониным была сформирована школа гельминтологии, работавшая над созданием исходного материала для селекции картофеля на устойчивость к картофельной нематоде. Начаты исследования по биологическому методу защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней (Т. Я. Безденко).

Впоследствии под руководством директора института (1979–1999), академика ААН Беларуси В. Ф. Самерсова была впервые теоретически обоснована концепция и разработана система управления энтомогенозом зерновых злаков, определены основные этапы ее реализации. К. П. Поденовым была сформирована в институте школа гербологии, последователями которой являются А. С. Андреев, С. В. Сорока, Л. И. Сорока, В. С. Терещук, Т. Н. Лапковская, Е. А. Якимович. В настоящее время исследования по этому направлению возглавляет директор института С. В. Сорока. Под его руководством на основе изучения видового состава сорняков, порогов и критических периодов вредоносности, оценки эффективности химических и агротехнических мероприятий разработаны технологии защиты зерновых культур, льна-долгунца, картофеля, проса, сои, лука, яблони от сорной растительности. Под руководством профессора Л. И. Трепашко ведутся исследования по энтомологии. С. Ф. Буга возглавляет исследования по фитопатологии. Научные изыскания, включавшие совершенствование фитосанитарного мониторинга и прогнозов, экономических аспектов и оптимизации защиты растений в интенсивном земледелии и современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, выполнены профессором Л. В. Сорочинским.

Одновременно не прекращались и ведутся исследования по защите растений от сорняков в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию, БГСХА, опытных станциях.

В настоящее время и на ближайшую перспективу перед аграрной наукой стоит чрезвычайно сложная задача – изучить агроэкологические эффекты, обусловленные потеплением климата, обосновать пути адаптации к ним растениеводства Беларуси и, в частности, существующих систем защиты растений от вредных организмов.

*Селекция и семеноводство.* Одним из главных приоритетных направлений земледельческой науки является селекция и семеноводство. В нашей республике развитие этого направления начиналось

с 1927 г. на Белорусской государственной селекционно-опытной станции (д. Зазерье Пуховичского района). В довоенный период на этой станции закладывались научно-методические основы селекционно-семеноводческих работ, а в производстве возделывались привозные сорта.

В послевоенный период наиболее значимый этап развития селекции приходится на 1970–1990 гг. В 1970 г. в составе Белорусского НИИ земледелия был создан Западный селекционный центр по зерновым, зернобобовым и крупяным культурам (руководители – профессор Н. Д. Мухин (1970–1978), академик С. И. Гриб (1978–1990)), который объединял и координировал селекционно-семеноводческую работу в Беларуси, Литве, Латвии и Эстонии. В этот период были построены фитотронно-тепличные комплексы, приобретено новейшее зарубежное научное оборудование и специальная малогабаритная селекционно-семеноводческая техника, активизировалось международное сотрудничество и обмен генофондом растительных ресурсов.

В результате планомерного развития в Беларуси развернуты полномасштабные селекционно-семеноводческие исследования практически по всем полевым культурам. После длительной селекционной работы с озимой пшеницей под руководством И. К. Коптика были созданы сорта, превысившие по урожайности знаменитый сорт Мироновская 808, Березина, Надзея, Капылянка. Под руководством профессора К. В. Коледы в Гродненском государственном аграрном университете созданы первые интенсивные сорта озимой пшеницы (Ядвися, Спадчына и др.). В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии под руководством профессора А. З. Латыпова и Н. А. Дуктовой созданы первые сорта яровой (Розалия, Валента) и озимой твердой пшеницы (Славица).

Впервые в мире под руководством профессора Н. Д. Мухина были созданы и широко внедрены в производство сорта тетраплоидной ржи: Белга, Пуховчанка, Верасень. За это он удостоен звания Героя Социалистического Труда. В настоящее время селекцию озимой ржи возглавляет и успешно развивает Э. П. Урбан.

Созданные под руководством академика С. И. Гриба сорта ярового ячменя интенсивного типа Зазерский 85, Гонар, Прима Белоруссии, овса Буг и др. с потенциальной урожайностью 8–10 т/га зерна широко внедрялись на полях не только Западного региона Беларуси, но и в России, и Украине. За достигнутые успехи в селекции и технологии возделывания ярового ячменя и озимой ржи коллектив ученых в

составе С. И. Гриба, М. А. Кадырова, И. И. Мельник, С. Д. Лаврукович, Н. Д. Мухина и В. И. Рубана в 1994 г. стали лауреатами Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники. Вторая Государственная премия Республики Беларусь была вручена в 1998 г. за создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов озимой пшеницы коллективу авторов – И. К. Коптику, М. В. Семененко, Г. В. Будевич, А. В. Миско, В. П. Самсонову, М. А. Корчмиту.

Важную роль в селекции имеет Государственная программа «Генофонд растений», действующая с 2000 г. (руководитель – Ф. И. Привалов), в результате выполнения которой генетические ресурсы растений, собранные в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию, признаны объектом национального достояния.

Важной, но пока недостаточно решенной, остается проблема сбалансирования зернофуража белком через производство зернобобовых культур. Значительный вклад в создание сортов и разработку технологий возделывания люпина, гороха, вики яровой внесли член-корреспондент НАН Беларуси Г. И. Тарануха, академик Л. В. Кукреш, Н. П. Лукашевич, Н. С. Купцов и др. В настоящее время в БГСХА под руководством Е. В. Равкова проводится успешная селекция антракнозо- и фузариозоустойчивых сортов желтого и белого люпинов.

Весомые результаты получены и в селекции гречихи (Е. Д. Горина, Т. А. Анохина, А. М. Дорофеева, Е. И. Дубовик), созданные диплоидные и тетраплоидные сорта и технологии возделывания (А. Н. Анохин и др.) обеспечивают полную потребность страны в гречневой крупе.

Селекция сахарной и кормовой свеклы ведется в направлении создания гетерозисных гибридов на Опытной научной станции по сахарной свекле (Несвиж) и в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию (Жодино).

Среди технических культур большое внимание в Беларуси уделяется льну. По селекции и технологии возделывания льна-долгунца и льна масличного успешно работают коллективы Института льна под руководством академика И. А. Голуба (Л. В. Ивашко, В. А. Прудников, Г. Н. Шанбанович, Е. Л. Андроник, В. З. Богдан) и Могилевской ОСХОС (Л. Н. Каргапольцев, П. Р. Хамутовский). Созданы высокопродуктивные, высококачественные и конкурентоспособные сорта льна-долгунца (Блакит, Ива, Ярок, Левит 1, Веліч, Ласка, Веста, Верас, Грот, Грант) с потенциалом продуктивности волокна не

ниже 25–28 ц/га, а также сорта льна масличного (Брестский, Опус, Илим, Салют) с потенциалом урожайности 20–22 ц/га семян, содержанием 42–45 % пищевого масла высокого качества, пригодные к механизированной уборке. Разработаны адаптированная ресурсосберегающая технология возделывания и первичной обработки льна-долгунца, технология переработки льняной тресты и производства масла льняного пищевого.

Целенаправленная научная работа с многолетними травами, особенно в послевоенное время, начата в 1947 г. на Березвичской опытной станции в Глубокском районе, а с 1950 г. продолжена на землях экспериментальной базы «Устье» Оршанского района. Результатом селекционной работы было районирование сортов клевера лугового: Слуцкий раннеспелый местный, Минский позднеспелый местный, а в 1969 г. – Цудоўны. В последующие годы под руководством Е. И. Чекеля были созданы новые высокопродуктивные сорта клевера лугового: Витебчанин, Долголетний, Яскравы, Янтарны, Устойлівы. Набор таких разноспелых сортов клевера позволяет создавать сырьевой конвейер, расширяющий оптимальные сроки уборки до 40–45 дней вместо 18–20, обеспечить повышение продуктивности на 25 % и сбор белка на 25–28 %. Созданы сорта люцерны, донника, эспорцета, лядвенца рогатого.

Под руководством П. П. Васько создана система одновременно созревающих сортов клевера ползучего (Духмяны, Матвей, Чародей) и сорта межродового овсянчно-райграсового гибрида (фестулолиум); межвидового гибрида овсяницы тростниковой и луговой с мягкими листьями и интенсивностью отрастания овсяницы тростниковой; межвидового гибрида райграса пастбищного и райграса многокосного с интенсивным отрастанием, межвидового гибрида лисохвоста лугового и лисохвоста вздутого с пониженной осыпаемостью семян.

В 1950-е гг. в Беларуси предпринимались попытки широкого внедрения кукурузы на силос. Были созданы два сорта (С. И. Тишков) и один гибрид кукурузы (Н. В. Турбин), в Белорусском НИИ земледелия организован отдел кукурузы. В отделе проводились исследования по селекции и технологии возделывания этой культуры (Б. Н. Журавель, Б. С. Жагрин, В. Н. Шлапунов, З. М. Глушина). Вопросы агротехники кукурузы в эти годы были включены также в тематику исследований практически всех НИУ аграрного профиля республики. Однако в условиях бедных, кислых почв, низких доз удобрений, отсутствия гербицидов насильственное, необоснованное внедрение кукурузы (до

795 тыс. га в 1962 г.) было убыточным. В результате после отставки главы государства Н. С. Хрущева площадь посева кукурузы сократилась до 130 тыс. га (1969). В дальнейшем, по мере повышения плодородия почв, интенсификации земледелия, происходило постепенное расширение посевов кукурузы, достигшее 470 тыс. га в 1990 г. Одновременно продолжались исследования по совершенствованию приемов возделывания кукурузы. На супесчаных почвах южной части Беларуси были разработаны вопросы доз и сроков применения органических и минеральных удобрений в повторных посевах кукурузы, способов минимальной обработки почвы, защиты от сорной растительности и др. (Н. Ф. Надточаев). Однако с распадом СССР возникла проблема обеспечения Беларуси семенами кукурузы, что привело к сокращению ее посевов до 159 тыс. га (1995). В связи с этим в БелНИИ земледелия под руководством академика В. Н. Шлапунова была начата работа по созданию собственных гибридов кукурузы и совместных с селекционерами Молдовы, Украины, Сербии, Германии, России. Результатом такого сотрудничества стало внесение в реестр Республики Беларусь более 40 гибридов. В настоящее время селекция и семеноводство кукурузы сосредоточены в Полесском институте растениеводства и выполняет ее первый директор этого института Л. П. Шиманский с сотрудниками.

Крупным прорывным достижением ученых Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию явилось освоение рапса в Беларуси. В 70–80-е гг. прошлого столетия рапс яровой и озимый, сурепица, горчица белая, редька масличная изучались и внедрялись как культуры зеленого и сырьевого конвейера на корм, выращиваемые в озимых и пожнивных промежуточных посевах. В то же время высокое содержание в семенах рапса и сурепицы эруковой кислоты и глюкозинолатов ограничивало возможности их использования на производство растительного пищевого масла и белка для животных. Нужны были сорта, свободные от указанных антипитательных веществ. Первые шаги (1986) в этом направлении были сделаны Я. Э. Пилюк, начавшей селекцию с формирования и изучения коллекционного материала и в последующем передачу в государственное сортоиспытание и районирование по всем областям первого белорусского сорта ярового рапса Явар. В дальнейшем была создана система сортов озимого и ярового рапса и разработаны технологии их возделывания, приспособленные к почвенно-климатическим условиям Беларуси. За создание системы сортов озимого и ярового рапса,

разработку их технологии и внедрение в производство группа сотрудников Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию (Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, В. В. Сушкевич) в 2009 г. была награждена Государственной премией в области науки и техники.

Основные составляющие повышения результативности агрономии на современном этапе включают: адаптивную интенсификацию селекции и растениеводства, применение в селекционном процессе современных генетико-биотехнологических методов; внедрение в агрономическую практику компьютерных средств и информационных технологий; модернизацию материально-технической и приборно-аналитической базы растениеводства.

## 2. МНОГООБРАЗИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

### 2.1. Основные виды полевых культур

**Культурные растения** – растения, выращиваемые человеком для получения пищевых продуктов, кормов в сельском хозяйстве, лекарств, промышленного и иного сырья и других целей.

Человек пока научился использовать в той или иной мере примерно 5 % видов растений, которые в настоящее время произрастают на нашей планете и отличаются очень большим разнообразием, в том числе около 1500 введены в культуру, из них наиболее важное значение имеют примерно 600.

Человек выводил культурные (возделываемые, культивируемые) растения из дикорастущих еще в древние времена. Он отбирал понравившиеся ему вкусные семена, плоды, корни и сеял нужные растения поблизости от своего жилища, поливал их и ухаживал за ними. Из года в год семена становились обильнее и крупнее, а корнеплоды или плоды – вкуснее. Если мы сравним колосья культурной и дикорастущей пшеницы, увидим, что у первой они намного больше. Значит, и листья, и все другие органы культурной пшеницы должны работать интенсивнее, чтобы образовать более крупные колосья, с большим количеством зерен. Следовательно, культурной пшенице нужны лучшие условия жизни, чем дикорастущей. Иначе она не даст хорошего урожая. То же наблюдается у картофеля, свеклы, капусты, ягодников – у любого растения, возделываемого человеком.

Из поколения в поколение передавался опыт выращивания растений. Люди отбирали растения и улучшали их. Так было положено начало возделыванию культурных растений – растениеводству. Появилась наука о земледелии, или земледелии. Она развивалась во взаимосвязи с ботаникой, химией, физиологией растений, почвоведением.

**Центры происхождения культурных растений** указывают, где впервые было окультурено и начато возделывание того или иного сельскохозяйственного растения, где находится его родина – генцентр. В местах первичных генцентров находится наибольшее разнообразие сортов, культурных и диких разновидностей и форм данного вида.

В 1894 г. в России было создано Бюро по прикладной ботанике, которое затем преобразовалось во Всероссийский институт растение-

водства (ВИР), в котором велись работы по созданию генетического фонда растений.



Н. И. Вавилов

Наиболее полную и целостную теорию центров происхождения видов культурных растений сформулировал Николай Иванович Вавилов в ходе исследований в 20–30-е гг. прошлого века.

В своих экспедициях Вавилов собрал богатейшую коллекцию культурных растений, нашел родственные связи между ними, предсказал возможные для выведения ранее неизвестные, но заложенные генетически свойства этих культур.

Он обнаружил существование районов с максимальной концентрацией видов, разновидностей и сортов определенных культурных растений, а также то, что эти районы связаны с местами древнейших цивилизаций. Н. И. Вавиловым было выявлено семь основных географических центров происхождения культурных растений (рис. 2.1): Южноазиатский тропический, Восточноазиатский, Юго-Западноазиатский, Средиземноморский, Абиссинский (или Африканский), Центральноамериканский, Южноамериканский (или Андийский).

Впоследствии П. М. Жуковский развил это учение и дополнил. По каждому из 12 генцентров определены границы и перечислены виды растений, которые впервые введены в культуру и подверглись селекции.

1. *Китайско-японский генцентр* является родиной риса, проса, чумизы, гречихи, сои, овса голозерного, ячменя многозерного, пшеницы мягкой, фасоли спаржевой, редьки культурной, репы японской, чеснока китайского, баклажана китайского, яблони маньчжурской, яблони-китайки, груши уссурийской, айвы, сливы китайской, абрикоса, персика, вишни, хурмы, винограда Давида, чая китайского и других культур.

2. *Индонезийско-индокитайский генцентр* является родиной риса посевного, хлебного дерева, лимона, сахарного тростника, банана, кокосовой пальмы.

3. *Австралийский генцентр* является родиной 9 видов хлопчатника, 21 вида табака, орехоплодного дерева, клевера подземного.

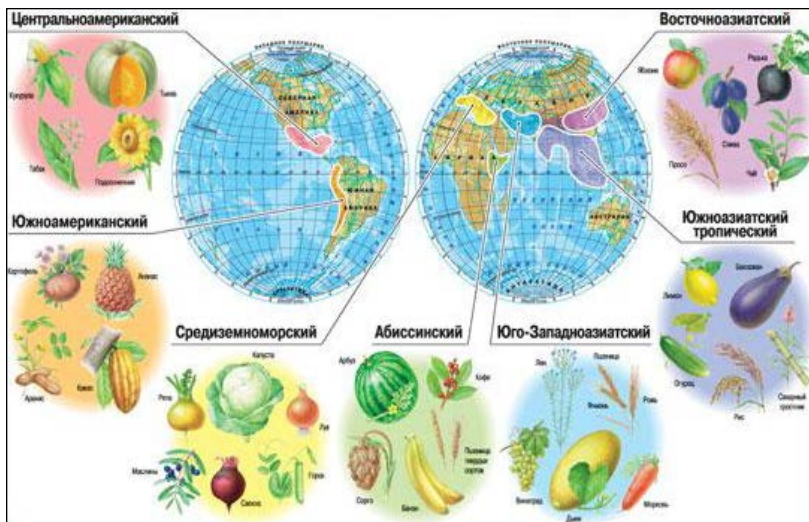


Рис. 2.1. Центры происхождения культурных растений (по Н. И. Вавилову)

4. *Индостанский генцентр* располагает ценными источниками риса с длинными зерновками, пшеницы шарозерной, сахарной пальмы, фасоли рисовой, огурца, кунжута индийского, конопли индийской, перца черного.

5. *Среднеазиатский генцентр* является родиной пшеницы мягкой, ржи афганской, гороха посевного, бобов конских, чины посевной, нута культурного, маша, сурепицы, льна-кудряша, дыни культурной, моркови, лука репчатого, чеснока, алычи, сливы, персика, вишни тяньшаньской, миндаля, грецкого ореха, винограда культурного, люцерны синей.

6. *Переднеазиатский генцентр* является родиной 15 видов пшеницы, трех видов ржи, ячменя, овса, гороха, чечевицы, вики, люцерны дагестанской, льна стелющегося, дыни, свеклы, моркови, многих видов груши, терна, сливы домашней, абрикоса обыкновенного, черешни, граната, инжира, шелковичного дерева, хлопчатника аравийского, розы.

7. *Средиземноморский генцентр* является древнейшим центром растениеводства. Это родина тургидной, твердой, польской пшеницы, дикой однозернянки и двузернянки, ячменя многорядного и двурядного, овса песчаного и византийского, канареечника, гороха, нута, вики, люпина желтого, узколистного, белого, волокнистого, льна

культурного и узколистного, клевера ползучего, сераделлы, укропа, брюквы, свеклы, петрушки, маслины, винограда, дуба пробкового.

8. На территории *Африканского генцентра* находятся эфиопские подвиды твердой, тургидной и польской пшеницы, африканской ржи, ячменя, абиссинского овса, сорго, африканского риса, клещевины, хлопчатника африканского и сомалийского, арбуза столового, белосемянного льна, арабского кофе, финиковой пальмы, абиссинского банана, гладиолусов.

9. *Европейско-Сибирский генцентр* является родиной льна-долгунца, свеклы, клевера лугового, гибридного, ползучего, люцерны северной, желтой и синей, яблони лесной, сибирской и культурной, груши лесной, черешни дикой и культурной, грецкого ореха, винограда амурского, малины, смородины, клубники, земляники лесной, облепихи, крыжовника, хмеля, хрена, злаковых трав.

10. В *Среднеамериканском генцентре* окультурены кукуруза, фасоль, картофель, тыква, кабачки, табак, махорка, перец овощной.

11. *Южноамериканский генцентр* считается родиной кукурузы, многих видов картофеля, перуанского хлопчатника, арахиса, мелкосемянных видов люпина, томата, кокаинового кустарника, подсолнечника, ананаса, амаранта, многолетних видов ячменя.

12. В *Североамериканском генцентре* имеется большое разнообразие многолетних и однолетних видов ячменя, а также слива американская, вишня песчаная, дикие яблони, смородина, крыжовник, малина, ежевика, подсолнечник, топинамбур, многолетний люпин.

Изучение родственных в систематическом отношении видов позволило Н. И. Вавилову сформулировать **закон гомологических рядов в наследственной изменчивости** (1920), суть которого состоит в следующем: систематически близкие виды растений имеют сходные и параллельные ряды наследственных форм, и чем ближе друг к другу стоят виды по происхождению, тем резче проявляется сходство между рядами морфологических и физиологических признаков.

В результате интродукции различных видов растений и их окультуривания вдалеке от родины, на других континентах образовались вторичные центры происхождения, где в процессе селекционной работы и под действием естественного отбора в новых условиях возникло множество образцов и форм, обладающих принципиально отличительными признаками и свойствами.

Третичные очаги формообразования культурных растений образовались в местах крупных селекционных центров, где искусственным

путем получают большое количество новых форм, отдаленных гибридов, выделяют ценные спонтанные мутанты и гибриды.

Разнообразие растительных образцов первичных, вторичных и третичных генцентров используется для постоянного пополнения мировой коллекции ВИРа, которая является источником ценных признаков и используется в качестве исходного материала в селекционном процессе. За последние десятилетия мировая коллекция ВИРа удвоилась и насчитывает около 400 тыс. образцов различных видов и форм растений. Более 1000 сортов различных культур выведено с использованием коллекционных образцов ВИРа.

### **Классификация культурных растений.**

Современное растениеводство как отрасль сельскохозяйственного производства включает в себя полеводство, овощеводство, плодоводство, виноградарство, цветоводство, луговоеводство и лесоводство. Но как научная дисциплина растениеводство рассматривает только полевые культуры. Эта наука несет на себе черты прикладной ботаники (морфология, анатомия и систематика полевых культур) и земледелия.

В группу полевых культур входят порядка 100 важнейших видов, которые дают продукты питания, сырье для технической переработки и корма для сельскохозяйственных животных. Все они различаются между собой по биологическим особенностям, по отношению к условиям окружающей среды, по количеству и качеству получаемой продукции. Специальной научной классификацией растений, произрастающих на нашей планете, постоянно занимаются специалисты по ботанике; при этом они подразделяются на семейства, роды и виды. Делались неоднократные попытки разработать ее также для культурных растений, но ни одна из них пока не получила всеобщего признания среди агрономов. Рассмотрим основные подходы в классификации культурных растений.

П. М. Жуковский (1964) выделил следующие группы растений:

- 1) крахмалосные: пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, сорго, просо, рис, пайза, чумиза, могоар, гречиха, картофель, батат и др.;
- 2) сахаросные: тростник, свекла и др.;
- 3) инулиносные: цикорий, топинамбур и др.;
- 4) белковые: горох, фасоль, соя, нут, бобы, чечевица, чина, люпин;
- 5) жирномасличные: подсолнечник, кунжут, клещевина, арахис, рыжик, горчица, рапс, сурепица, сафлор и др.;
- 6) волокнистые: хлопчатник, лен, конопля, джут и др.;

7) пищевые сочноплодные, сочно-семенные и древесные твердоплодные: яблоня, груша, слива, вишня, абрикос, персик, смородина, крыжовник, виноград, орех грецкий, лещина и др.;

8) тыквенные и основные овощные: арбуз, тыква, огурец, томат;

9) кормовые: брюква, репа, турнепс, люцерна, клевер и др.;

10) наркотические и стимулирующие: табак, чай, кофе, какао и др.;

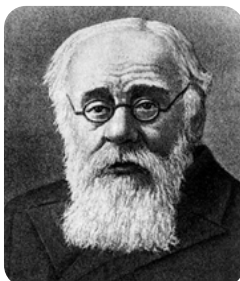
11) некоторые древесные технические и лекарственные: эвкалипт, бамбук, хинное дерево и др.;

12) каучуконосные и гуттоносные виды.

Многие положения этой ботанической классификации представляют интерес и для агрономов, хотя в ней имеется целый ряд недостатков. Например, зерновые культуры, картофель и некоторые однолетние злаковые травы (пайза, чумиза, могоар) попали в одну крахмалосную группу.



П. М. Жуковский



И. А. Стебут



Д. Н. Прянишников

И. А. Стебут разделил все полевые культуры в зависимости от способа возделывания на три группы – растения парового, полевого и лугового клина. Они различались между собой в основном по густоте посева. К паровым (пропашным) растениям относилось большое количество очень различных по назначению сельскохозяйственных культур, которые в то время возделывались с широкими междурядьями (сахарная и кормовая свекла, репа, брюква, кольраби, цикорий, табак, картофель, топинамбур, тыква, кукуруза, конские бобы, фасоль, подсолнечник, озимые рапс и сурепица, кунжут, клещевина, мак, земляной орех, сафлор, хлопок, хмель и др.). Так как хозяйственно ценную часть у этих разнообразных растений составляли корни, клубни, корневища, стебли, листья, соцветия, цветы, плоды и зерна, то ему пришлось разбить эту обширную сборную группу на 10 подгрупп. Растения полевого клина имели значительно меньшие между-

рядья (пшеница, рожь, ячмень, овес, просо, рис, гречиха, горох, яровые рапс и сурепица, рыжик, горчица, лен, конопля, могар и др.). Эту группу он делил на 4 подгруппы в зависимости от цели возделывания и использования. Растения лугового клина имели самые маленькие междурядья; сюда относились все многолетние бобовые и злаковые травы (клевер, люцерна, эспарцет, тимopheевка, райграс и др.), а также их травосмеси.

Ученики и последователи И. А. Стебута пытались в той или иной степени усовершенствовать его классификацию. Д. Н. Прянишников считал, что более перспективна группировка, в которой были бы объединены цели и способы выращивания различных культур. Он поделил все растения полевой культуры на 4 группы, располагая их в порядке возрастания густоты стояния.

1. Клубнеплоды и корнеплоды (культуры парового клина): картофель, топинамбур, сахарная и кормовая свекла, морковь, брюква, репа, цикорий, пастернак, кормовая капуста.

2. Зерновые (в основном растения полевого клина) в свою очередь делились на три подгруппы:

а) растения с зернами, богатыми крахмалом: пшеница, рожь, ячмень, овес, просо, кукуруза, рис, гречиха;

б) растения с зернами, богатыми белком: горох, нут, чечевица, конские бобы, вика, фасоль, соя, земляной орех;

в) растения с зернами, богатыми маслом: подсолнечник, сафлор, кунжут, клещевина, мак, рапс, сурепица, рыжик, горчица, анис, кориандр, тмин и др.

3. Прядильные растения (паровой и полевой клин): хлопчатник, лен, конопля.

4. Кормовые травы (растения лугового клина): клевер, люцерна, эспарцет, тимopheевка, лисохвост, райграс, костер безостый, мятлик, сераделла, могар, суданская трава и др.

Кроме того, в виде приложения он выделил дополнительную группу, куда включил наркотические (табак), вкусовые (хмель) и красильные растения, которые в то время выращивались в основном на приусадебных землях. Таким образом, в классификации Д. Н. Прянишникова фактическое количество групп и подгрупп полевых культур было доведено до восьми.

В 1948 г. И. В. Якушкин полевые культуры разделил на группы:

1) хлеба озимые;

2) хлеба яровые (по преимуществу сплошного посева);

- 3) хлеба пропашные (просо, гречиха);
- 4) хлеба высокостебельные (кукуруза, сорго);
- 5) зерновые бобовые;
- 6) масличные и эфиромасличные;
- 7) картофель и земляная груша;
- 8) сахарная свекла;
- 9) кормовые корнеплоды;
- 10) прядильные культуры (лен, конопля);
- 11) хлопчатник;
- 12) новые лубяные культуры;
- 13) табак и махорка;
- 14) многолетние бобовые травы;
- 15) многолетние злаки;
- 16) травосмеси;
- 17) однолетние злаки;
- 18) однолетние бобовые травы;
- 19) силосные и бахчевые; каучуконосы.

Классификация И. В. Якушкина была построена по принципу комплексной характеристики полевых культур, но в ней были также существенно дополнены биологические особенности растений, непосредственно связанные с отношением их к факторам среды.

В дальнейшем ученые пошли по пути сокращения групп полевых культур. За основу классификации был взят принцип объединения растений полевой культуры по их наиболее существенному признаку, имеющему прямое отношение к производству, т. е. по характеру главного продукта, получаемого при их возделывании.

П. И. Подгорный также был сторонником группировки полевых культур по их назначению. Он считал, что для 100 полевых культур, которые рассматриваются в курсе растениеводства, очень трудно разработать стройную классификацию, так как они отличаются между собой по биологическим признакам, разнообразию получаемых продуктов, особенностям их возделывания и размещения в севооборотах, степени механизации. В связи с этим не всегда получаются четкие границы между отдельными группами по их назначению, так как многие растения используются для разных целей. Он считал, что группировка полевых культур должна осуществляться по производственному принципу, и делил их на 4 группы с подразделением на несколько подгрупп: зерновые, технические, кормовые, бахчевые. Позднее в

эту классификацию внесли небольшие уточнения и была принята следующая группировка растений:

1. *Зерновые культуры.*
  - 1.1. Озимые хлеба первой группы.
  - 1.2. Яровые хлеба первой группы.
  - 1.3. Хлеба второй группы.
  - 1.4. Гречиха.
2. *Зернобобовые культуры.*
3. *Технические культуры.*
  - 3.1. Масличные и прядильные растения.
  - 3.2. Лекарственные и алкалоидные растения.
  - 3.3. Сахароносные и крахмалоносные растения.
4. *Бахчевые культуры.*
5. *Кормовые культуры.*
  - 5.1. Многолетние бобовые травы.
  - 5.2. Многолетние злаковые травы.
  - 5.3. Однолетние травы (бобовые и злаковые).
  - 5.4. Растения других семейств.
  - 5.5. Кормовые корнеплоды.

Таким образом, определить место рассмотрения ряда культур довольно трудно, например, картофель в нашей стране принято рассматривать в группе полевых крахмалоносных растений. В странах же тропиков его относят к овощным культурам. И вместе с тем источником крахмала могут быть и зерновые культуры, например широко известен в употреблении крахмал кукурузный. Большая часть масличных растений являются однолетними полевыми растениями – соя, подсолнечник, арахис, кунжут, но в то же время велика роль в производстве растительного масла пальмы масличной, пальмы кокосовой, оливкового дерева, которые рассматриваются среди плодовых растений. Чай китайский традиционно относят к стимулирующим полевым культурам, и одновременно кофе, какао, чай парагвайский и др. отнесены к плодовым растениям. Имеются трудности в определении места и среди полевых культур: соя является бобовым и масличным растением, лен возделывается на волокно и масло и т. д.

## **2.2. Сельскохозяйственные культуры Республики Беларусь**

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), Беларусь находится на втором месте в мире после

Польши по количеству площадей, засеянных тритикале (516,6 тыс. га), и на четвертом месте по его сбору (1,78 млн. т против 2 млн. т во Франции, 2,5 млн. т в Германии и 5,2 млн. т в Польше). Страна находится на пятом месте в мире по количеству площадей под рожью (448 тыс. га) и на четвертом месте в мире по ее сбору (1,2 млн. т против 4,3 млн. т в России и Германии и 3,7 млн. т в Польше).

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат), в 2012 г. страна занимала второе место в мире по производству льноволокна, третье – по сбору клюквы, пятое – по ржи и тритикале, тринадцатое – по сахарной свекле, четырнадцатое – по овсу, пятнадцатое – по семенам рапса, семнадцатое – по клубнике.

В расчете на душу населения Беларусь находится на первом месте по производству картофеля среди стран СНГ и на третьем – по сбору зерна (всех видов, без зернобобовых) после Казахстана и Украины. По первым трем показателям страна немного превосходит Польшу, Литву и Латвию, но вдвое уступает Литве и незначительно Латвии по сбору зерновых. По количеству площадей под картофелем Беларусь занимает восьмое место в мире и десятое – по его сбору (7,1 млн. т против 73,3 млн. т у лидера, Китая).

Наибольший удельный вес в посевных площадях Республики Беларусь (около 50 %) занимают кормовые культуры (одно- и многолетние травы, кормовые корнеплоды – кормовая морковь, кормовая свекла, турнепс, брюква). При этом посевная площадь кормовых культур с 2010 г. выросла более чем на 30 %.

В структуре растениеводства Республики Беларусь высокий удельный вес занимают зерновые и зернобобовые, а также кормовые культуры, что обусловлено специализацией сельского хозяйства главным образом на молочно-мясном животноводстве.

Основными зерновыми культурами являются ячмень, рожь, тритикале. Особое место занимают картофель и лен. Основные овощные культуры – морковь, свекла, капуста.

Технические культуры (рапс, лен, сахарная свекла) занимают незначительное место в структуре сельскохозяйственных культур Республики Беларусь. Посевные площади данных культур сократились к 2016 г. в общей структуре посевов с 10 до 7 %. Данное снижение произошло главным образом за счет сокращения посевов рапса.

Несмотря на свою популярность в Республике Беларусь картофель занимает только 5 % всех посевов культур. При этом с 2010 г. посевные площади картофеля сократились на 76 тыс. га, или на 20,5 %.

Урожайность основных сельскохозяйственных культур подвержена существенным влияниям почвенно-климатических условий и изменяется по годам и регионам возделывания. Средняя урожайность в белорусском сельском хозяйстве, как правило, находится на приблизительно одинаковом уровне с урожайностью в соседних странах. По урожайности зерновых Беларусь значительно (почти втрое) превосходит Казахстан, незначительно – Россию и Азербайджан, находится на одном уровне с Арменией, но уступает Украине и значительно уступает странам Западной Европы и США.

### **2.3. Зерновые, зернобобовые и крупяные культуры**

Среди полевых культур наибольшее значение имеют зерновые культуры, основной продукт которых – зерно. Зерновые культуры являются самыми распространенными из всех растений, выращиваемых человеком. Под ними занято около половины обрабатываемых земель (пашни).

Основное значение зерновых и зернобобовых культур – пищевое, кормовое и техническое. Зерно злаковых, крупяных и других культур широко используется в мукомольной, крахмально-паточной, спиртовой, пивоваренной, комбикормовой промышленности, в хлебобулочном, крупяном, макаронном и кондитерском производстве, оно также является основой либо важной составной частью животноводства, кормовой базой для скота и птицы.

Кроме зерна и продуктов его переработки используют зеленые корма, солому, силос и другие продукты, получаемые из зерновых культур. Определенное значение зерновые и зернобобовые культуры имеют в медицине. Отвары и водные настои цветков и створок бобов фасоли помогают лечить диабет, гипертонию, ревматизм, мочекаменную болезнь. Кукурузные рыльца в виде экстракта и настоя – хорошее желчегонное средство, применяемое при холецистите, гепатите. Кукурузное и льняное масло предупреждает атеросклероз. Отвары из соломы и зерен овса, цветков гречихи также используются в народной медицине. Хорошо известны медоносные свойства цветков гречихи.

В Беларуси наибольшие площади пахотных земель занимают зерновые хлеба (пшеница, рожь, тритикале), далее идут зерновые кормовые (ячмень, овес, кукуруза) и потом зерновые бобовые и крупяные культуры (горох, гречиха, просо). Средняя урожайность зерновых

в республике пока остается на уровне 30–35 ц/га, хотя имеются хозяйства, где ежегодно получают урожай свыше 50 ц/га, а то и 80–105 ц/га. Насущная проблема – повышение урожайности основных сельскохозяйственных культур при одновременном улучшении качества зерна.

В настоящее время роль зерновых и крупяных культур стабильно возрастает ввиду высокой их пищевой ценности. Расширяется ассортимент вырабатываемых зерновых круп.

Зерновые и зернобобовые культуры относятся к трем ботаническим семействам: злаковые (хлеба 1-й и 2-й групп), гречишные, бобовые.

К зерновым культурам, кроме хлебных и крупяных злаков, относятся еще зерновые бобовые растения, или зернобобовые: горох, фасоль, чечевица, соя, нут, бобы, люпин и др., дающие урожай в виде зерна, вылушиваемого из бобов.

#### **Общая характеристика злаковых культур.**

В полевой культуре наибольшее значение имеют растения семейства Мятликовые, или Злаки, – *Poaceae*, *Gramineae*. По современной ботанической классификации это семейство подразделяется на три подсемейства: Бамбуковидные (*Bambusoideae*), Мятликовидные (*Poacoidae*), Просовидные (*Panicoidae*). Растения подсемейства Бамбуковидные произрастают в тропических и субтропических странах.

К подсемейству Мятликовидные относятся широко распространенные хлеба: пшеница, рожь, ячмень, овес, а также кормовые травы – мятлик, костер, овсяница, тимофеевка и др. Подсемейство Просовидные включает кукурузу, или маис, просо, сорго, рис, сахарный тростник. Все роды этих подсемейств имеют виды, нередко многочисленны. Род пшеницы, например, насчитывает 27 видов, овес – 16, сорго – более 30 видов.

Внутри вида различают более мелкие систематические единицы – разновидности, а в пределах разновидности – сорта, под которыми понимают группы растений со сходными морфологическими признаками и хозяйственно-биологическими свойствами.

Зерновые хлеба по родовым отличиям разделяют на хлеба первой группы – пшеница, рожь, ячмень, овес и хлеба второй группы – кукуруза, просо, сорго, рис.

Злаковые культуры, относясь к одному семейству *Poaceae*, имеют ряд особенностей строения растений (рис. 2.2).

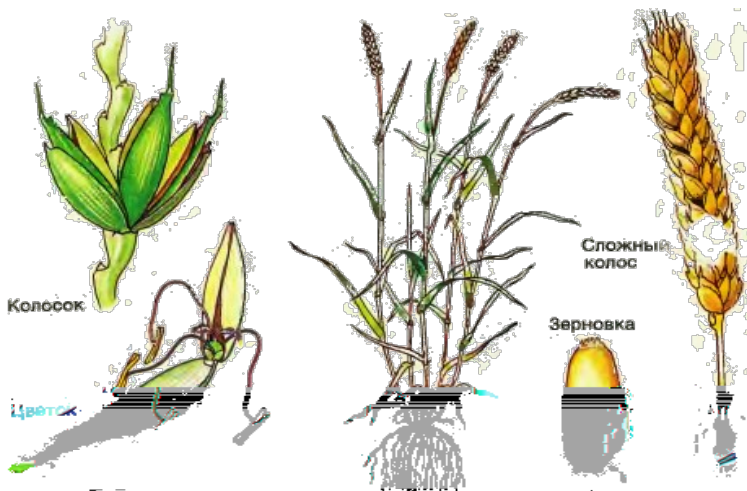


Рис. 2.2. Морфология пшеничного растения

Широкое распространение хлебных злаков объясняется тем, что они служат источником получения необходимых продуктов питания, таких, как хлеб и разнообразные крупы. В зерне хлебных злаков основные питательные вещества (белок, углеводы и другие органические соединения) находятся в наиболее благоприятном соотношении. Белковых веществ больше всего содержится в зерне пшеницы (до 20–21 %), жира – в зерне кукурузы, проса и овса. Из простейших сахаров в составе зерна наибольшее значение имеют глюкоза и фруктоза. Мука может обладать высокой, нормальной или низкой сахарообразующей способностью. При образовании теста глюкоза сбраживается дрожжами, выделяя углекислый газ, который при выпечке хлеба способствует образованию пористости. Жиры – важный энергетический материал для организма человека и носитель растворимых в жирах витаминов А, D, Е, К. Кроме этих витаминов мука, а следовательно, и хлеб являются источником водорастворимых витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, необходимых в питании человека. Ферменты выполняют функцию регуляторов биохимических процессов – обмена веществ в организме.

Зерновые хлеба имеют огромное значение в производстве разнообразных кормов для животноводства: концентрированных (зерно кукурузы, ячменя, овса), силоса (кукуруза), грубых кормов (мякина,

полова, солома) и др. Большую ценность имеют зерновые хлеба и как сырье для производства крахмала, патоки, декстрина, спирта и других продуктов.

#### *Мировое производство зерновых культур.*

Экологические особенности разных культур определяют основные зоны их распространения. Для каждого региона мира характерен свой набор основных зерновых культур: для Европы – пшеница, ячмень, рожь; для Азии – рис, пшеница; для Америки – кукуруза, пшеница; для Австралии – пшеница; для Африки – кукуруза, сорго, просо.

Посевы пшеницы сосредоточены преимущественно в умеренном и субтропическом поясах Северного полушария, где достаточное количество тепла и влаги. Там выращивают озимую и яровую пшеницу. Озимая пшеница имеет более высокую урожайность, чем яровая, поскольку получает много влаги весной от таяния снега и имеет более длительный период вегетации. Однако в холодные бесснежные зимы она часто вымерзает, что вызывает необходимость пересева весной яровыми сортами.

В торговлю попадает обычно не более 10 % зерна. Поскольку зерно в значительной степени является стратегическим товаром, то каждая страна пытается производить его самостоятельно. В последние годы основными экспортерами зерна являются США, Канада, Австралия, Аргентина, страны ЕЭС, Австралия, Китай, крупными импортерами – страны Латинской Америки, Северной Африки, Юго-Западной и Юго-Восточной Азии.

#### **Основные зерновые и крупяные культуры.**

*Пшеница* – одно из древнейших культурных растений. Ее возделывают более 10 тыс. лет. Зерновки пшеницы находили при раскопках первых поселений человека и даже в пирамидах египетских фараонов. В Беларуси возделывается мягкая пшеница и начато внедрение твердой пшеницы. Пшеница дает почти 30 % мирового производства зерна и снабжает продовольствием около 70 % населения Земли. Сейчас посевы пшеницы занимают примерно 210 млн. га – почти половину мировой пашни под зерновыми культурами. В Республике Беларусь для самообеспечения народного хозяйства продовольственным зерном посевные площади под озимой и яровой мягкой пшеницей в последние годы расширяются. Валовый сбор зерна ежегодно составляет 1,0–1,2 млн. т, урожайность в среднем – 30–32 ц/га.

Пшеница используется в хлебопечении, из нее изготавливают крупы (пшеничную и манную), отруби, зернокарма, спирт и др.

В зерне пшеницы содержится 10–20 % белка, 63–74 % крахмала, примерно по 2 % жира, клетчатки и золы. Зерно ее широко используется для производства муки, белого хлеба, манной крупы, макаронных и кондитерских изделий, отруби – в производстве кормов для животноводства.

*Рожь* – неприхотливая, малотребовательная и высокоотзывчивая культура. Она может давать хозяйственно целесообразную урожайность там, где пшеница вовсе не даст урожая (районы с суровыми зимами, песчаные, смытые почвы и т. п.). В мировом земледелии ржи принадлежит пятое место среди зерновых культур. Площадь посева ее на земном шаре составляет около 11 млн. га. По валовому сбору ржи в мире выделяют Россию, Польшу, Украину, Китай. В Беларуси в полях севооборота озимые занимают приблизительно 30 % пашни, а урожай ржи составляют приблизительно 1,1–1,4 млн. т, т. е. около 20 % валового сбора зерна.

Рожь посевная – это вторая по значению хлебная культура. Зерно ржи богато белком (9–17 %) и крахмалом (52–63,5 %). Мука, отруби, дробленое зерно – хороший концентрированный корм (1 кг зерна содержит 0,34 корм. ед.). Зерно ржи перерабатывается на спирт и крахмал; из соломы получают кристаллический сахар, целлюлозу, фурфурол, уксус, лигнин. Из ржи выпекают черный хлеб. Традиционно в мире черным хлебом славятся Польша, Германия, Дания, Россия, Швеция. Хотя по калорийности, переваримости и усвояемости ржаной хлеб уступает пшеничному, содержит меньше белка и клейковины, однако превосходит его по биологической ценности белка, поскольку содержит в 1,5 раза больше лизина и несколько больше треонина и тирозина, витамины А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е, РР и пользуется спросом у населения. Особенно хорошими вкусовыми качествами обладает ржаной хлеб из отсевной (пеклеванной) муки.

*Тритикале* – новый род злака, синтезированный человеком путем сложной отдаленной гибридизации между пшеницей и рожью. В Республике Беларусь посевные площади озимого тритикале составляют 350–400 тыс. га, ярового – около 20 тыс. га. По этому показателю Беларусь занимает третье место в мире, уступая только Польше и Германии. Основное назначение тритикале кормовое, в меньшей степени продовольственное. В зерне тритикале содержится на 1,5 % белка больше, чем у пшеницы и на 3–4 % выше содержание клейковины, однако качество ее ниже. Тритикале характеризуется повышенным содержанием незаменимых аминокислот (лизин, триптофан), что обуславливает его питательность.

Хорошая облиственность растений позволяет использовать зеленую массу тритикале на сенаж, силос, травяную муку, зеленый корм и выпас животных. По сравнению с пшеницей и рожью зеленая масса тритикале лучше поедается животными вследствие большего содержания в ней сахаров и каротиноидов.

*Ячмень.* Яровой ячмень – традиционная зерновая культура для Беларуси, занимает до 15–20 % площади всех зерновых. По урожайности яровые хлеба уступают озимым, но дают высококачественное продовольственное и фуражное зерно. В Беларуси яровой ячмень возделывают в основном как продовольственную культуру. Из зерен ячменя вырабатывают перловую и ячневую крупы, суррогат кофе, иногда хлеб. Чистая ячменная мука для хлебопечения малопригодна, при необходимости ячневую муку добавляют к ржаной или пшеничной в количестве 20–25 %.

Ячмень также используется как кормовая культура. Зерно является ценным концентрированным кормом (100 кг зерна равны 120 корм. ед.) для сельскохозяйственных животных, особенно для откорма свиней и птицы. Зеленая масса ячменя используется в смеси с бобовыми и зернобобовыми культурами в виде витаминной подкормки или сена. По питательности ячменная солома ниже овсяной, но не уступает пшеничной, в ней содержится 4,4 % протеина, в мякине – 6,2 %. Как техническая культура ячмень используется в пивоваренной, спиртовой, кондитерской отраслях промышленности. Для приготовления пивного солода особенно ценным сырьем являются двурядные ячмени, которые обладают крупным и выровненным зерном с пониженной пленчатостью и высокой энергией прорастания.

*Овес* – ценная продовольственная и кормовая культура. В мировом земледелии овес занимает около 13 млн. га и по сумме посевных площадей находится на пятом месте в мире после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Основное мировое производство овса сосредоточено сейчас в среднеширотной полосе Северного полушария – в России, Беларуси, Казахстане, США, Польше, Германии и Канаде. В Северной Америке его выращивают во всех провинциях Канады и штатах США. Средняя урожайность овса в мире – 20,2 ц/га.

В зерне овса содержится 12–15 % белка, 40–45 % крахмала, 4,0–6,0 % липидов. Белок легко усваивается и отличается повышенным содержанием необходимых для организма человека аминокислот (аргинин, гистидин, лизин, триптофан). По сравнению с другими хлебными злаками зерно овса содержит значительно больше липидов, особенно в зародыше; в их составе преобладают линоленовая и олеи-

новая кислоты. Кроме того, зерно овса богато витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, соединениями железа, кальция и фосфора.

Зерно овса используется для выработки крупы, хлопьев, печенья и др. Продукты, изготовленные из переработанного зерна овса, отличаются высокой питательностью, калорийностью и легко усваиваются организмом человека. Их широко используют в диетическом и детском питании. В хлебопекарной промышленности муку овса примешивают в небольших количествах к пшеничной или ржаной муке. Для хлебопечения одна овсяная мука малопригодна из-за отсутствия в ней клейковины.

Овес – важнейшая зернофуражная культура Республики Беларусь. Принято считать, что 1 кг зерна овса соответствует 1 корм. ед. (стандарт). Зерно овса используют как незаменимый концентрированный и хорошо усваиваемый корм для лошадей, птицы, племенных животных. Переработанное зерно овса включают как обязательный компонент в комбикорма.

Вико-овсяные, горохо-овсяные и другие смеси используют как основные компоненты зеленого конвейера кормов для животных. Большую ценность в пищевом отношении представляет голозерный овес, содержащий намного больше белка, жира и крахмала, чем пленчатый овес. Овсяная солома и полова используются на корм скоту, по питательной ценности превосходят солому и полову других зерновых культур.

*Кукуруза* – одна из основных культур современного мирового земледелия. По урожайности зерна кукуруза превосходит все зерновые хлеба, уступая только рису. В мировом производстве зерна кукуруза занимает 3-е место (после пшеницы и риса). Лидерами по выращиванию кукурузы являются США и Китай. Почвенно-климатические условия Беларуси позволяют получать 350–400 ц/га зеленой массы и 50–70 ц/га зерна кукурузы. В Беларуси кукуруза возделывается в основном как силосная культура.

Кукуруза – культура универсального значения: пищевого, кормового, технического и других видов использования. Она используется в мукомольно-крупяном, хлебном и кондитерском производствах, крахмало-паточной, спиртовой и других отраслях промышленности. Из кукурузы изготавливают более 150 видов различных продуктов, что определяет ее пищевое значение.

Кукурузная мука в качестве примеси к пшеничной и ржаной идет для выпечки хлеба, из нее готовят специальное кушанье – мамалыгу (широко употребляется на Кавказе, в Молдавии, Закарпатье), используют как необходимый компонент бисквитов, кексов и других

кондитерских изделий. Из зерна кукурузы вырабатывают несколько сортов крупы, в том числе «кукурузную манку», заменяющую манную крупу из пшеницы, а также используют ее в производстве крахмала, глюкозы, патоки, пива, спирта, сиропа, кукурузных хлопьев и т. д.

Выделяемые при переработке кукурузы зародыши зерна содержат 30–40 % липидов, которые идут для получения пищевого масла, витамина Е, лечебных препаратов из пестичных цветков (столбиков и рылец). Из стеблей и початковых стержней получают активированный уголь, анестезирующие средства. В пищу употребляют отваренные и консервированные початки и зерна кукурузы в фазе молочной спелости. Однако как пищевой продукт белок зерна кукурузы беден незаменимыми аминокислотами (лизинном и триптофаном) и богат малощелочным в кормовом отношении белком зеином.

Как кормовая культура кукуруза имеет огромное значение для развития животноводства, так как служит источником высокопитательных концентрированных и сочных кормов для всех видов скота и птицы; используется в виде зерна, силоса, свежей зеленой массы и отходов промышленной переработки.

Большим многообразием характеризуется и техническое использование кукурузы. Стебли ее служат сырьем для выработки бумаги, строительных и изоляционных материалов, линолеума и других изделий. Стержни початков используются в химической промышленности, из них вырабатывается фурфурол – вещество, используемое для очистки и разделения растительных и минеральных масел, изготовления искусственных волокон, пластмасс.

*Просо, сорго, джовара, баджера, раги* – это важные продовольственные культуры для большинства африканских стран и некоторых стран Азии. В США, странах Латинской Америки они широко используются в производстве комбикормов. Наибольшие урожаи просяных культур собирают в Индии, Нигерии, США, Мексике, Китае. Средняя мировая урожайность проса – около 20 ц/га. В Беларуси возделывают сорта проса как зернового, так и зернокормового направления. Сорго – ценная пищевая и кормовая культура для районов, в которых пшеница и другие основные зерновые культуры расти не могут либо дают небольшие урожаи из-за засушливого климата.

Просо относится к основным крупяным культурам, из зерна которого получают пшено. По содержанию белка (12 %) пшено по сравнению с рисом (6 %), перловой (9,6 %) и гречневой (10 %) крупами занимает первое место, но несколько уступает в этом отношении овсяной крупе (16 %). Наряду с крупой просо дает муку, которая употребляется

в чистом виде или как примесь, например, ко ржаной муке для повышения ее пищевых качеств.

В непереработанном виде просо используется как концентрированный корм для домашней птицы и при откорме свиней, частично оно идет также для приготовления солода в пивоваренной промышленности. Просо можно высевать на зеленый корм и сено.

Сорго обыкновенное в зависимости от цели возделывания, высоты растений, сочности стеблей и содержания в них сахара, а также строения метелки и других признаков делят на четыре группы: зерновое, сахарное, веничное и травянистое. Из зерна сорго получают крупу и муку, кроме того, это ценный корм для скота и птицы, а также сырье для комбикормовой, крахмало-паточной и спиртовой промышленности.

*Гречиха* относится к важнейшим крупяным культурам. Валовый сбор гречихи в Республике Беларусь – около 15 тыс. т, урожайность – около 11 ц/га. В настоящее время гречиха по-прежнему занимает небольшие площади, что обусловлено низкой и нестабильной урожайностью этой культуры. Производство гречневой крупы составляет порядка 0,7–17,0 кг в год в расчете на одного жителя республики, или 12–25 % от потребности, что не позволяет обеспечить население Беларуси гречневой крупой хотя бы по минимальным медицинским нормам (6 кг на человека в год).

Гречневая крупа отличается хорошими вкусовыми качествами, легкой усвояемостью. Ценность гречневой крупы определяется высоким содержанием переваримых белков, углеводов и зольных веществ, значительная часть которых приходится на долю фосфора, кальция, железа, меди, витаминов (тиамина, рибофлавина, рутина). Рекомендуются как диетический продукт питания. Аминокислот – лизина и аргинина в семенах гречихи больше, чем в семенах пшеницы или риса. Благодаря витамину Е гречневая крупа долго хранится, не теряя пищевых достоинств. Гречневая мука для хлебопечения не годится (так как белок гречихи не обладает свойствами клейковины), но она пригодна для выпечки блинов, лепешек и некоторых сортов печенья. Из листьев и цветков гречихи получают лекарственный препарат рутин, применяемый при лечении атеросклероза, гипертонии и выведении из организма радиоактивных веществ. Гречиха ценится как медоносная культура. Нектар ее содержит 40 % сахара. С 1 га посева гречихи можно собрать до 100 кг темного меда хорошего вкуса и приятного запаха. С другой стороны, пчелы способствуют лучшему опылению, увеличивая урожай гречихи.

Гречиху высевают и как кормовое растение в пожнивных посевах и в занятом пару. За 40–50 дней она дает до 200 ц зеленой массы. Еще лучше высевать ее на корм совместно с пелюшкой (150 кг гречихи и 140 кг пелюшки на 1 га). В 100 кг зеленой и сухой соломы гречихи содержится 30 корм. ед., однако перекармливание ею животных вызывает покраснение и зуд кожи у свиней, крупного рогатого скота, овец, выпадение шерсти, поэтому солому гречихи лучше использовать для силосования вместе с сочными кормами. Пожнивные посевы гречихи могут также запахиваться на зеленое удобрение.

### **Общая характеристика зернобобовых культур.**

Все зерновые бобовые культуры принадлежат к семейству Бобовые (*Fabaceae*) и имеют много общего в биологии растений, приемах возделывания и качестве получаемой продукции (рис. 2.3).

К зернобобовым культурам относятся: горох (посевной и полевой, или пелюшка), кормовые бобы, вика посевная, фасоль обыкновенная, люпин (белый, желтый, многолетний, узколистный), соя, чечевица, чина, нут.

В мировой земледелии зерновые бобовые занимают около 13–14 % посева зерновых хлебов. По посевным площадям горох и соя занимают первое место, затем – люпин. Фасоль, чечевицу, чину, нут и кормовые бобы возделывают на небольших площадях.

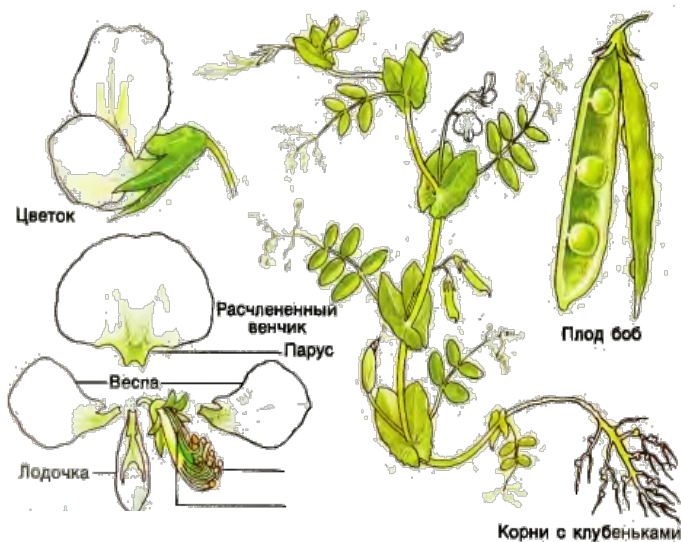


Рис. 2.3. Внешний вид растения гороха посевного

Зерновые бобовые культуры возделывают для получения семян с высоким содержанием белка. Эти культуры делят по хозяйственному значению на пищевые, кормовые, технические и универсальные. Фасоль и чечевица отличаются высокими вкусовыми и кулинарными качествами, их используют только в питании людей. Чину, нут, кормовые бобы, люпин белый и желтый применяют главным образом в комбикормовой промышленности, хотя в некоторых странах семена нута и люпина белого употребляют в пищу. Соя используется как техническая, пищевая и кормовая культура, не теряя значения масличного сырья. По универсальности использования соя не имеет себе равных среди полевых растений.

Промышленно-сырьевое значение бобовых состоит в том, что их семена используют для приготовления круп, муки, консервов и кондитерских изделий. Масло из семян сои имеет пищевое и техническое значение; фермент уреазу, как и белок фасоли, применяют в медицине. Семена некоторых зерновых бобовых (сои, чины) служат сырьем для получения казеина, пластмасс.

Весь симбиотически фиксированный азот воздуха отчуждается с урожаем зерновых бобовых, но с их органическими остатками в поле остается больше азота, чем с органическими остатками других культур. Поэтому в качестве предшественника они обеспечивают больший урожай последующей культуры, чем другие предшественники.

В решении проблемы растительного белка весьма важная, если не решающая, роль принадлежит бобовым культурам. В семенах многих культур содержание белка составляет 25–30 %, а у сои и люпина – до 35–45 %. В семенах многих бобовых содержится большое количество жира: у сои – 16–27 %, у нута – около 55 %, что повышает кормовую ценность этих культур.

Ценность семян бобовых культур состоит не только в высоком содержании белка, но и в его полноценности. Содержание основных незаменимых аминокислот в нем в 1,5–3 раза больше, чем в белке злаков. Это обеспечивает их стабильно высокий удельный вес в рационе человека.

*Горох* – основная зерновая бобовая культура, занимающая 80 % площадей всех зернобобовых культур. Горох используют на пищевые и кормовые цели. Это одна из наиболее древних культур. Археологические раскопки показали, что его использовали 20 тыс. лет назад наряду с пшеницей, ячменем и просом. В Беларуси горох возделывают на площади около 25 тыс. га, средняя урожайность – порядка 19,5 ц/га.

Наибольшие площади посевов гороха заняты в Китае (3,5 млн. га) и СНГ (около 4,7 млн. га).

Горох – один из главных источников растительного белка для производства комбикормов. Овощные сорта гороха используют в консервной промышленности (зеленый горошек). Горох на зерно используют в качестве предшественника озимых культур.

*Фасоль* часто считают малоурожайной культурой. Однако данные сельскохозяйственных опытных станций и передовой практики говорят о возможности получения урожаев этой культуры выше 25–28 ц/га. В СНГ большинство посевов фасоли приходится на Северокавказские республики, Краснодарский и Ставропольский края России, Украину и Молдову. В Беларуси фасоль широко распространена как огородная культура.

По количеству белка фасоль приближается к гороху, а по вкусу и развариваемости превосходит большинство зерновых бобовых культур. В состав белка фасоли входят такие необходимые для организма человека аминокислоты, как тирозин, триптофан, лизин и др. Хлеб с добавлением 5–10 % муки из белосемянных сортов фасоли питательнее и вкуснее чисто пшеничного хлеба, он особенно полезен детям. Фасоль широко используется консервной промышленностью для изготовления различных консервов, как фитотерапевтическое средство, зеленое удобрение и декоративное растение (многоцветковая).

*Люпин* относится к растениям, известным с глубокой древности. Первые сведения о нем относятся ко II в. до н. э. У древних греков и римлян люпин уже использовался на зеленое удобрение. Семена белого люпина египтяне использовали в пищу.

С высокой эффективностью используется люпин в занятых парах, поукосных и пожнивных посевах. Биомасса люпина повышает биологическую активность почвы. Возделывание люпина способствует самоочищению и детоксикации природных экосистем.

Во многих странах мира люпин уже давно используется в пищу человека. В Португалии, Чили, Перу, США, Австралии разрабатываются технологии с целью введения белка люпина в пищевые продукты – макароны, хлебобулочные и кондитерские изделия. Люпиновая мука и белковая паста используются для приготовления кондитерских изделий, пудингов, заменителей молока, соусов. Пудинги и мармелад с 10%-ным содержанием муки из люпина способствуют снижению содержания сахара в крови больных диабетом. Метионин

как основная лимитирующая аминокислота в белке люпина может компенсироваться за счет подбора определенного соотношения люпина с пшеницей.

Экстракты из семян люпина представляют большую потенциальную перспективу в фармакологической промышленности по изготовлению препаратов, снижающих артериальное давление, регулирующих биоэлектрическую активность сердца, моторную и психическую активность без проявления наркотических последствий. Алкалоид спартеин оказывает благотворное действие в качестве антиаритмического средства.

Однолетние виды люпина используются как кормовые культуры, наибольшую ценность из них представляет люпин белый. Многолетний люпин относится к высокоалкалоидным и в Беларуси не культивируется, но очень широко распространен как сорное растение вне пахотных угодий.

*Соя* – ценная продовольственная, кормовая и техническая культура. Это связано с химическим составом ее семян, которые содержат 45–50 % полноценного белка (в состав белков сои в сравнительно больших количествах входят все аминокислоты), около 20 % углеводов и до 30 % липидов.

Зерно используется в пищу в вареном виде и для консервирования. Из сои получают масло, маргарин, соус, соевый сыр, молоко, муку, кондитерские изделия, консервы и многие другие продукты. Соя богата легкоусвояемыми соединениями фосфора, витаминами А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>.

Белок сои характеризуется высокой усвояемостью, хорошей растворимостью в воде; по содержанию незаменимых аминокислот он богаче белка других культур. Низкое содержание углеводов включает продукты из сои в число диетических блюд при диабете.

Протеин сои может заменять протеин мяса. Главный белок семян сои – глицинин – способен при закисании свертываться (створаживаться). Изготовленное из соевых бобов молоко, как и животное молоко, содержит казеин, идущий для питания и промышленных целей. Соя служит сырьем для маслособойной промышленности, масло используют не только в пищу, но и в мыловарении, лакокрасочной промышленности и т. д.

В мировом производстве пищевого растительного масла соя занимает первое место. На ее долю приходится 40 %, а на долю подсолнечника – 17 %. Соевое масло используют преимущественно в переработанном виде как сырье для производства маргарина и

получения лецитина, применяемого при изготовлении медицинских препаратов. В кондитерской промышленности соевым лецитином заменяют яичные желтки.

Соя – ценное кормовое растение. Раньше сою возделывали на зеленый корм, который охотно поедают животные, а также для силосования (в смеси с кукурузой). Сейчас сою возделывают в основном на семена. Большое значение как корм для животных имеют жмых, шрот и соевая мука. Шрот сои содержит 40 % белка, 1,4 % жира и около 30 % безазотистых веществ. Из сои как технической культуры изготавливают искусственную шерстяную ткань, пластмассы, клей, лаки, краски, мыло и многие другие технические продукты и изделия. Добавление соевого масла в белые эмалевые краски предохраняет их от пожелтения и придает им блеск.

По площади посева в мировом земледелии соя занимает первое место среди зерновых бобовых культур, в 2003 г. в мире этой культурой было занято более 83,7 млн. га. Соя возделывается в 40 государствах. В США площадь посева этой культуры составляет около 25 млн. га, в Китае – 8 млн. га. Большие площади она занимает в Аргентине, Бразилии, Индии. В мире собирают более 150 млн. т семян сои в год при средней урожайности 22,5 ц/га. В Европе производится только 1,5 % от мирового урожая сои. В Беларуси под соей было занято около 1 тыс. га при средней урожайности 15,4 ц/га.

В Беларуси валовой сбор зерновых и зернобобовых культур колеблется в пределах 7–8 тыс. т, производство зерна на душу населения – 750–1000 кг. По валовому сбору и урожайности зерновых и зернобобовых культур в Беларуси лидируют Минская и Гродненская область.

Основными экспортёрами бобовых являются Канада, США, Австралия, страны Африки. Импортируют бобовые Индия, страны Евросоюза, США.

## **2.4. Овощные культуры**

Овощные культуры – сельскохозяйственные овощные растения, выращиваемые человеком ради получения съедобных сочных продуктивных органов, объединяемых под кулинарным понятием овощи.

Овощеводство – одна из древнейших отраслей сельского хозяйства. Более 4000 лет возделывает человек капусту, лук, огурцы. Еще за 1000 лет до н. э. выращивали дыни, морковь, свеклу, редьку и чеснок.

Овощи – космополиты среди культурных растений, они успешно растут и дают урожай и у экватора, и за полярным кругом. Овощных культур, произрастающих только в тропиках, практически нет. Они все могут успешно культивироваться в субтропиках и на юге умеренной зоны. В условиях субтропиков многие овощные культуры, возделываемые в умеренной зоне как двулетние, успевают дать семена через 260–280 дней после посева.

Овощи занимают первое место среди культур, выращиваемых на приусадебных участках.

К овощным культурам относят одно-, двух- и многолетние травянистые растения, сочные части или плоды которых человек употребляет в пищу.

Все овощные подразделяются на группы: столовые корнеплоды (свекла, морковь, репа, редис), капустные овощные, плодовые овощные (огурец, томат, баклажан, перец), луковичные овощные (лук, чеснок), зеленные.

Овощные культуры встречаются среди 78 ботанических семейств (19 однодольных и 59 двудольных). Общее количество видов растений, которые используют в пищу, в настоящее время – около 1200. Примерно 50 % из них возделывают, а остальные – дикорастущие, их собирают в природных биоценозах.

Наиболее широко известны около 120 видов, принадлежащих к 50–60 овощным культурам. Мировое производство овощных культур превысило 400 млн. т в год. Первое место по праву принадлежит томату, далее – бахчевые, капустные. В то же время много локальных культур, выращиваемых только в 1–2 странах.

По валовому сбору овощей мировыми лидерами являются крупные страны с многочисленным населением и благоприятными климатическими условиями (Китай, Индия, США), а в расчете на душу населения – страны Средиземноморья (Турция, Италия, Греция). Наибольшие урожаи томатов собирают в США, Китае, Италии, Турции, капусты – в Китае, Южной Корее, Японии, лука – в Китае, Индии, США.

#### **Овощные культуры семейства Пасленовые.**

Наиболее ценными среди пасленовых являются томаты, баклажаны, сладкий перец, а также острые перцы. В роде *Solanum* есть еще ряд менее распространенных листовых овощных растений, например африканский баклажан, паслен. В высокогорье ряда тропических стран распространена цифомандра, или томатное дерево, встречаются люло, или наранжилла, и физалис.

Питательная ценность пасленовых сравнительно невысока, однако они довольно богаты минеральными солями и витаминами. Важность этого факта возрастает с учетом значительного валового потребления данных культур. Нельзя не отметить и то, что томаты и острые перцы являются незаменимыми приправами для большинства блюд тропической кухни.

*Томат* – самый распространенный овощ в мире. Томаты едят сырыми, жареными, вареными, консервированными, в виде соусов, отдельно или вместе с другими блюдами. Плоды широко используют для консервирования: из них готовят пасты, соки, соусы, порошки. Семена томата содержат до 24 % полувысыхающего масла. Оно используется в качестве приправы для салатов, а также в производстве маргарина и мыла.

Сведения о происхождении томата и его ранней истории весьма скудны, однако большинство исследователей считают, что родина этого растения – горные районы Перу и Эквадора. Отсюда дикий предшественник томата как сорняк проник в другие тропические районы Южной Америки. Первые упоминания о появлении томата на Руси относятся ко второй половине XVIII в. Его описание можно найти в работах Андрея Болотова. Томат сначала разводили в окрестностях Бахчисарая, из Крыма растение начало распространяться по югу нашей страны. Более известное в нашем быту название томата – помидор – происходит от итальянского «золотое яблоко». Такое название, очевидно, объясняется тем, что первые томаты в Европе были желтоплодными. Плоды нового овощного растения в европейских странах, за исключением Италии, стали употреблять в пищу не сразу. Отчасти это было связано и с тем, что близкие родственники томата по семейству Пасленовые – белладонна и мандрагора – ядовитые растения. В XVI–XVII вв. в Европе томат был обитателем лишь ботанических садов и аптекарских огородов. Особым спросом пользовались цветки томата у европейских модниц. Появиться на светском рауте с соцветием томата, прикрепленным к корсажу, считалось для дамы высшим шиком. Опасения относительно ядовитых свойств томата оказались напрасными. В отличие от своих сородичей по семейству, действительно накапливающих большое количество токсичных алкалоидов, томат содержит гораздо менее токсичный алкалоид томатин. Тем не менее и по сей день некоторые жители Шри-Ланки, Индии и Филиппин считают, что употребление в пищу большого количества помидоров может вызвать расстройство желудка.

*Перец овощной*, как и томат, происходит из Америки. Основные производители перца – это Китай, Индонезия, КНДР и Республика Корея, Нигерия, Шри-Ланка, Мексика, Гана, Пакистан. Мякоть плодов богата углеводами, содержит белок и железо. Особую ценность имеет повышенное содержание витамина С (до 270 мг/100 г в зеленых и до 480 мг/100 г в зрелых плодах), группы В и рутина. В красных плодах высокое содержание каротина, зато витамина РР больше в зеленых плодах. Перец используют в пищу в сыром виде (сладкие салатные сорта), а также консервируют. Острый перец – популярная приправа к мясным и другим блюдам.

*Баклажан* – третья по значимости культура из семейства Пасленовые. В свежих плодах баклажана содержится 7 % углеводов, 1 % белков, 1,3 мг/100 г железа, 0,05 мг/100 г тиамина, 0,05 мг/100 г рибофлавина, 0,5 мг/100 г витамина РР, всего 9 мг/100 г витамина С (в этом отношении баклажан сильно уступает другим пасленовым). Плоды баклажана, зрелые и незрелые, употребляют в пищу в вареном, жареном, запеченном виде, консервируют. Незрелые плоды иногда используют в пряных смесях. Родина баклажана – Индия. Основные производители: Китай, Индонезия, Япония, Турция, Филиппины, Египет, Таиланд, Индия.

*Физалис* – это излюбленное овощное растение мексиканцев. Плоды употребляют в пищу в сыром виде или консервируют, используют для варенья. Они содержат 3–4 % сахаров, 0,2–0,3 % пектиновых веществ, богаты витаминами, особенно РР, имеют повышенное содержание железа. Центр происхождения культуры – тропическая Америка. Овощной физалис выращивают в Индии, некоторых странах тропической Африки, Мексике и в некоторых других странах.

Физалис в народе называют изумрудной ягодой или земляной клюквой. Характерной особенностью всех физалисов является плод-ягода, заключенный в похожую на китайский бумажный фонарик оболочку-чехлик из сросшихся чашелистиков (физалис от греч. – пузырь).

### **Овощные культуры семейства Тыквенные.**

Тыквенные (*Cucurbitaceae*) – самые многочисленные по числу входящих в них видов. Они объединяют 100 родов, к которым принадлежат около 800 видов, используемых в пищу человеком. К этому семейству относят такие известные овощи, как тыква, арбуз, дыня, огурец, кабачок, патиссон, крукнек, чайот и многие другие. Всех их объединяет южное происхождение, хотя возделывают их повсеместно, в том числе и в умеренном поясе.

*Тыква.* Плоды этих растений ценят за высокое содержание углеводов (8–22 %), главным образом сахаров. Кроме того, большинство культур отличается высокой урожайностью. Благодаря сбалансированному содержанию углеводов, белков, минеральных солей, витаминов и разнообразных ферментов кушанья из плодов тыквы легко усваиваются организмом и способствуют улучшению усвоения других продуктов питания.

Из тыквы готовят более 200 блюд. В арабских странах изысканным кушаньем считают тонко нарезанную испеченную тыкву с яблоками и медом, политую соком лимона и обсыпанную молотыми фундуком и кешью. Тушеная тыква, протертая с сахаром, творогом и ванилью, – вкусное диетическое блюдо. Из тыквы готовят каши, запеканки, рагу, оладьи и даже торты. В семенах тыквы содержится свыше 50 % жира, по качеству не уступающего лучшим сортам растительного масла.

Из созревших плодов тыквы получают лечебный сок с мякотью. В арабских странах и в Африке семена тыквы и арбуза, прежде всего голозерных сортов, используют для приготовления супов, а также применяют как народное средство против гельминтов. Давно известны лечебные свойства плодов тыквы, ее рекомендуют при заболеваниях желудка. Специальные сорта тыквы выращивают на корм животным, на эти цели также используют плоды столовых сортов, невызревшие и нестандартные по размеру и качеству, поврежденные вредителями, болезнями и при транспортировке.

Средняя урожайность тыквы относительно невысокая – 13,7 т/га. Из общей площади промышленных плантаций, которая составляет 1 млн. га, половина приходится на умеренную зону. Импорт тыквы происходит в основном из стран Центральной Америки в США и Канаду. Культура тыквенных широко распространена в тропиках и субтропиках.

Встречающиеся в культуре формы тыквы относятся к трем основным видам: крупноплодная, мускатная и твердокорая (рис. 2.4).

Широко распространен подвид тыквы обыкновенной – *кабачок*. У кабачков различают сорта с ветвящимися и неветвящимися стеблями. Цуккини отличаются от кабачков компактностью куста, слабой опушенностью листьев, большим количеством женских цветков, окраской плодов (они темно-зеленые, желтые, полосатые), скороспелостью.

Из плодов кабачка (8–15-дневных завязей), патиссона и крукнека (2–8-дневных плодов) делают кабачковую икру. Весьма популярны фаршированные жареные кабачки, маринованные патиссоны.

По сравнению с кабачками *патиссоны* содержат больше сухих веществ, легкоусвояемых углеводов, пектиновых веществ, щелочных минеральных солей, витаминов группы В, а также С, РР и провитамина А. В пищу употребляют плоды в возрасте 5–10 сут. Они полезны при ожирении, малокровии, болезнях печени и почек, так как способствуют лучшему отделению желчи и восстановлению гликогена в печени. Рекомендуются патиссоны и при катарактах, язвенной болезни, атеросклерозе. Кроме того, патиссоны – хороший медонос и кормовая культура.

*Огурец.* Происходит из тропических районов Китая, Индии, Мьянмы и Индонезии. Огурцы хороши в любое время года, их потребляют свежими, солеными и маринованными, консервированными и фаршированными с рисом и мясом. Освежающий аромат огурцов удачно сочетается с ароматическими веществами других продуктов питания и возбуждает аппетит.

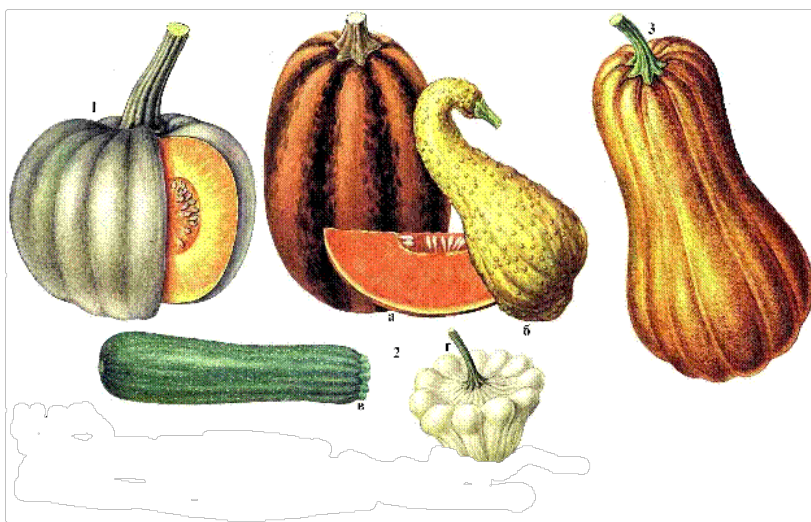


Рис. 2.4. Плоды различных видов тыквы: 1 – крупноплодная; 2 – твердокорая (а – плетистая, б – кустовая, в – кабачок, г – патиссон); 3 – мускатная

В пищу у огурца употребляют не только незрелые плоды-зеленцы, но и семенники (плоды в биологической спелости). В некоторых странах Юго-Восточной Азии и Западной Европы такие плоды консервируют. Из них также готовят различные маринады и подливы.

В Малайзии и Индонезии в пищу употребляют молодые листья огурца (в свежем или отваренном виде). Плоды огурца содержат 4–5 % сухого вещества и 95–96 % воды. В ней содержатся минеральные соли, микроэлементы и биологически активные вещества. В народной медицине огурцы используют при желудочных заболеваниях как послабляющее средство, в последние годы сок огурцов применяют в косметике. Огурец может стать и предметом экспорта.

#### **Луковые овощные культуры.**

Известно около 400 видов луков, из которых овощными культурами являются 228 видов. Они относятся как к культурным, так и к дикорастущим лукам и чеснокам. Из луковичных культур наибольшее значение имеют лук репчатый, лук-шалот, лук-порей и чеснок (рис. 2.5).

Рис. 2.5. Луковые овощные культуры:  
1 – черемша; 2 – лук репчатый; 3 – шнитт-лук; 4 – чеснок.

Многие луки используют в сыром, вареном, жареном, маринованном и сушеном видах в качестве приправы, вторых блюд, а также в консервной и других видах пищевой промышленности. Луковица содержит 16–20 % сухих веществ, в том числе 4–12 % сахара, 2–3 % азотистых веществ, более 10 мг/100 г витамина С, значительное количество разнообразных минеральных солей и эфирных масел, обладающих бактерицидными свойствами. Во многих странах  
и. м

недуг». Недаром древнегреческий историк Гераклит, живший 2500 лет назад, сообщал, что одна из надписей на большой пирамиде Хеопса содержала сведения о том, сколько лука и чеснока истрачено в пищу рабочим.

Наибольшее распространение из всех возделываемых видов имеет лук репчатый. Другие виды возделывают в меньших масштабах. Лук репчатый выращивают повсеместно с древнейших времен. Общая площадь, занятая культурой лука, составляет около 2 млн. га при средней урожайности 15 т/га. Первое место в мире по экспорту лука занимает Египет (500 тыс. т), имеющий очень благоприятные условия для круглогодичного выращивания репчатого лука.

### **Овощные культуры семейства Капустные.**

К семейству Капустные (*Brassicaceae*) принадлежит большое число овощных культур, распространенных на всех континентах. Полезные свойства растений, входящих в это семейство, были известны людям с незапамятных времен. Один из древнегреческих мифов связывает происхождение капусты с именем повелителя неба Юпитера. Юпитер, стараясь объяснить противоречивые предсказания двух оракулов, взмок от напряжения, и капли его пота, упавшие на землю, превратились в кочаны капусты. В своем историческом развитии семейство Капустные связано с районами Средиземноморья, Кавказа и Средней Азии, где сосредоточено большое число видов. Род *Brassica* L. – один из наиболее сложных и запутанных. Название рода происходит, по видимому, от греческого слова «бразо» – варить; по другой версии – от кельтского названия капусты – «брессик» или от греческого «брассо» – трещать, хрустеть. Корень славянского слова «капуста», происходит от кельтского слова «кап» – голова (или, в данном случае, кочан). Производство всех видов капусты, за исключением цветной, превышает 45 млн. т.

В составе рода Капуста (*Brassica* L.) имеются овощные и кормовые виды капусты. К овощной капусте относят следующие виды (рис. 2.6): капуста кочанная, представленная белокочанными и краснокочанными формами, цветная, савойская, брюссельская, кольраби, листовая, пекинская, китайская. Наиболее распространена в нашей стране кочанная капуста.

*Кочанная капуста* обладает высокой питательной ценностью, содержит 1,6 % белка, 4 % углеводов, богата клетчаткой (0,8 %), минеральными солями и витаминами, в том числе и являющимся витамином U. По сравнению с другими капустами она имеет повышен-

ное содержание витамина К и витамина С (40–50 мг/100 г). Кочанную капусту употребляют в пищу в свежем и переработанном виде, квашеную же капусту, столь популярную у нас и в некоторых европейских странах, по праву называют «северным салатом».

*Капуста цветная* отличается повышенным содержанием витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР и минеральных солей. Содержание белка может достигать 4 %. Культура обладает высокими вкусовыми достоинствами. В пищу употребляют головку, представляющую собой многочисленные разветвленные укороченные цветоносные побеги, расположенные довольно компактно. Из всех видов капусты цветная наиболее требовательна к теплу.



Рис. 2.6. Виды капусты

*Кольраби* выращивают ради утолщенных стеблей, образующихся в 1-й год жизни растения. Стеблеплоды содержат до 10 % сухого вещества, 2,0–2,3 % сырого белка, богаты минеральными соединениями и витамином С. Кольраби употребляют в пищу в сыром, вареном и тушеном виде.

*Брокколи* отличается нежным пикантным вкусом. Этот диетический продукт легко усваивается, его энергетическая ценность составляет 180 кДж. Целебное свойство брокколи определяется наличием в ней солей калия, фосфора, кальция, магния. Холин и метионин, входящие в состав белков, препятствуют накоплению в организме холестерина. Брокколи богата витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, Е, РР, витамином А и другими полезными веществами. Например, в бутонах брокколи витамина С и сухих веществ содержится почти в три раза больше, чем в цветной капусте, а побеги богаче сахарами. Пуриновых веществ, вредных при подагре и почечнокаменной болезни, в четыре раза меньше, чем в цветной капусте. Клетчатка брокколи способствует очищению организма от радионуклидов и тяжелых металлов.

Высокие пищевые достоинства *брюссельской капусты* обусловлены повышенным содержанием в ней белка (4,6–6,5 %), что в четыре-пять раз больше, чем в белокочанной, и в два-три раза больше, чем в цветной. Белок этой капусты отличается богатым аминокислотным составом. По содержанию и соотношению аминокислот брюссельская капуста не уступает белку мяса и молока. Углеводы, эфирные масла и органические кислоты придают брюссельской капусте особый пикантный вкус. В кочанчиках присутствует и значительное количество минеральных веществ. Наличие витамина С в брюссельской капусте достигает 150–160 мг%. Причем он находится в стабильном состоянии и не меняется ни при хранении, ни при переработке. Из кочанчиков брюссельской капусты готовят супы и гарниры, их также консервируют и замораживают. Сочетание незаменимых аминокислот и солей калия позволяет использовать ее в диетическом питании и для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Употребление брюссельской капусты способствует заживлению ран и восстановлению сил после тяжелых заболеваний. Отвар из нее по питательности не уступает куриному бульону.

*Савойская капуста* отличается высокими вкусовыми качествами и разнообразным химическим составом. Она характеризуется высоким содержанием белка, сухих веществ, горчичного масла, биологически

активных веществ (фитонцидов) и малым количеством клетчатки. Эта капуста богата и витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, РР, провитамином А. За рубежом большим спросом пользуются сушеные листья этой капусты. Она легко усваивается организмом и по питательным качествам особенно ценна для детей и людей пожилого возраста.

По сравнению с белокочанной в *лиственной капусте* содержится в два раза больше клетчатки, белка и золы. В ней много сахара и различных витаминов. Из листовой капусты готовят салаты, щи, гарниры. Часто ее используют и в декоративных целях.

К восточноазиатской группе принадлежат *капуста пекинская* и *капуста китайская*. Пекинская капуста богата солями калия, кальция и железа. В листьях содержится 1,3–3,5 % белка, 50–60 мг/100 г витамина С и другие витамины. Свежие листья используют для приготовления салатов, супов, тушат. В странах Юго-Восточной Азии салатную капусту часто заквашивают (корейцы, например, называют это блюдо «кимчи»). Причем использовались они не только как овощные растения, но и как масличные. По питательности китайская капуста близка к белокочанной. В ней содержатся протеин, жиры, сахара, соли калия, натрия, кальция, фосфора, магния и железа. Эта культура богата такими витаминами, как В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, РР, U. В китайской капусте присутствует и лизин – аминокислота, незаменимая для человека. Она обладает способностью растворять чужеродные белки, попадающие в кровь, и служит основным очистителем ее от вредных микроорганизмов, а также повышает сопротивляемость организма к болезням. По сравнению с другими капустными овощами в пекинской капусте присутствует повышенное количество кальция, фосфора и железа, а по содержанию белка она вдвое превосходит белокочанную. В листьях пекинской капусты много сухих веществ, сахаров, азотистых веществ, пектина, а также железа и других микроэлементов. Из органических кислот преобладает лимонная. Эта капуста – щедрый источник витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, РР, провитамина А.

#### **Многолетние овощные культуры.**

К группе многолетних относят разнообразные овощные культуры, которые возделывают на одном месте несколько лет. Питательные вещества у них накапливаются в надземных или подземных органах, в том числе в корневищах и хорошо развитых корнях. Наиболее ценны из этих овощей артишок (рис. 2.7), катран (рис. 2.8), ревен (рис. 2.9), скорпионер, спаржа (рис. 2.10), топинамбур, щавель.

*Артишок* (рис. 2.7), происходящий со Средиземноморского побережья, был известен еще древним грекам и древним римлянам. Само это слово арабского происхождения, что означает «земляная колючка». Артишок широко выращивают в странах Западной Европы. В России его возделывают в Краснодарском крае, а также на приусадебных участках.

В этом диетическом продукте содержатся белки, жиры, углеводы, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, провитамин А, а также инулин. Богат ароматическими веществами, придающими ему характерный вкус. В пищу употребляют мясистые цветоложа соцветий (корзинок), которые предварительно освобождают от трубчатых цветков, и утолщенное основание чешуи нижних рядов обертки. В сыром виде артишок напоминает по вкусу грецкий орех. Из него делают салаты, соусы, пюре, используют в консервированном виде.



Рис. 2.7. Артишок посевной



Рис. 2.8. Катран приморский



Рис. 2.9. Листья ревеня



Рис. 2.10. Спаржа лекарственная

*Хрен.* В хрене много эфирных масел, из которых основное – горчичное, а наличие глюкозида синигрина придает ему острый вкус. Хрен богат сахарами, белками, углеводами, многими минеральными веществами. Хрен – также щедрый источник витаминов группы В и особенно витамина С, много в нем и провитамина А. Хрен ценят как пряное растение, в пищу употребляют корень, а листья используют как приправу в соленьях и маринадах. Эта культура возбуждает аппетит, улучшает деятельность желудка и кишечника, способствует подавлению вредных бактерий и вирусов. Его используют против цинги и простудных заболеваний. Натертые корни хрена применяют как горчичники. Употребляют хрен и для косметических целей: кашлицу из корней хрена, перемешанную с тертым яблоком (1:1), наносят на лицо при увядающей пористой коже. С помощью хрена удаляют веснушки.

*Катран* (рис. 2.8). В отличие от многих овощных растений катран был введен в культуру сравнительно недавно – в 60-е гг. прошлого столетия, но он довольно быстро стал популярным. Часто катран используют как заменитель хрена. Корни катрана богаты солями калия, кальция, железа, магния. В них содержатся сахара, жиры, крахмал, инулин, пектин, значительное количество витамина С. Весной в салаты также добавляют молодые листья катрана. В листьях катрана присутствуют вещества, стимулирующие рост других растений.

*Ревень* (рис. 2.9), происходящий из Восточной Азии, в глубокой древности применяли только как лекарственное растение. В качестве овощной культуры он начал распространяться в Европе и Америке лишь в XVIII в. В ревене содержатся сахара, яблочная, лимонная и щавелевая кислоты, чем обусловлен его приятный кислый вкус, соли калия и магния, пектиновые вещества, а также витамины С, D и группы В. Ревень ценен и тем, что созревает ранней весной, когда мало других овощей. Из молодых мясистых черешков готовят салаты, начинки для пирогов, варенье, джем, повидло, мармелад, цукаты, компоты, кисели, квас, вино. Это овощное растение обладает противогинготными и общеукрепляющими свойствами. Его рекомендуют при малокровии, заболеваниях желудка, почек, а сок помогает при туберкулезе. Однако применение ревеня в лечебном и детском питании ограничивает высокое содержание щавелевой кислоты (правда, при варке она в значительной степени разрушается).

*Скорционер*. Корнеплоды скорционера богаты белками, жирами, сахарами, солями калия, магния, железа, а также витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С и провитамином А. В них также содержатся инулин, аспарагин, холин и лактуцин. Корнеплоды этого высококалорийного овощного продукта используют для приготовления гарниров, приправ к супам, консервирования огурцов. Высушенные корнеплоды входят в состав суповых смесей. Листья скорционера добавляют в салаты. Благодаря содержанию инулина и аспарагина скорционер полезен при сахарном диабете. В народной медицине его применяют при желудочно-кишечных заболеваниях, а также как болеутоляющее, успокаивающее, противосудорожное средство.

*Спаржа* (рис. 2.10) была известна людям еще до новой эры. Родина этого растения – солончаковые прикаспийские степи и побережье Средиземного моря. В Древней Греции спаржу разводили как лекарственное растение, древние римляне носили ее на шее в виде амулета, а спаржевыми ветками украшали ложе новобрачных. Этот овощ считается деликатесным, и долгое время его поставляли лишь к королевским столам. В Россию спаржу завезли голландские купцы во второй половине XVIII в. Но у нас эту культуру выращивают мало, несмотря на ее высокие питательные и вкусовые достоинства. Зеленые побеги спаржи богаты минеральными солями, белками, витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, РР и провитамином А. В сухих ягодах содержатся сахара, жиры. В пищу употребляют отбеленные молодые побеги длиной 18–20 см в отварном или жареном виде.

Спаржа способствует удалению из организма хлоратов, фосфатов и мочевины, снижает кровяное давление, усиливает работу сердца, снимает усталость. Благодаря наличию аспарагина ее используют при лечении подагры и диабета. Спаржа отличается не только высокими вкусовыми, но и декоративными качествами.

*Щавель* также известен людям с незапамятных времен. Эту очень раннюю овощную культуру выращивают во многих странах. А по народному календарю 16 мая отмечается «Мавра – зеленые щи». В молодых листьях щавеля присутствуют углеводы, белки, яблочная, лимонная и щавелевая кислоты, соли железа, калия, кальция, магния. Много в них и витаминов: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, РР, а также провитамина А. Щавель ценят как наиболее раннюю овощную культуру. В пищу употребляют молодые листья в сыром, отварном и консервированном виде. В старых листьях увеличивается количество щавелевой кислоты, вредной для организма человека, поэтому перед цветением и во время его собирать щавель не рекомендуется. Лечебные свойства щавеля известны издавна. Он улучшает пищеварение, уменьшает гнилостное брожение, обладает сильным противогнилостным и желчегонным действием. Отвар из корней щавеля используют как закрепляющее средство. Но из-за высокого содержания щавелевой кислоты эту культуру не рекомендуется употреблять при нарушении солевого обмена, воспалении кишечника и туберкулезе.

### **Зеленные культуры.**

Зеленные культуры возделывают ради получения свежей зелени. Данные растения относятся к разным семействам, и их подразделяют на *салатные* (салат, цикорные салаты – эндивий, эскариол и витлуф, кресс-салат, листовая горчица, огуречная трава, змееголовник и др.), *шпинатные* (шпинат, садовая лебеда, портулак и др.), *пряные* (укроп, кервель, базилик, кориандр и др.). Некоторые зеленные овощи распространены повсеместно, другие пока известны мало.

Одна из распространенных зеленных культур – *салат*. Это очень древняя культура, происходит из Средиземноморья. В европейские страны салат попал в середине XVI в. По биохимическому составу салат занимает особое место среди овощей. В его листьях содержатся яблочная, лимонная и щавелевая кислоты, соли кальция, по количеству которых салат занимает первое место среди овощей, калия и микроэлементы: бор, йод, железо, марганец, медь, молибден. В салате присутствуют почти все известные витамины. Слово «салат» произошло от латинского слова «лактук», что означает молоко, т. е. в

растении содержится млечный сок (алкалоид лактуцин), придающий ему горьковатый вкус и успокаивающий нервную систему.

Целебные свойства салата трудно переоценить. Он способствует регулированию водного обмена веществ человека. Наличие органических кислот оказывает ободряющее действие на организм. Салат эффективен при ожирении, вялости кишечника, он улучшает состав крови и укрепляет стенки кровеносных сосудов. Установлены свойства салата стимулировать выведение из организма холестерина. В народной медицине при повышенной возбудимости и бессоннице рекомендуют настой измельченных листьев салата.

Существует несколько разновидностей салата: листовой, кочанный, салат-ромен и др. (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Виды салатной зелени

*Салатная горчица.* Родина салатной горчицы – Китай, она широко распространена в странах Юго-Восточной Азии, а также в США и Западной Европе. В нашей стране эта культура встречается редко, хотя и заслуживает большего внимания. Листья молодых растений обладают приятным горчичным вкусом. В них содержатся соли кальция, железа, фосфора, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, РР, провитамин А. В семенах присутствуют жирные масла, которые используют как пищевое, техническое и лекарственное средство.

Проростки салатной (листовой) горчицы рекомендуют применять при кашле, экземе, для очищения кишечника. Сок служит противо-ядием при отравлении грибами. В китайской народной медицине листовую горчицу используют как болеутоляющее средство при поверхностных травмах и ожогах.

*Салатный цикорий.* Особенность салатного цикория заключается в том, что он может давать свежую продукцию во внесезонный период – с сентября по март. Кочанчики салатного цикория богаты солями калия, кальция, фосфора, натрия, железа. В них присутствуют белки, жиры, углеводы, из которых до 20 % общего количества составляет инулин. В салатном цикории содержится и витамин С. Кочанчики слегка горьковатые из-за наличия гликозида интибина.

В пищу салатный цикорий употребляют в свежем виде (в салатах), отваривают и тушат. Его рекомендуют как желчегонное, слабительное и мочегонное средство. Благодаря наличию интибина салатный цикорий улучшает пищеварение и обмен веществ, работу печени и сердечно-сосудистой системы.

*Шпинат.* Происходит он из Малой и Средней Азии, а в культуру введен более тысячи лет назад. В Россию шпинат завезли в XVIII в. и выращивают его в основном на юге, а в Нечерноземье – на приусадебных участках. В листьях шпината присутствуют белки, жиры, углеводы. Они богаты и солями кальция, магния, железа. Но особенно много в шпинате солей калия, причем их количество увеличивается при осеннем выращивании. Шпинат – важный источник витаминов. В нем находятся витамины С, Е, К, Р, РР, многие витамины группы В, провитамин А и даже противорахитический витамин D<sub>2</sub>.

Хлорофилл, содержащийся в шпинате, по химическому составу близок к гемоглобину крови, а секретин способствует выделению желудочного сока, поэтому данную культуру рекомендуют для диетического и детского питания.

В пищу используют крупные листья молодых растений. Из них готовят салаты, супы, пасту, пюре, соусы, пудинги, омлеты, запеканки. Листья также сушат и после размалывания используют в качестве приправы к различным блюдам.

Шпинат издавна применяли для улучшения пищеварения и укрепления сердца. Его рекомендуют при вялом кишечнике, метеоризме, авитаминозе, нервном истощении, рахите, туберкулезе, сахарном диабете. В народной медицине водный настой употребляют при малокровии, болезнях горла и легких. В последнее время шпинат

используют и как лекарственное средство против лучевой болезни и для предупреждения опухолей.

*Укроп.* Эту пряную зеленую культуру в европейских странах и России возделывают с X в. Ценные пищевые свойства укропа обусловлены высоким содержанием в его листьях солей кальция и железа, эфирных масел со стойким ароматом и почти всех витаминов, в том числе В<sub>1</sub>, С, Р, РР, провитамина А и т. д. В зелени укропа присутствуют также сахара и белки, в семенах – растительное масло (до 20 %), азотистые и безазотистые вещества, целлюлоза.

Основное пищевое назначение укропа – добавка и ароматизация различных продуктов питания. Молодую зелень употребляют и как самостоятельное блюдо в виде салата с маслом и лимоном. Из укропа также готовят соусы, его солят и сушат впрок. Цветущие растения добавляют в качестве специй в соленья и маринады. Укроп обладает способностью стимулировать деятельность желудочно-кишечного тракта и работу молочных желез. Это хорошее мочегонное, слабительное и отхаркивающее средство. Рекомендуют его и при бессоннице, головных болях.

Пряный вкус *базилика* обусловлен содержанием различных эфирных масел (существует много разновидностей и местных популяций, которые отличаются анисовым, перечным, ментоловым, гвоздичным или лимонным ароматом). В базилике присутствуют и фитонциды. Но особенно он богат минеральными солями и витаминами группы В, витаминами С и Р, провитамином А. Базилик используют в качестве приправы к салатам, супам, борщам, мясным, грибным, яичным и другим блюдам, а также при засолке и консервировании. Им ароматизируют томатный сок и перечные смеси. Свежие листья обладают тонизирующим действием, улучшают пищеварение. В народной медицине настой базилика применяют при лечении желудочных заболеваний, для полоскания горла и как противолихорадочное, противокашлевое, мочегонное и дезинфицирующее средство.

### **Значение и производство овощей.**

Овощи занимают ведущую позицию в здоровом питании человека. Важно помнить, что основой при этом является разнообразие и сбалансированность продуктов. Так, при длительном питании богатыми углеводами зерновыми и крупяными наблюдается недостаток витаминов группы В, минеральных веществ, которыми так богаты овощи. Вместе с тем наиболее питательны и полезны свежие овощи,

при консервировании витамины, как правило, разрушаются, а консервы и маринады содержат много сахара, соли, уксуса.

Очень важным элементом здорового питания является поддержание кислотно-щелочного баланса в организме, так как «закисление» приводит к развитию болезней. Основными продуктами, снижающими кислотность, являются овощи – зеленные, тыквенные, капустные, редис, а также фрукты.

Большим преимуществом овощей является также низкая их калорийность, наличие клетчатки, которой так богаты все овощные, кроме того, они способствуют очищению организма. Поскольку овощи имеют наибольшее распространение на наших приусадебных участках, то с агротехникой их выращивания сталкиваются все дачники, а не только агрономы. Основными этапами возделывания овощей являются подготовка семян и посев, полив, прополка, уход за посадками, сбор урожая.

Наиболее трудоемким и ответственным этапом является выращивание рассады. Уже зимой мы начинаем подготавливать и приобретать семена для посадки огурцов, томатов, перцев и других культур. Сегодня дачникам предлагают различные способы выращивания рассады: в парниках, мини-теплицах, на подоконнике, в контейнерах. Есть даже такие необычные способы, как выращивание в лампе и гидропоника.

Чем более теплолюбива культура и чем дольше ее вегетационный период, тем раньше необходимо высевать семена в рассадник и позже высаживать растения в почву.

При размещении овощных на участке необходимо соблюдать их рациональное чередование. Это связано с тем, что некоторые культуры имеют общих вредителей, болезни и угнетающе действуют друг на друга. Так, недопустимо чередовать томаты с фасолью, огурцы с капустой, лук со свеклой и картофелем.

Но важно не только вырастить овощи, но и сохранить их. Конечно, наиболее предпочтительно употребление свежих овощей, но в течение года невозможно сохранение большинства из них, особенно зеленных. При выборе способа хранения следует отдавать предпочтение вариантам, обеспечивающим максимальную сохранность полезных веществ в продукции.

Сегодня мировой рынок имеет возможность обеспечивать население планеты свежими овощами в течение всего года, формируя так называемый конвейер. Это возможно большей частью за счет интенсивного развития овощеводства в защищенном грунте.

В Беларуси овощи в основном выращиваются на приусадебных участках. Вблизи крупных городов располагаются специализированные тепличные комбинаты, наиболее крупными из которых являются агрокомбинат «Ждановичи», «Минская овощная фабрика» (Минск), «Брилево», «Комбинат «Восток» (Гомель), «Берестье» (Брест), «Кадино», «Вейно» (Могилев), «Весна» (Витебск).

Валовой сбор овощей в Беларуси составляет около 2000 тыс. т при средней урожайности около 250 ц/га. Производство овощей на душу населения составляет около 200 кг.

Больше всего площадей занято овощными культурами в Минской (15,1 тыс. га), Гомельской и Брестской (по 13,7 тыс. га) областях. Всего в Беларуси овощи выращиваются на 65,7 тыс. га. В Беларуси собирают около 2000 тыс. т овощей (из них около 15 % – крупные сельскохозяйственные организации, 19 % – фермерские хозяйства и около 65 % – хозяйства населения). В Брестской области больше всего овощей собирают фермерские хозяйства, во всех остальных областях – хозяйства населения.

## 2.5. Корнеплоды и клубнеплоды

Корнеплоды – свекла, морковь, брюква и турнепс (рис. 2.12) – широко распространены в полеводстве.

Все корнеплоды – растения двулетние, у которых весь цикл развития проходит за два года. В первый год они образуют розетку прикорневых листьев и утолщенный мясистый корень. В пазухах прикорневых листьев закладываются почки, которые пробуждаются на второй год жизни корнеплода, образуют стебли, несущие стеблевые листья и цветки, дающие в дальнейшем плоды.

Корнеплодные культуры относятся к разным семействам, а объединяет все эти овощи то, что в пищу у них употребляют один орган – корнеплод.

Наиболее важная корнеплодная культура – *морковь*. История ее возделывания насчитывает более 3 тыс. лет. Морковь знали еще в Вавилонии. Выращивали эту культуру также древние греки, а за ними и древние римляне, называя ее «даукус» и «кароте». Именно из этих слов состоит ботаническое название моркови. На Руси морковь вначале оценили как лекарственное растение. Так, в XVII в. морковным соком лечили болезни носоглотки, сердца и печени. Лекарши прописывали больным сливочное масло, поджвеченное морковным

соком, а также свежие корнеплоды, до зимы сохраняющиеся в меду (этот способ способствует сохранению витаминов).

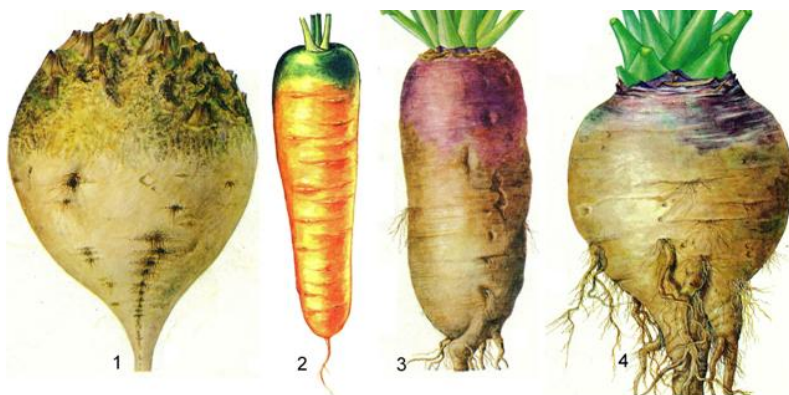


Рис. 2.12. Различие корнеплодов по корням:  
1 – свекла; 2 – морковь; 3 – турнепс; 4 – брюква

В корнеплодах моркови содержатся соли кальция, фосфора, йода, железа, а также эфирные масла и фитонциды. Щелочных веществ в них накапливается в два раза выше, чем кислотообразующих, которые необходимы организму человека для нейтрализации (обезвреживания) разрушительного действия кислот. Достаточно в моркови и сахаров, в зависимости от сорта и условий выращивания их количество может достигать 15 %. Клетчатка, также содержащаяся в моркови, способствует нормальной деятельности пищеварительных органов и желез внутренней секреции.

Морковь – признанный лидер среди овощей по содержанию провитамина А, количество которого составляет 7–11 мг% на 100 г, а в некоторых сортах – до 20–37 мг% на 100 г. Чтобы восполнить минимальную суточную потребность организма в витамине А, достаточно ежедневно съедать 11–28 г корнеплодов обычных сортов или 5–10 г высококаротиновых. В моркови содержатся также витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>9</sub>, С, К, РР.

*Свекла.* Одно из почетных мест среди столовых корнеплодов по праву занимает свекла. Данная культура – одна из наиболее древних и ведет свою «родословную» с IV в. до н. э. Древние римляне относили ее к числу наиболее любимых кушаний. По указу императора Тиберия германские племена выплачивали дань Риму в виде свеклы, подобным

фактом объясняется ее широкое распространение в Германии. На Руси этот овощ появился в XI в., очевидно, из Византии и с тех пор стал одним из самых любимых.

Среди других овощей свекла выделяется высоким содержанием углеводов – до 14 %, из них сахара – около 10 %. Минеральный состав ее корнеплодов – просто клад. Так, в свекле присутствуют соли кальция и кобальта. Богата свекла также железом, важным для нормальной кроветворной функции организма, и магнием, способствующим понижению высокого артериального давления. Клетчатка и органические кислоты (яблочная, винная, молочная, лимонная), также представленные в свекле, усиливают перистальтику кишечника, особенно если сваренные корнеплоды (100–150 г) ежедневно употреблять натощак. Красящие вещества, относящиеся к антоцианам и придающие корнеплодам характерный фиолетово-красный цвет, попав в организм человека, помогают лучшему усвоению и повышают эффективность действия витамина С, снижают содержание холестерина в крови и улучшают обмен веществ. Бетаин, находящийся в свекле, способствует расщеплению и усвоению животных и растительных белков, а также участвует в образовании холина, повышающего жизнедеятельность клеток печени и предохраняющего ее от жирового перерождения. Кроме того, это органическое вещество угнетающе действует на рост злокачественных опухолей. Среди овощей свекла почти не имеет равных и по содержанию йода, поэтому она очень полезна при атеросклерозе. В свекле гораздо больше, чем в моркови и даже яблоках, пектиновых веществ. По содержанию витамина С эта культура не уступает картофелю, в ней также присутствуют витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР.

*Сельдерей* – важная овощная культура в странах с умеренным климатом. Происходит он, очевидно, из Древней Греции. Однако в те давние времена его рассматривали не как огородное растение, а как олицетворение достоинства. Венками, сплетенными из сельдерея, жители Эллады награждали атлетов, а гирляндами украшали дома. Скульпторы переносили тончайшее кружево сельдерейных листьев на капители коринфских колонн. Древние римляне больше ценили медицинские свойства сельдерея и называли его «серели», т. е. быстродействующий, за терапевтическую эффективность. Разваренный сельдерей прикладывали к обмороженным местам, а отжатым из него маслом лечили желудочные болезни.

В качестве овощной культуры сельдерей стали использовать только в Средние века. Первыми его оценили в Германии, где и возникла

корнеплодная разновидность этого растения. Несколько позже, в XVII–XVIII вв., сельдерей начали культивировать во Франции. Оттуда его завезли в Россию, где поначалу это растение считали декоративным и лишь некоторое время спустя обнаружили тончайший аромат и нежный вкус корней сельдерея.

Неповторимый аромат и вкус сельдерея обусловлены наличием в его корнеплодах и листьях эфирного масла (седанолита). В сельдерее содержатся такие незаменимые аминокислоты, как аспарагин, тирозин и холин, соли железа, кальция, магния и калия. В листьях присутствуют витамины С, В, В<sub>2</sub>, РР и провитамин А. Обнаружен в сельдерее и противовоспалительный витамин U. Из корнеплодов сельдерея готовят разнообразные блюда, черешки и листья добавляют в салаты, используют как пряную зелень. Корнеплоды, богатые калием (до 400 мг%), рекомендуют при болезнях почек и артритах. Сельдерей – весьма эффективное желчегонное средство. В народной медицине его используют для лечения подагры и ревматизма.

*Пастернак* культивировали жители Древней Греции и Древнего Рима. Вначале, как и морковь, его выращивали исключительно из-за лечебных свойств, а иногда как кормовое растение.

По содержанию легкоусвояемых углеводов и других питательных элементов пастернак занимает одно из первых мест среди столовых корнеплодов. В нем содержатся ценные минеральные вещества, эфирные масла, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С. Пастернак используют в качестве приправ к супам, мясным блюдам, в составе сложных овощных гарниров.

История *редьки* насчитывает более 5 тыс. лет. О выращивании ее в Древнем Египте свидетельствуют надписи на пирамиде Хеопса. Затем эта культура попала в Древнюю Грецию, после чего распространилась по всей Европе. Из семян редьки приготавливали растительное масло золотистого цвета.

Редька богата сахарами, белками, различными минеральными солями, витаминами С и В. Тертые корнеплоды и сок обладают бактерицидным действием, а измельченные семена способствуют заживлению гнойных язв и ран. В народной медицине сок применяют для растирания при ревматизме, подагре, невритах, радикулитах, рекомендуют для правильного функционирования кишечника, укрепления волос. Сок, разбавленный водой, используют в качестве желчегонного средства, а смешанный с медом – как мочегонное и растворяющее камни, а также отхаркивающее и успокаивающее кашель. Рекомендуют его и при подагре, туберкулезе.

Хотя *редис* и ближайший родственник редьки, происхождение его более позднее. Считается, что это результат целенаправленной селекции с использованием карликовых форм редьки. Важная особенность редиса состоит в том, что это одна из самых скороспелых овощных культур салатного назначения.

В редисе присутствуют ферменты, способствующие пищеварению, он богат калием (около 1000 мг%), кальцием, магнием, железом, фосфором. Среди других овощей редис выделяется наличием кремния, придающего прочность кровеносным сосудам и особенно необходимого пожилым людям. Благодаря присутствию горчичных масел редис помогает организму справиться с простудными заболеваниями, довольно частыми в ранневесенний период. Много в редисе аминокислот (аргинина, гистидина, метионина, цистина, треонина и т. д.), а также витаминов С, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>. Гималайские монахи считают, что редис способствует очищению организма от вредных слизей, накапливающихся за зиму. Целебен и сок редиса. В народной медицине его применяют при заболеваниях желчного пузыря и печени.

Богатая история и у *репы*. Ее широко культивировали еще древние персы, египтяне и греки. Ценили этот овощ и в Древнем Риме, особенно его сладкие сорта. Репу воспевали в своих стихах Гораций и Вергилий. Как и свеклу, репу поставляли римлянам в виде подати покоренные племена, что способствовало широкому распространению этой культуры. До появления в Европе картофеля репа была одной из основных овощных культур. Причем в то далекое время люди, как правило, не знали сахарного диабета. Это связано с тем, что углеводы в репе представлены практически исключительно легкоусвояемыми сахарами и лишь их незначительная часть – крахмалом.

В репе содержатся минеральные соли и горчичные масла, обладающие бактерицидными свойствами. Среди корнеплодов это самый дешевый источник витамина С, в ней присутствуют также витамины группы В и витамин РР. Из репы готовят салаты, супы, гарниры. Это прекрасное противогинготное средство. Сок данной культуры широко используют в народной медицине, особенно при сильном простудном кашле, хроническом бронхите и бронхиальной астме, а в сочетании с медом – для лечения желудочных и кишечных заболеваний, стимуляции сердечной деятельности. Отвары репы рекомендуют в качестве мочегонного и отхаркивающего средства.

*Дайкон* – дальневосточный родственник широко распространенных редьки и редиса. Наиболее распространен в Японии и странах Юго-Восточной Азии. Эту культуру выращивают и в США, Бразилии,

странах Западной Европы. В нашей стране дайкон пока распространен мало, хотя его с успехом возделывают в южных и северных областях европейской части России и на Дальнем Востоке.

По сравнению с редькой корнеплоды дайкона более сочные, нежные и практически лишены специфического редечного горьковато-острого вкуса. Поэтому часто называют дайкон сладкой редькой.

Как в редисе и редьке, в дайконе находится много солей калия и кальция. В нем много клетчатки, пектиновых веществ, витамина С и т. д. Проростки и молодые листья богаты каротином и витамином С.

Отсутствие острого привкуса позволяет более разнообразно использовать дайкон. Его корнеплоды употребляют не только в сыром виде, но и солят, маринуют, варят. У сортов с неопушенными листьями в пищу используют молодые нежные листочки – как салатную зелень. В отличие от редьки корнеплоды дайкона сохраняют сочность и хороший вкус даже после перехода к фазе стеблевания, так как их ткани мало одревесневают.

Дайкон, как и редьку, часто используют при простуде, для укрепления волос, правильного функционирования кишечника, при заболеваниях желчного пузыря, печени и почек. Но в отличие от редьки дайкон практически не содержит горчичных масел, возбуждающе действующих на сердечную деятельность.

*Картофель* – одна из самых распространенных культур. Около 52 % производимого в мире картофеля употребляется человеком в пищу. То, что картофель является важнейшим продуктом питания человека, определяется питательной ценностью этой культуры. Клубни картофеля содержат около 25 % сухих веществ, в том числе: крахмала – 14–22 %, белков – 1,4–3 %, клетчатки – около 1 %, жира – 0,2–0,3 %, зольных веществ (макро- и микроэлементов) – 0,8–1,1 %. Картофель – источник витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР и К. По калорийности картофель превышает томаты в 2 раза, капусту – в 3, морковь – в 4 раза. Из растительных белков картофель уступает только пшеничному и гречишному, превосходя по перевариваемости все остальные овощные и кормовые культуры. С единицы площади, занятой картофелем, можно получить сухого вещества втрое больше, чем от зерновых культур.

*Мировое производство картофеля.* Картофель распространился по всему земному шару. Его возделывают в 130 странах мира на площади около 18–25 млн. га, из которых в Европе этой культурой занято 8,4 млн. га; в Азии – около 1,2 млн. га и около 0,3 млн. га – в Африке. В США площадь под картофелем составляет 0,5 млн. га, ежегодный

валовой сбор – более 13 млн. т, урожайность – около 250 ц/га. Ежегодный валовой сбор картофеля в мире составляет 265–300 млн. т. Средняя мировая урожайность картофеля – свыше 160 ц/га. По производству картофеля СНГ занимает первое место в мире (≈8,7 млн. га). По валовому сбору картофеля ведущие позиции в мире занимают Китай, Россия, Индия, США, Украина, Германия, Польша, Беларусь, Нидерланды, Великобритания. Его потребление на душу населения составляет (кг/год): Беларусь – 175, Польша – 144, Украина – 138, Россия – 127, Англия – 99, США – 60, Канада – 65, Италия – 39, Болгария – 32.

В Республике Беларусь картофель занимает около 300 тыс. га или 5 % всех посевов культур растениеводства. При этом с 2010 г. посевные площади картофеля сократились на 76 тыс. га или на 20,5 %. Беларусь по валовому сбору картофеля (более 8 млн. т ежегодно, что составляет 3 % от мирового) занимает 8-е место в мире и лидирует по производству картофеля на душу населения (700–900 кг). Урожайность картофеля колеблется от 190 до 230 ц/га.

Благодаря своим вкусовым, пищевым и кулинарным качествам картофель стал продуктом повседневного применения. Из картофеля можно приготовить около 700 кулинарных блюд. Картофель – это ценная кормовая культура: около 34 % производимого в мире картофеля идет на корм скоту. По перевариваемости органического вещества (83–97 %) среди растительных кормов он делит первое место с кормовыми корнеплодами. Питательная ценность 100 кг сырых клубней – 29,5 корм. ед., 100 кг силоса из зеленой ботвы – 8,5 корм. ед. В кожуре и позеленевших клубнях картофеля содержится ядовитое вещество – соланин (0,005–0,01 %), частично распадающийся при варке. Картофель выращивается и как техническая культура. На технические цели расходуется около 4 % производимого в мире картофеля. Из клубней картофеля производят крахмал, спирт, глюкозу, декстрин, патоку. Крахмал – незаменимый продукт в пищевом, текстильном и бумажном производстве.

## **2.6. Кормовые культуры**

Кормовые культуры – это растения, выращиваемые на корм сельскохозяйственным животным. Возделывают их в полевых и кормовых севооборотах, а также на постоянных участках. Сейчас, в условиях интенсивного земледелия, возделывание кормовых культур выделяется в самостоятельную отрасль – кормопроизводство.

Кормовые культуры в Беларуси занимают второе место после зерновых по посевным площадям (около 50 %). Наиболее значительны посевы многолетних трав (клевер, тимофеевка), зернобобовых и корнеплодов (кормовая свекла, брюква, турнепс). Посевная площадь кормовых культур с 2010 г. выросла более чем на 650 тыс. га, или более 30 %.

В сельскохозяйственном производстве используют следующие виды кормов для животных: зеленые (свежая зеленая масса растений, трава пастбищ); сочные (силос, сенаж, зерносенаж); комбикорма и концентраты; грубые корма (сено, солома).

В растениеводстве принята классификация кормовых культур, основанная на их биологии. Различают кормовые культуры: кормовые травы, корнеплоды, бахчевые, силосные, масличные и зернофуражные.

*Многолетние травы* – наиболее универсальные кормовые культуры. Им принадлежит важная роль в создании кормовой базы. На пахотных землях на их долю приходится свыше 25 % посевов, а среди кормовых культур – более 50 %. Многолетние травы вегетируют с ранней весны до поздней осени, благодаря чему они лучше используют солнечную энергию, плодородие почвы, влагу и наращивают высокие урожаи при низкой себестоимости.

По потенциалу продуктивности многолетние травы превосходят большинство других культур. Однако в условиях нынешнего производства это преимущество не проявляется и главным образом по той причине, что в структуре многолетних трав преобладают злаки – до 100 % на лугах и более 60 % на пашне. Хотя известно, что злаковые травы требуют высоких доз удобрений, где окупаемость 1 кг азота достигает 20–25 корм. ед. В то же время хронический недостаток азота и других элементов питания для многолетних трав не позволяет реализовать их высокий потенциал. В результате продуктивность травяного поля на пашне не превышает 35–40 % реально возможной. Такие низкопродуктивные злаковые травы зачастую являются распространителями пырея, проволочника, корневых гнилей.

Между тем сокращение посевов злаковых трав и замена их бобовыми – реальный и практически основной способ повышения продуктивности травяного поля в кризисных условиях сельскохозяйственного производства. Увеличение удельного веса бобовых в структуре на пашне до 75–80 % (чистых и смешанных) должно быть стратегическим направлением кормопроизводства.

Многолетние кормовые травы в сельскохозяйственном производстве используются для скармливания животным в виде пастбищного корма, сена, сенажа, травяной муки, зеленого корма. Многолетние травы используются в качестве почвозащитных культур для предотвращения ветровой и водной эрозии и снижения вымывания питательных веществ. Возделывание трав исключает необходимость ежегодных энергозатрат на обработку почвы, семена, посев. К недостаткам многолетних бобовых относят повышенную требовательность к рН почвы, обеспеченности молибденом, бором, калием, фосфором.

По видовому составу *многолетние травы делятся на 4 группы*: бобовые, злаковые, или мятликовые, осоковые и разнотравье. В культуре наиболее широко находят применение два семейства многолетних трав – Бобовые и Мятликовые.

Из бобовых в Республике Беларусь наибольшее распространение имеют клевер луговой (красный), клевер ползучий (белый), клевер гибридный (розовый), люцерна посевная (синяя, обыкновенная), пелюшка, реже встречаются виды донника, лядвенец, вика, эспарцет (рис. 2.13).

Бобовые травы способны усваивать с помощью клубеньковых бактерий атмосферный азот, питаться за счет этого азота и обогащать им почву. Эти травы накапливают в корнях до 120–150 кг/га азота. Кроме этого, они обладают ценными кормовыми достоинствами и хорошо поедаются травоядными животными.

Из многолетних злаковых трав в Республике Беларусь наибольшее распространение имеют ежа сборная, двухкосточник (канареечник) тростниковидный, костер безостый, лисохвост луговой, мятлик луговой, овсяница луговая, овсяница красная, райграс пастбищный, тимофеевка луговая (рис. 2.14). Отличительной особенностью многолетних злаковых трав являются их долголетие, способность к отращиванию и скороспелость.

Кроме широко распространенных трав в Беларуси все шире начинают использовать малораспространенные нетрадиционные и малораспространенные кормовые культуры.

Из многолетних нетрадиционных кормовых культур наиболее интересна история введения в культуру борщевика Сосновского, который формирует очень большую сочную вегетативную массу, которая хорошо силосуется и обладает высокой питательной ценностью, но в свежем виде чрезвычайно ядовита из-за присутствия

фурукумаринов, вызывающих очень сильные ожоги на коже под действием солнечных лучей.



Рис. 2.13. Виды многолетних бобовых трав:  
1 – вика посевная; 2 – вика мышиный горошек; 3 – донник желтый; 4 – люцерна синяя;  
5 – люцерна желтая; 6 – чина луговая; 7 – клевер белый; 8 – клевер красный;  
9 – клевер розовый; 10 – эспарцет

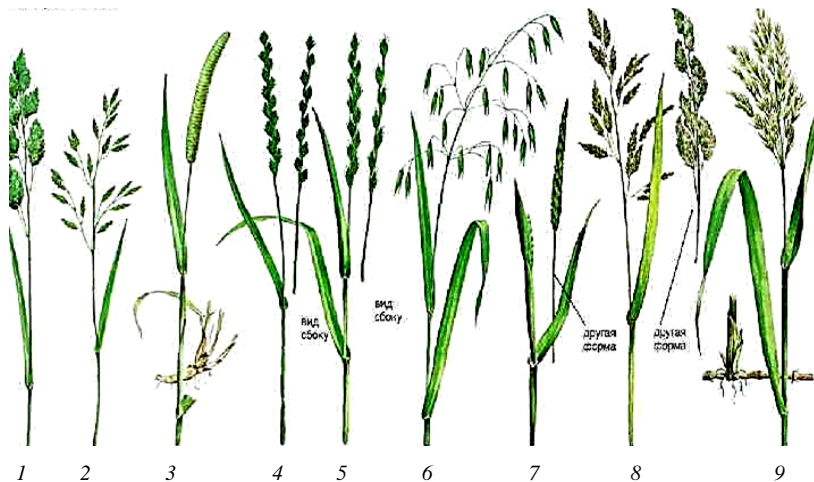


Рис. 2.14. Виды многолетних злаковых трав:

- 1 – ежа сборная; 2 – овсяница луговая; 3 – тимopheevka луговая;  
 4 – райграс пастбищный; 5 – плевел многоцветковый; 6 – овсюг; 7 – лисохвост;  
 8 – канареечник; 9 – вейник

В Беларуси сейчас запрещено разведение борщевика, но так как культура отличается высокой семенной продуктивностью и жизнеспособностью, то искоренение его очень проблематично.

В условиях Беларуси представляет интерес возделывание таких культур, как горец Вейриха, окопник шершавый, маралий корень, сельфия пронзеннолистная, земляная груша, тописолнечник и др. Данные научных учреждений свидетельствуют, что эти культуры обладают хорошими кормовыми достоинствами. Вопросам изучения новых видов кормовых культур много внимания уделяет Ботанический сад НАН, по инициативе которого в республике начали внедряться эти культуры. Однако пока они не получили широкого признания, хотя имеют много положительных данных для привлечения в кормопроизводство.

К *кормовым корнеплодам* относятся кормовая свекла, брюква, турнепс, морковь. Они дают сочный легкопереваримый и обладающий хорошими вкусовыми качествами корм. Корнеплоды считаются молокосгонным кормом. В структуре сочных кормов они занимают около 17%. В хозяйствах с высокой молочной продуктивностью коров доля корнеплодов в кормах достигает 40–50%. По химическому составу эта

группа культур относится к углеводистым кормам. Содержание белка в корнеплодах невелико – 2,0–2,5 %, однако в нем сравнительно много незаменимых аминокислот (лизина, метионина). Листья этих культур богаче, чем корнеплоды, белком, витаминами, сухим веществом и пригодны для использования в свежем и силосованном виде, а также в качестве сырья для приготовления травяной муки и гранул. Корнеплоды и листья богаты витаминами С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР и каротином.

Особенно велико их значение в зимний стойловый период. По переваримости питательных веществ они не уступают лучшим видам зеленых кормов. Коэффициент переваримости органического вещества корнеплодов – 85–89 %.

Корнеплоды имеют большое агротехническое значение. При их возделывании повышается плодородие почвы. Являясь пропашными культурами, они оставляют после себя поля, чистые от сорняков. Корнеплоды – лучшие предшественники для большинства сельскохозяйственных культур.

*Бахчевые кормовые культуры* – тыква и арбуз относятся к семейству тыквенные (*Cucurbitaceae*). Бахчевые культуры – выходцы из тропических и субтропических стран Азии, Африки и Америки. Их плоды содержат калий, кальций, натрий, магний, железо, фосфор, серу. В бахчевых культурах также имеется витамин С, каротин, тиамин, рибофлавин. Большинство бахчевых культур имеют стелющиеся по земле длинные стебли, большие листья и крупные желтые цветки, но есть и кустовые формы растений. Кормовые арбузы, тыквы и кабачки – сочные корма, которые занимают важное место в рационах животных. Урожайность кормовых арбузов и тыкв на орошаемых землях высокая – 400–700 ц/га и более, кабачков – 400–500 ц/га и выше. Кормовые арбузы и тыквы по питательной ценности могут заменить в рационе молочных коров кормовую свеклу и картофель. Бахчевые кормовые культуры характеризуются как светолюбивые и теплолюбивые, отличаются высокой засухоустойчивостью и относительной нетребовательностью к почвенным условиям.

*Силосные кормовые культуры* выращиваются для получения сочного консервированного корма. Одним из главных условий для получения высококачественного силоса является содержание в растениях сахара, который служит основным источником молочнокислого брожения. По этому признаку силосные культуры разделяют на 3 группы: легкосилосующиеся, трудносилосующиеся и несилосующиеся.

К первой группе относятся кукуруза, сорго, земляная груша (топинамбур), подсолнечник, арбуз, тыква, клубни картофеля, кормовые корнеплоды (брюква, турнепс, морковь, свекла и их ботва), бобово-злаковые смеси, смеси подсолнечника с викой, капуста, горох, суданка, конские бобы, желтый безалкалоидный люпин. Эти растения хорошо силосуются в состоянии силосной спелости как в отдельности, так и в смеси между собой. Во вторую группу входят донник, отава клевера, люцерна, вика, осоки, лебеда, полынь, ботва картофеля, прутняк, могар. Третью группу составляют чина, соя, горький люпин, горчица. Из силосных культур наиболее распространены кукуруза и подсолнечник.

К *масличным кормовым культурам* относят растения, семена и плоды которых содержат жир (20–60 %) и являются сырьем для получения растительного масла, которое имеет большое пищевое, кормовое и техническое значение. При переработке на масло семян масличных культур остаются жмых и шрот (обезжиренный жмых) с высоким содержанием белка. Жмых подсолнечника, льна, конопли, сои – ценный концентрированный корм для животных, богатый белком и жиром. Основными масличными культурами в нашей стране являются рапс, подсолнечник и лен масличный, также используются сурепица, горчица, в кормовых целях обычно используются рапс и сурепица.

В полевом кормопроизводстве рапс является ценной культурой для поукосных и пожнивных посевов. Рапс выращивают на зеленый корм и зеленое удобрение, растение – хороший медонос. Доля водо- и соле-растворимой фракций в белке рапса составляет 72–80 %, содержание лизина – 6–7 %, сумма незаменимых аминокислот – 30–34 %, коэффициент перевариваемости – 71–75 %, что говорит о высоком качестве белка этой культуры. Жмых и шрот – высококачественные концентрированные корма, содержащие до 45 % белка, близкого к соевому шроту по содержанию перевариваемого протеина.

Сурепица, называемая еще мелкосемянным озимым рапсом, отличается от рапса меньшей требовательностью к условиям почвы и климата и меньше поражается вредителями. Масло сурепицы (содержание которого в семенах 30–35 %) напоминает рапсовое, но оно труднее омыляется. В полесских районах Беларуси сеют озимую сурепицу, выведен отечественный сорт Вероника. Агротехника сурепицы и рапса существенно не различается. Иногда сурепицу возделывают в смеси со льном, горчицей.

*Зернофуражные культуры* – растения, дающие зерно, используемое в основном на корм сельскохозяйственным животным и птице. К зернофуражным культурам относят из злаков кукурузу, ячмень, овес, сорго, чумизу и др., а из бобовых – горох, люпин, вику, чину, кормовые бобы и др. Четкой границы между зернофуражными и продовольственными зерновыми нет, так как из конъюнктурных соображений фуражная культура может стать продовольственной, и наоборот. Кроме злаковых и бобовых используются также семена масличных культур, главным образом после их переработки – в виде жмыха и шрота (подсолнечникового, льняного, хлопчатникового, рапсового, соевого, конопляного).

Фуражные культуры выращивают во всех странах, где имеется животноводство. Мировая посевная площадь зернофуражных культур (кукурузы, ячменя и овса) – более 300 млн. га. В связи с развитием интенсивного животноводства производство фуражного зерна с каждым годом увеличивается. Зернофуражные культуры широко используются в качестве основы комбикормов – концентратов, полноценных комбикормов.

## **2.7. Технические культуры**

Технические культуры – это растения, которые являются сырьем для дальнейшей переработки в различных отраслях хозяйства. Выращивание технических культур является довольно трудоемким и затратным (требует внесения большого количества удобрений, орошения и т. п.). Поэтому выращивают их преимущественно в развивающихся странах или государствах среднего уровня развития, где даже при экстенсивном ведении хозяйства, при наличии дешевых трудовых ресурсов выращивание технических культур является рентабельным.

По своему назначению технические культуры разделяют на волокнистые, масляные, сахаристые, тонизирующие, крахмалистые, каучуконосные, наркотические и др.

**Прядильные культуры** – одни из важнейших среди технических культур. Их выращивают для получения натурального растительного волокна, из которого делают различные ткани. В мировом производстве прядильных материалов первые четыре места занимают соответственно хлопчатник, джут, лен и конопля, меньше распространены кенаф, ваточник, канатник и кендырь (рис. 2.15).

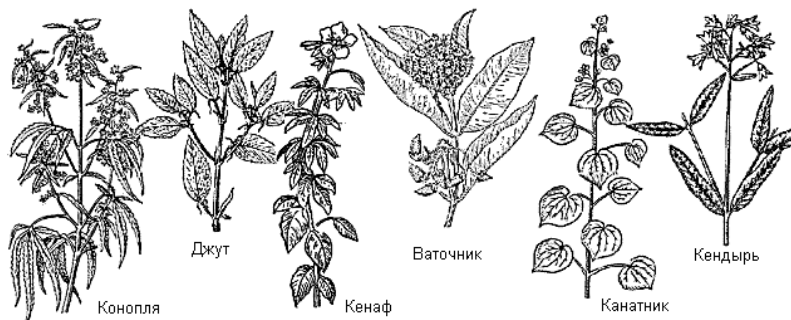


Рис. 2.15. Прядильные культуры

У хлопчатника волокно образуется на семенах, у других культур – в стеблях (лен, конопля, джут, кенаф). Почти все прядильные культуры дают семена, содержащие ценное масло, используемое в пищу и для технических целей. После извлечения масла из семян остается жмых или шрот, представляющие собой ценный белковый корм для скота.

В настоящее время крупнейшими производителями хлопка являются азиатские страны (Китай, Индия, Пакистан, Узбекистан, Турция, Сирия), а также США, Бразилия, Греция. Египет выращивает тонковолокнистый хлопок и стал его крупнейшим поставщиком на мировой рынок. Средневолокнистый хлопок экспортируют США (30%), Китай, Пакистан, страны Центральной Азии. Больше хлопка импортируют Япония, Южная Корея и европейские страны.

Мировая площадь под прядильным льном – около 2 млн. га. Почти 70% этой площади приходится на страны СНГ, основные посевы размещены в Беларуси и Нечерноземной зоне России. Лен на волокно выращивается в США, Японии, Бельгии, Голландии, Польше и др. Масличный лен высевают главным образом в Аргентине, США, Канаде, Индии и Средней Азии. Лучшие льны выращиваются в районах с умеренным и влажным климатом.

Лен дает два ценных продукта: волокно и семена. В стебле льна содержится до 30% луба. Льняное волокно хорошо противостоит гниению, в 2 раза крепче хлопкового и в 3 раза шерстяного. Из него выработывают полотно, брезент, парусину. Лен – экспортная культура.

Из семян льна получают масло (35–42% веса семян), имеющее пищевую ценность. Оно применяется при производстве олифы, красок, лаков, мыла и других материалов. Из семян льна можно выпекать

вкусный хлеб, что и делали в Средние века в южной Европе. Из пакли, побочного продукта переработки льна, вяют веревки, шпагат, ее используют как конопаточный материал. Древесинная часть стебля льна – костра, которая остается при отделении волокна, идет на топливо, служит сырьем для получения бумаги, пластмасс, спирта, ацетона и теплоизоляционных материалов. Льняной жмых – ценный концентрированный корм для скота. Он содержит до 25 % белка и более 30 % перевариваемых безазотистых веществ.

К **масличным культурам** относят растения, семена и плоды которых содержат жир (20–60 %) и являются сырьем для получения растительного масла, которое имеет большое пищевое и техническое значение. Его употребляют в пищу, применяют в хлебопекарной, кондитерской, консервной промышленности, оно служит сырьем при изготовлении маргарина, мыла, олифы, стеарина, линолеума, используется в лакокрасочном производстве, парфюмерии, медицине и т. д. При переработке на масло семян масличных культур остаются жмых и шрот (обезжиренный жмых) с высоким содержанием белка. Жмых подсолнечника, льна, конопля, сои – ценный концентрированный корм для животных, богатый белком и жиром. Многие из масличных растений – хорошие медоносы. Количество и качество жира в семенах и плодах различных культур зависят от вида и сорта растений, а также от условий их произрастания, в частности, от почвы, климата, агротехники. В плодах и семенах масличных культур содержатся белки, в состав которых входят многие незаменимые аминокислоты (лизин, триптофан, цистин, аргинин и др.), что делает их полноценными.

В мировом земледелии эти культуры занимают значительную посевную площадь. Распространенными масличными культурами являются соя, подсолнечник, арахис, рапс, маслины (олива), масличная и кокосовая пальмы. Соя выращивается преимущественно в США, Китае, Бразилии, Индонезии, арахис – в Южной Азии, Западной Африке, Аргентине.

Главными районами выращивания сои в мире являются страны с большим количеством осадков в летний период. Родиной сои считают Китай. Однако наибольшие урожаи на протяжении последних десятилетий собирают в США. Стремительно наращивают производство сои страны Латинской Америки (Бразилия, Аргентина, Парагвай, Боливия) и Индия. Соя является важной культурой для производства комбикормов благодаря значительному содержанию белка. В Республике

Беларусь в последние годы в результате реализации программ импортозамещения проведена работа по созданию отечественных холодостойких сортов сои и ее внедрению в производство. Тем не менее основной масличной культурой в нашем регионе является рапс.

Основные мировые производители рапса – европейские страны (Франция, Германия, Польша) и Канада, арахиса – Индия, Китай, США, Бразилия, Аргентина, Нигерия, подсолнечника – Аргентина, Украина, Россия, США, Франция, масличной пальмы – страны Юго-Восточной Азии, Гвинейского залива и Океании.

Наибольшее распространение среди **сахароносных культур** получили только две – сахарный тростник и сахарная свекла. Максимальные урожаи сахарного тростника собирают Бразилия и Индия. Южные страны специализируются на производстве сахара из сахарного тростника, а северные – из сахарной свеклы.

Сахарный тростник был окультурен в V ст. в Бенгалии, откуда распространился по всему миру. Сахарная свекла была окультурена значительно позже. Первый сахар из сахарной свеклы получили в Германии в конце XVIII в. На протяжении всего XIX и первой половины XX в. главной сахарной культурой считалась именно сахарная свекла. С развитием сельского хозяйства увеличилась доля сахара из сахарного тростника, что связано с более высокой его урожайностью. Сейчас процентное соотношение производства сахара из тростника и сахарной свеклы составляет 60:40.

У современных сортов сахарной свеклы в корнеплодах содержится 17–19 % сахара. Отходы, получаемые при уборке сахарной свеклы (листья, верхушки головок, кончики корнеплодов), используют на корм скоту в свежем и силосованном виде. Корнеплоды сахарной свеклы превосходят по питательности кормовую свеклу в 2,2 раза, так как содержат вдвое больше сухих веществ. Включение сахарной свеклы в севооборот имеет большое агротехническое значение, так как она способствует повышению урожайности последующих культур благодаря глубокой обработке почвы, внесению больших норм удобрений, борьбе с сорняками и вредителями на ее посевах.

В мировом земледелии сахарная свекла занимает значительную площадь, наибольшие площади ее посева находятся в европейских странах: Украине, России, Китае, Польше, Франции, Великобритании, Германии, Беларуси, Венгрии и др. До 80 % общего сбора в мире свекловичного сахара производят страны Европы.

Мощными экспортерами сахара является Бразилия, Куба, Австралия, Таиланд, Франция, Германия, крупными импортерами – Россия, Китай, Япония, США, Индия, Великобритания.

В Республике Беларусь около 98 % сахарной свеклы выращивают крупные сельскохозяйственные организации, главный потребитель – четыре сахарных завода (Скидельский, Жабинковский, Городейский и Слуцкий). Посевы сахарной свеклы расположены недалеко от этих заводов – 95 % в Брестской (20,7 тыс. га), Гродненской (33,1 тыс. га) и Минской (38,5 тыс. га) областях. Небольшие площади заняты свеклой в Могилевской области (4,7 тыс. га), в Витебской и Гомельской областях эта культура не выращивается крупными организациями. Урожайность сахарной свеклы существенно зависит от погодных условий и находится на уровне 300–500 ц/га.

**Крахмалоносные культуры** – растения, накапливающие в тканях значительное количество крахмала и используемые для его получения. В мире выращивается около 10 культурных растений, которые относятся к крахмалоносным. Все они, за исключением картофеля, относятся к субтропическим и тропическим видам (батат, маниок, ямс, таро и др.). Продовольственное использование некоторых из этих культур в странах Африки, Азии и Южной Америки достигает 500–700 кг на одного человека в год. Урожайность крахмалоносов при интенсивной культуре превышает 100 т/га. Наряду с продовольственным значением они являются кормом для сельскохозяйственных животных и представляют ценную сырьевую базу для производства пищевого и технического крахмала, муки, патоки, спирта.

Среди крахмалоносных тропических культур имеются эндемические виды, не получившие широкого распространения в мировом земледелии, но издавна культивируемые в отдельных странах и обладающие весьма ценными продовольственными, кормовыми и техническими качествами. К таким культурам относятся клубненосные растения Южной Америки: канна, маранта, ока, улюко, аньу.

Так как картофель является единственным растением умеренного климата, то во многих странах Северного полушария, в том числе и в Беларуси, он справедливо считается главной крахмалоносной культурой. Важно отметить, что Беларусь входит в топ-10 мировых производителей картофеля.

Важными **тонизирующими культурами** являются кофе, какао, чай. Для каждой из этих культур характерен переход из исторической «родины» на новое место. Так, родиной кофе была Африка, а большим современным районом ее выращивания стала Латинская Америка.

Наибольшие урожаи кофе собирают в двух странах – Бразилии и Колумбии. В последнее время стремительно увеличивают валовые сборы и экспорт кофе азиатские (Вьетнам, Индонезия) и африканские (прежде Кот-д'Ивуар) страны.

Бразилия и Колумбия, которые выращивают больше кофе, почти не конкурируют между собой. Бразилия культивирует обычный кофе, который выращивают на плантациях и собирают комбайном. Такой кофе имеет горький вкус и черный цвет. Колумбия культивирует элитные сорта кофе. Их выращивают в тени высоких деревьев и собирают вручную. Этот кофе имеет кислый вкус и тонкий аромат.

Родиной какао считают Латинскую Америку (шоколадный напиток употребляли майя), а современными крупными производителями стали африканские страны (Кот-д'Ивуар, Гана, Нигерия, Камерун), а также Индонезия, Малайзия.

Чай был окультурен в Китае. Крупнейшими производителями чая сейчас являются бывшие британские колонии: Индия, Шри-Ланка, Кения. В последнее время значительно увеличили производство чая Индонезия, Турция, Вьетнам, Аргентина.

К тонирующим культурам часто относят и наркотические. Среди **наркотических** культур известными являются табак и опийный мак, который используется в медицине, хмель.

Родиной табака является Латинская Америка, откуда он распространился по всему миру. Крупнейшим производителем табака стал Китай. Значительно отстают от него Индия, Бразилия, США. Большие урожаи табака собирают средиземноморские страны (Турция, Греция, Италия) и некоторые страны Африки (Зимбабве, Малави).

Табак возделывается для получения листьев, которые используют в качестве сырья при изготовлении папирос, сигарет, сигар и трубчатого табака. В листьях табака содержатся никотин, эфирные масла, смолы, белки, углеводы, золы.

Махорку возделывают для получения курительной крупки, нюхательного и жевательного табака. В сухих листьях содержатся 5–15 % никотина и 15–20 % органических кислот, в том числе 10 % лимонной кислоты. Значительная часть махорочного сырья идет для получения никотиновой (витамин РР) и лимонной кислот. Махорку используют в пищевой и текстильной промышленности. Из семян махорки получают жирное масло, применяемое при производстве красок, лаков и мыла. Махорку возделывают в Центрально-Черноземной зоне, в Западной Сибири, Чувашии и Татарстане.

Хмель – сырье для пивоварения. Находящиеся в шишках хмеля горькие вещества подавляют развитие всех микроорганизмов, кроме пивных дрожжей, вследствие чего при брожении пиво не прокисает. Хмель используется в хлебопекарной промышленности и медицине. Хмель относится к многолетним трудоемким культурам, растет на одном месте 15 лет и более, требует хорошо окультуренных, правильно обработанных плодородных почв, умеренно теплого и влажного климата. Для хмеля необходимы специальные сооружения – шпалеры для поддержки надземной части растений, сушилки для обработки сырого хмеля.

**Каучуконосные культуры.** Среди каучуконосов есть травянистые растения, деревья и лианы, в обиходной речи именуемые каучуковыми деревьями. В настоящее время основным источником натурального каучука являются деревья рода Гевея, в частности гевея бразильская (*Hevea brasiliensis*). Гевея бразильская культивируется ради получения каучука в тропических районах Южной Америки и Юго-Восточной Азии. Ее исторической родиной является Бразилия, однако с конца XIX в. ведущие позиции в производстве латекса захватили страны Юго-Восточной (Таиланд, Индонезия, Малайзия) и Южной (Индия, Шри-Ланка) Азии. Сравнительно небольшое производство латекса имеют африканские страны (Кот-д'Ивуар, Нигерия, Либерия).

Другие каучуконосы: кок-сагыз, тау-сагыз, крым-сагыз (одуванчик осенний), фикус каучуконосный, или эластичный, ландольфия, хондрилла.

## 2.8. Плодовые и ягодные культуры

Плодовые культуры – группа культурных растений, возделываемых в основном для получения фруктов, ягод и орехов. Возделыванием плодовых культур занимается плодоводство – отрасль растениеводства, одна из ведущих отраслей сельского хозяйства тропической и субтропической зон. Во многих странах Азии, Африки и Латинской Америки плоды служат важнейшей статьей экспорта и источником валютных поступлений.

Годовая научно обоснованная норма потребления человеком плодов, ягод, винограда и продуктов их переработки составляет 100–115 кг. В мире на одного человека приходится около 35 кг плодов, ягод и столового винограда, поскольку их мировое производство со-

ставляет 120–150 млн. т в год. Производство плодов на душу населения в Австралии и Новой Зеландии около 90 кг, в Америке – 70, в Азии и Африке – 20, в Европе – свыше 40 кг.

В мировом производстве плодов первое место занимают цитрусовые, второе – бананы, третье – виноград, четвертое – яблоки. Мировыми лидерами по производству плодов являются страны с благоприятными климатическими условиями – Китай, Индия, Бразилия, США. Больше плодов на душу населения собирают в странах Средиземноморья. По валовому сбору яблок выделяют Китай и США; винограда – Италию, Францию, Испанию, США; апельсинов – Бразилию, США; лимонов – Мексику, Аргентину, Индию, Иран; мандаринов – Японию; бананов – Индию, Китай и латиноамериканские страны; манго – Индию. Лидером (до 80 %) по экспорту апельсинового сока (замороженного в виде концентрата) является Бразилия, бананов – Эквадор, Коста-Рика, Колумбия.

Плодовые и ягодные растения относят к различным ботаническим семействам, родам и видам. Всего в мире насчитывается около 40 семейств, объединяющих 200 родов и более тысячи видов плодовых растений. Выделяют 9 производственно-биологических групп плодовых растений: семечковые, косточковые, ягодные, орехоплодные, масличные, тонизирующие и пряные, цитрусовые, разноплодные субтропической и умеренной зон, тропические разноплодные и виноградные.

#### **Семечковые плодовые культуры.**

Культуры, входящие в подсемейство Яблоневые семейства Розовые (*Rosaceae*): яблоня, груша, айва, рябина, арония, ирга, хеномелес и мушмула кавказская. В Беларуси наиболее распространены следующие культуры: яблоня, груша, айва.

На долю *яблони* приходится около 50 % всех плодовых деревьев в мире. Повышенный интерес к изучению и возделыванию яблони как плодовой культуры объясняется рядом факторов. Она достаточно адаптивна, плоды зимних сортов характеризуются длительным сроком хранения, что позволяет их потреблять практически круглый год. Научно обоснованной нормой годового потребления плодов населением считается 80–85 кг на человека, из которой на долю яблок приходится 60–70 кг. Питательные свойства и диетические особенности яблок определяются их химическим составом. В яблоках содержится от 7 до 23 % растворимых и от 1,5 до 3,0 % нерастворимых сухих веществ. Растворимые сухие вещества, содержащиеся в яблоках, представлены главным образом сахарами (фруктоза, глюкоза, сахароза), органиче-

скими кислотами (их общая сумма определяется как титруемая кислотность), водорастворимыми витаминами (аскорбиновая кислота и Р-активные катехины и лейкоантоцианы), дубильными и красящими веществами, пектинами, минеральными солями. Пектиновые вещества, содержащиеся в яблоках, образуют коллоидные растворы, обладающие лечебными свойствами. Они способствуют заживлению язв желудка и кишечника, осаждают ионы тяжелых металлов, тем самым нейтрализуют и способствуют удалению из организма человека солей цинка, свинца и меди. Пектин характеризуется защитным действием при радиоактивном поражении.

Содержание биологически активных веществ (витамины, микроэлементы, дубильные вещества, эфирные масла, лучезащитные соединения, пектин, серосодержащие вещества) в яблоках незначительно. Однако они обладают профилактическими и лечебными свойствами, что особенно ценно для человека. Плоды яблони используют в свежем виде, а также в кондитерской промышленности (варенье, джем, пюре, пастила), в виноделии. Яблоки перерабатывают с целью приготовления сока, компота, а также сушат и т. д. Для получения сока плоды должны отличаться повышенной сахаристостью, содержать не менее 5 г/кг кислоты, 300–850 мг/кг полифенолов, иметь плотную консистенцию, светлую окраску мякоти и насыщенный аромат.

*Груша* – ценная плодовая культура. Насаждения груши характеризуются высокими показателями урожая, менее выраженной периодичностью плодоношения, чем яблоня. В свежих плодах груши содержатся: вода – до 85 %, сахара – 8–13 %, кислоты – 0,1–0,2 % (в основном лимонная и яблочная), пектиновые и дубильные вещества – 0,06–0,12 %, в небольшом объеме витамины (А, В, РР, С и Р), ферменты. Плоды груши употребляют в свежем виде, а также используют для переработки (соки, компоты, кондитерские изделия и т. д.). Грушу с древних времен применяют в народной медицине. Плоды груши богаты калием и поэтому предупреждают отложение солей в тканях и печени, способствуют выведению из организма воды и поваренной соли. Груша является источником фолиевой кислоты (витамин В<sub>9</sub>), играющей важную роль в процессе кроветворения. В листьях и плодах груши найден гликозид – арбутин, оказывающий дезинфицирующее, мочегонное и противовоспалительное действия при заболеваниях почек и мочевыводящих путей.

*Айва* – древнейшая культура, возделываемая свыше четырех тысяч лет. Введение ее в культуру произошло на Кавказе, откуда она про-

ника на юг России, далее – в Украину, Беларусь. Плоды айвы – ценный диетический продукт питания, употребляемый как в свежем, так и переработанном видах. По сравнению с яблоней и грушей, в плодах айвы содержится больше пектиновых веществ, органических кислот, аскорбиновой кислоты и Р-активных соединений. Содержание растворимого пектина в соке айвы составляет 0,2–0,3 %. Айва богата фруктозой (2,9–6,2 %) и глюкозой (2,6–6,7 %). В ней сравнительно мало сахаразы (0,1–1,5 %). В плодах айвы преобладают яблочная и лимонная кислоты, а также выявлено 17 аминокислот. В плодах айвы, кроме аскорбиновой кислоты, содержатся витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е, каротин, фолиевая кислота. Содержание фенольных соединений изменяется от 220 до 1405 мг/100 г сырой массы. Из ароматических веществ выявлены энантовоэтиловый и пеларгоновоэтиловый эфиры, в основном сконцентрированные в кожице. В состав зольных элементов входят калий, фосфор, сера, магний, кобальт, медь, алюминий, марганец, железо и др. Плоды айвы обладают вяжущим свойством и рекомендуются при лечении желудочных заболеваний. Кожицу семян используют как противовоспалительное, смягчающее и легкое слабительное средство.

Группа **косточковых плодовых культур** занимает важное место среди сочно- и твердоплодных плодовых растений. Объединяющим началом косточковых культур является наличие одной косточки внутри плода. Косточковые культуры объединены в подсемейство *Prunoideae* (Сливы). Они произрастают в виде деревьев и кустарников. Отличительными признаками косточковых культур являются: простые цельные листья с опадающими прилистниками; глубоко вогнутое, бокальчатое цветоложе; один пестик, обычно состоящий из одного плодолистика; завязь верхняя. Плодом для всех косточковых культур является сочная костянка. Из всех косточковых культур наибольшее распространение получили вишня, черешня, слива, алыча, персик, абрикос.

*Вишня и черешня* – ценные по диетическим свойствам плоды. Они содержат: сахара – 6,9–12,9 %, кислоты – 1,4–2,96 %, дубильные и красящие вещества – 0,23–0,90 %, витамин С – 9,5–27,5 мг/100 г, каротин – 0,1–0,3 мг/100 г, Р-активные соединения – 300–2500 мг/100 г, флавоновые гликозиды – 21–178 мг/100 г. Плоды вишни богаты железом, солью меди, калием, магнием (1–3 мг/100 г), витаминами В<sub>9</sub> (0,15–0,30 мг/100 г), В<sub>2</sub> (до 0,1 мг/100 г), В<sub>1</sub> (до 0,09 мг/100 г), РР (до 0,08 мг/100 г), Е (до 0,37 мг/100 г), микроэлементами, пектиновыми (1,8 %) и азотистыми (1,1 %) веществами. В плодах вишни и черешни

содержится 11,5–17,8 % сухого вещества, 0,5 % золы, 75–83 % воды. В плодах также обнаружены кумарины, в том числе оксикумарин, снижающие свертываемость крови и препятствующие образованию тромбов. Мякоть плодов вишни и черешни обладает антирадиационным, тонизирующим, капилляроукрепляющим и антисептическим свойствами. В плодах черешни обнаружено от 6 до 24 мг% амигдалина, используемого для лечения болезней сердца, желудка, невротозов и других заболеваний. Плоды вишни и черешни употребляют также в сушеном и замороженном видах. Плоды этих косточковых культур перерабатывают на сок, компот, варенье, джем, используют в кондитерской промышленности.

Распространенной косточковой культурой в Беларуси является *слива*. При благоприятных условиях в плодах сливы накапливаются: от 7 до 25 % сахаров в зависимости от сорта и региона выращивания (в том числе от 3 до 12 % моносахаров), 13–26 % сухих веществ, 3 % свободных кислот, около 1 % гемицеллюлоз, до 2,5 % пектиновых веществ, 350 мг на 100 г сырой массы дубильных веществ, витамины (22 мг С, 13,4 мг пиридоксина, 2,5 мг В<sub>9</sub>, 1,0 мг В<sub>1</sub>, 0,14 мг каротина, 0,04 мг В<sub>2</sub>). В плодах сливы содержатся калий, кальций, магний, фосфор, железо, натрий, марганец, кобальт и др. В плодах сливы и алычи накапливается до 875 мг/100 г Р-активных веществ, что позволяет использовать их в лечебных целях при заболеваниях, связанных с нарушением проницаемости капилляров (диатез, капилляротоксикоз, гематурия, кровоизлияния, отеки), а также при гипертонической болезни, воспалении легких, туберкулезе, ревматизме. В семенах сливы, терносливы, терна и алычи образуется 43–52 % масла, по качеству близкого к миндальному. Плоды сливы и алычи перерабатывают на соки, сиропы и используют в кондитерской промышленности (паста, джем, мармелад, повидло, желе, цукаты, варенье, пастила.) Продукты технической переработки плодов идут на приготовление конфет, тортов, мороженого, киселя и др. Наиболее ценным продуктом являются сушеные плоды – чернослив, способный храниться длительное время.

*Алыча* является одним из видов рода Слива, но ее считают самостоятельной плодовой породой. В естественном виде она широко распространена в странах Юго-Восточной Азии, на Кавказе, Балканах. В последние годы алыча вошла в число важных промышленных культур благодаря скороплодности (вступает в плодоношение на 2–4-й год после посадки), высокой урожайности (до 12–20 т/га), сравнительно невысокой требовательности к условиям произрастания, хорошим вку-

совым и технологическим качествам плодов. Отличается она также и довольно высокой долговечностью. В плодах содержится до 12 % сахаров, 4 % органических кислот, пектиновые вещества, флавоноиды, антоцианы, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е, РР и др. Алычу используют для получения семенных и клоновых подвоев для сливы, персика, абрикоса и миндаля, а также в декоративном садоводстве (есть краснолистные сорта и формы).

Одними из самых скороплодных и урожайных плодовых пород являются *персик* и *абрикос*. Привитые деревья начинают плодоносить на 2–4-й год после посадки в сад, а на 3–4-й год обеспечивают урожайность, достигающую ко времени полного плодоношения 20–40 т/га. Плоды содержат 7–5 % сахаров, 0,2–0,7 % органических кислот, обладают исключительным вкусом и диетическими свойствами. Из семян выделяют масло, семена со сладкими ядрами используют в кондитерской промышленности.

Плоды абрикоса содержат 14 % сухих веществ, 1,3 % органических кислот, много минеральных солей, витаминов, а также пектиновых и ароматических веществ. Абрикос используют в пищу в свежем виде, перерабатывают, сушат (урюк, курага, кайса). Из семян плодов получают масло, а семена сладкоплодных сортов заменяют миндаль.

**Ягодные культуры**, или ягодники, представляют собой большую группу многолетних культурных и дикорастущих древесных, кустарниковых и травянистых растений, дающих съедобные плоды, называемые ягодами. Они имеют высокие вкусовые и лечебные качества, содержат биологически активные вещества (витамины, микроэлементы, органические кислоты и т. д.) и обладают специфическим, часто неповторимым, ароматом. Многие ягодники, особенно дикорастущие, введены в фармакопею в качестве лекарственных растений (черника, брусника, земляника, лесная малина и др.). В отличие от других пород они образуют невысокую надземную часть, удобны для возделывания и скороплодны. Промышленный урожай ягодники дают на 2–4-й год после посадки, а в некоторых случаях способны плодоносить даже в первую вегетацию (например, земляника).

Используют ягоды в свежем виде, однако они могут быть заморожены без потери вкусовых и питательных достоинств для зимнего потребления, что позволяет расширить период потребления свежих плодов в течение года. Ягоды идут также на переработку и служат хорошим сырьем для кондитерской и перерабатывающей промышленности (джемы, варенья, пастила и т. д.).

Основные ягодные культуры нашей страны – это земляника, малина, смородина и крыжовник.

*Земляника* – ведущая ягодная культура. Она быстро вступает в плодоношение и дает высокие урожаи в ранние сроки. Плоды содержат 4–10 % сахаров, 0,8–1,3 % органических кислот, 0,4–0,6 % белковых веществ, 40–80 мг витамина С, 250–750 мг Р-активных веществ, 0,3–0,5 мг фолиевой кислоты на 100 г, а также необходимые для организма человека фосфорные, железистые и другие соединения. Ягоды обладают кроветворными свойствами. Их употребляют при малокровии, подагре, некоторых болезнях пищеварительного тракта и органов дыхания. Отвар сушеной земляники используют при простудных заболеваниях. Из свежих ягод готовят варенье, повидло, сиропы, соки, мармелад, желе и т. д.

*Малина* известна пищевыми и лечебными достоинствами и пользуется большим спросом у населения. Помимо употребления в свежем виде ее сушат, из ягод готовят варенье, повидло, сок, пастилу, желе и другие продукты. В плодах в среднем содержится 30 мг витамина С на 100 мг, 0,17–0,19 мг фолиевой кислоты, 0,1–0,6 мг каротина, 0,01–0,09 мг витамина В<sub>6</sub>, 0,05–0,09 мг витамина В<sub>2</sub>, 0,4–1,0 мг витамина Е, 0,6–0,8 мг витамина РР и 0,4–0,6 мг витамина К. Сухое вещество в ягодах колеблется от 12,8 до 18,8 %, сахара – до 10 %, причем в основном они представлены моносахарами – фруктозой и глюкозой. В малине найдено 0,9–1,9 % органических кислот (преимущественно яблочная, в небольшом количестве лимонная, шавелевая и салициловая), 0,6–0,9 % пектина, 0,8 % белков и 4,8–5,1 % клетчатки. Из минеральных соединений в малине содержится 1200 мкг железа, что в 2–3 раза больше, чем в черной смородине, 200 мкг цинка, 170 мкг меди и 210 мкг марганца на 100 г ягод. Сочетание гематогенных микроэлементов (железа, меди и фолиевой кислоты) определяет пользу малины при малокровии и нарушении проницаемости кровеносных сосудов. Она полезна при атеросклерозе и гипертонической болезни. Большое содержание в плодах антибиотиков летучего типа обуславливает ее лечебные свойства при простудных заболеваниях. В народе используют цветки и листья малины. Водный настой листьев оказывает вяжущее действие, поэтому его используют при энтеритах, колитах и кожных болезнях, им полощут рот и горло при стоматитах и ангинах.

Малина известна и как хорошее медоносное растение благодаря растянутому периоду цветения и обилию нектара, сохраняющегося в цветках даже в дождливую погоду.

*Крыжовник* представляет собой многостебельный куст высотой до 1,5 м. Примерно 40 % урожая крыжовника формируется на годичных ветвях. Одной из характерных особенностей крыжовника является высокая побеговосстановительная способность. Поэтому без прореживания кусты могут сильно загущаться. Крыжовник называют «виноградом севера», так как его ягоды при полном созревании содержат большое количество сахара (до 12 %), который хорошо гармонирует с кислотой. Производственная ценность промышленных насаждений крыжовника сохраняется обычно 16–20 лет. Среди ягодных культур крыжовник отличается самой высокой урожайностью.

*Смородина черная* по площади насаждений занимает первое место среди ягодников. Ягоды, почки и листья этой культуры находят разнообразное применение в хозяйстве и народной медицине. Ее целебные свойства известны очень давно. Сначала смородину разводили в садах как лекарственное растение. Позже она широко вошла в пищу. Черная смородина – скороплодная, высокоурожайная культура. Она вступает в плодоношение на 2-й год после посадки, на 3–4-й год дает полный урожай, который достигает 10 кг с куста. В смородине обнаружено много витаминов. Ее ягоды и листья являются ценным источником биологически активных фенольных веществ капилляроукрепляющего, противосклеротического, противовоспалительного и сосудорасширяющего действия. Особенно богаты ягоды витамином С – в 100 г плодов его содержится 130–400 мг%, или 1,5–3-суточные нормы. В ягодах обнаружены витамины В<sub>1</sub> и В<sub>9</sub>, а также биоактивные вещества, положительно влияющие на сердечную мышцу. Они обладают фитонцидными и антимикробными свойствами. Ягоды черной смородины представляют ценность как источник легкоусвояемых сахаров, органических кислот и микроэлементов – марганца, калия и др. Содержание сухого вещества в них в зависимости от сорта колеблется от 13 до 23 %, сумма сахаров – от 7 до 11 %, общая кислотность – от 2,5 до 3,5 %. Ягоды содержат до 1 % пектина, способствующего образованию желе. Все это обуславливает их большую ценность в лечебно-диетическом питании. Черную смородину используют в медицине. Отвар из молодых побегов, листьев и почек пьют как чай при общих недомоганиях, простуде, болезнях мочевого пузыря, ревматизме, подагре, цинге и авитаминозах. Листья используют для консервирования овощей. Разнообразные по вкусу ягоды, обладающие особым ароматом, являются превосходным десертом, универсальным диетическим продуктом, полезным сырьем для изготовления варенья, соков, компотов и т. д.

Они хорошо сохраняются в замороженном виде. Особенно ценным продуктом является черная смородина, консервированная в свежем виде. Соки и сиропы из ягод этой культуры обладают теми же лечебными свойствами, что и листья. Кроме того, они полезны при болезнях горла (хрипота), желудка и кишечника.

**Орехоплодные культуры** – плодовые породы и дикорастущие растения всех зон плодоводства из разных ботанических семейств, формирующие плоды (орехи и сухие костянки), ради которых их выращивают. Плоды растений этой группы имеют твердые покровы (скорлупу). В плодах содержится одно семя, часто называемое ядром, которое является съедобным. К орехоплодным культурам относят породы семейств: ореховых – грецкий орех и пекан; лещиновых – фундук, лещина; розоцветных – миндаль; буковых – каштан сладкий, бук; сосновых – кедровая сибирская сосна (кедр сибирский); сумаховых – фисташка настоящая и др. Ядра орехов богаты жирами (42,8–77 %), белками (до 22 %), поэтому они очень калорийны и питательны. Их калорийность выше калорийности хлеба, рыбы, мяса и почти равна калорийности сливочного масла. Они используются в пищу в свежем, а также в переработанном виде в кондитерской, пищевой промышленности и медицине.

**Масличные плодовые культуры** – плодовые породы тропической и субтропической зон, дающие жирные масла для питания человека: масличная пальма, кокосовая пальма, маслина. В Республике Беларусь данные культуры в производстве не выращиваются.

**Тонизирующие и пряные** – плодовые культуры и дикорастущие растения из разных ботанических семейств всех зон плодоводства, дающие человеку тонизирующие вещества (кофеин, бромелин, ареколин и др.), поддерживающие бодрое состояние организма без тяжелых последствий. Основной формой приема таких веществ являются напитки – чай, кофе, какао и др. К тонизирующим многолетним растениям относятся кофе, какао, кола, чай, гуарана, арековая пальма, лимонник китайский, кокаиновый кустарник, ката и др. К пряным плодовым культурам относятся гвоздичное и мускатное дерево, бадьян и др.

**Цитрусовые** – вечнозеленые растения подсемейства Померанцевые, семейства Рутовые. Все возделываемые породы относятся к трем родам: цитрус, фортунелла, понцирус. В группу входят следующие растения: апельсин, мандарин, лимон, лайм, грейпфрут, шеддок, цитрон, трифолиата, цитранж и др. Пользующиеся всемирной

популярностью цитрусовые плоды, прежде всего, апельсины (*orange*) были завезены в Европу итальянскими и португальскими мореплавателями в середине XV в. И еще в те далекие времена были сделаны первые попытки выращивать их в искусственных условиях в оранжереях. Цитрусовые плоды доставлялись из Южного Китая, Северо-Восточной Индии и, вероятно, Юго-Западной Азии. Интересно, что до сих пор на Карибах и Латино-Американской территории апельсины называются *China dulce* (Сладкий Китай), или просто *China* (Китай). Первоначально основное назначение этих растений считалось лекарственным.

Цитрусовые занимают одно из первых мест в мире по объемам производства среди плодовых культур. Наиболее важными производителями-экспортерами являются Бразилия (около 18–20 тыс. т в год), США (7–10 тыс. т), Мексика, Индия, Китай, Индонезия, Испания (2–5 тыс. т), а также Италия, Аргентина Япония и Египет.

**Разноплодные субтропической и умеренной зон** – плодовые культуры листопадные и вечнозеленые из разных ботанических семейств: хурма, гранат, инжир, унаби, эриоботрия, кизил, фейхоа, лох, рожковое дерево, шелковица, земляничное дерево, лавровишня, говения (рис. 2.16).

**Тропические разноплодные** – вечнозеленые плодовые культуры, в основном сочноплодные, из разных ботанических семейств: банан, ананас, манго, авокадо, папайя, гуава, хлебное дерево, мангостин, рамбутан, пуласан, дуриан, личи, лонган, анона, сапота, пассифлора, карамбола, билимби, блихия, тамаринд, томатное дерево, опунция и другие плодовые кактусы, мальпигия, финиковая пальма, сахарная пальма, винная пальма, салак.

**Виноградные** – растения, относящиеся к семейству Виноградные, среди которых наибольшее распространение и практическое применение получил род Витис, включающий около 70 видов. Возделываются для получения вина, столового винограда и на сушку в умеренной, субтропической и тропической зонах.

Хозяйственное значение пловодства определяется высокой ценностью плодов и ягод в питании человека. Они содержат витамины, сахара, органические кислоты, белки, жиры, минеральные соли, дубильные, пектиновые, ароматические, биологически активные соединения – всего более 60 элементов.



Рис. 2.16. Субтропические и тропические фрукты

Среди продуктов питания фрукты и ягоды наряду с овощами являются самыми низкокалорийными, но наиболее богатыми витаминами. Кроме витаминов фрукты, ягоды и овощи богаты пигментами. Каротин, придающий желтую окраску, повышает остроту зрения, снижает риск развития онкологии, укрепляет сосуды, ногти и волосы. Хлорофилл, зеленый пигмент, повышает количество кислорода в крови, способствует заживлению ран, защищает от воздействия канцерогенов и токсинов. Алицин, белый пигмент, поддерживает остроту зрения, активизирует мозговую деятельность, способствует восстановлению после физических нагрузок. Антоциан, придающий сине-фиолетовую окраску, снижает уровень холестерина, нормализует давление, предотвращает невралгию и бактериальные инфекции.

Наибольшую ценность имеют свежие фрукты и ягоды, поэтому нужно запастись витаминами, минералами и другими полезными веществами, содержащимися в них, в период их созревания.

В Беларуси производство плодов и ягод ограничивается природно-климатическими условиями. В нашей зоне широкое распространение получили семечковые, косточковые культуры, производство которых ежегодно наращивается в соответствии с государственной программой развития плодоводства. Беларусь является одним из крупнейших поставщиков ягод (малина, земляника) на российский рынок.

## **2.9. Лекарственные и эфирномасличные растения**

Лекарственные растения (лат. *Plantae medicinalis*) – обширная группа растений, органы или части которых являются сырьем для получения средств, используемых в народной, медицинской или ветеринарной практике с лечебными или профилактическими целями.

Преимущество растительных лекарственных веществ перед химическими состоит в том, что первые образуются в живой клетке. Поэтому даже ядовитые вещества растений, попавшие в наш организм, не ломают так грубо всю систему биохимических реакций клеток организма человека и животных, как это делают препараты, полученные химическим путем.

Наиболее широко известные лекарственные растения используются в народной медицине. В качестве лекарственных растений в начале XXI в. широко используются аир, алоэ, брусника, девясил, зверобой, календула, каллизия, клюква, малина, мать-и-мачеха, мята, облепиха, подорожник, ромашка, солодка, тысячелистник, шалфей, шиповник и многие другие.

Науке известно почти 500 тыс. видов растений, из них лишь около 290 растений описаны в атласе лекарственных растений. Исследователи установили, что народы древнего мира использовали до 21 тыс. видов растений. Уже на самых ранних стадиях развития человечества растения были не только источником питания людей, они помогали человеку избавиться от болезней. В настоящее время используется практически около 270 видов: 150 – в качестве сырья для химико-фармацевтической промышленности, около 90 после первичной обработки поступает непосредственно в аптеки, из остальных выделяют природные соединения в чистом виде. Более  $\frac{3}{4}$  всей номенклатуры заготавливаемого лекарственного сырья дают дикорастущие растения.

Выделяют следующие категории лекарственных растений:

1. Официальные лекарственные растения – растения, сырье которых разрешено для производства лекарственных средств в стране.

2. Лекарственные растения народной медицины – наиболее широкая категория, большинство растений, многие растения этой группы активно используются в странах, где медицинская помощь недоступна или слишком дорога.

3. Лекарственные растения – обширная группа растений, органы или части которых являются сырьем для получения средств, используемых в народной, медицинской или ветеринарной практике с лечебной или профилактической целью. Наиболее широко лекарственные растения представлены в народной медицине.

*Лекарственным растительным сырьем* считаются высушенные цельные лекарственные растения и отдельные их части – почки, листья, цветки, стебли, кора, клубни, корни и корневища, используемые для получения лекарственных средств.

По применению в медицине лекарственное сырье подразделяют на следующие группы:

1) применяемое как средство, успокаивающее нервную систему: белена, белладонна, валериана, дурман, крестовник, мак снотворный, облепиха, пустырник, скополия, чемерица Лобеля, шлемник байкальский;

2) при желудочно-кишечных заболеваниях: аир, алтей, анис, белладонна, душица, жостер, змеевик, золототысячник, крушина ломкая, мята перечная, одуванчик, пижма, подорожник, полынь горькая, сушеница болотная, тысячелистник, чага;

3) при сердечно-сосудистых заболеваниях: адонис весенний, астрагал, боярышник, диоскорея, желтушник, ландыш, левзея, лимонник, наперстянка, пустырник, сушеница болотная, солянка Рихтера, хвощ, эфедра;

4) при заболеваниях почек: барбарис, почки березы, брусника, бузина, василек синий, девясил, клевер луговой, крапива, можжевельник, толокнянка, хвощ, череда;

5) как желчегонное средство: бессмертник, кукурузные рыльца, душица, зверобой, земляника, пижма, крапива, можжевельник;

6) как вяжущее и обволакивающее средство при различных воспалительных процессах: кора дуба, девясил, зверобой, листья земляники, змеевик, кора ивы, калины, корвяк, кровохлебка, семена льна, лапчатка, мать-и-мачеха, облепиха, ромашка аптечная, толокнянка, черемуха, черника, шалфей;

7) как кровоостанавливающее средство: барбарис, водяной перец, глухая крапива, крапива двудомная и жгучая, кровохлебка, крестовник обыкновенный, листовенничная губка, пастушья сумка, подорожник, спорынья, тысячелистник, хвощ;

8) как потогонное и жаропонижающее средство: брусника, бузина, кора ивы, клюква, липа, малина, ромашка аптечная и душистая, смородина черная;

9) как общеукрепляющее средство, повышающее жизненный тонус организма: женьшень, лимонник, заманиха высокая, маралий корень, родиола розовая, левзея сафлоровидная, аралия маньчжурская, элеутерококк.

Лекарственные растения классифицированы по группам заболеваний: сердечно-сосудистые, эндокринной системы (щитовидная железа и сахарный диабет), органов дыхания и простудные, предстательной железы, опорно-двигательного аппарата, почек и мочевыводящих путей, системы пищеварения, иммуномоделирующие и обладающие противоопухолевой активностью.

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси наибольшее количество интродуцированных видов входит в состав лекарственных средств для лечения заболеваний системы пищеварения (82), органов дыхания и простудных заболеваний (68), сердечно-сосудистой системы (39). Количество видов для лечения заболеваний эндокринной системы (щитовидной железы и предстательной железы) малочисленно и представлено шестью и пятью видами соответственно.

Лекарственные вещества находятся в различных частях растения: в корнях, коре, листьях, почках и т. д. Поэтому применяется, как правило, не все растение, а отдельные его части.

Отдельную группу представляют собой эфирномасличные растения – растения, содержащие в особых клетках (эфиромасличных ходах) или в железистых волосках пахучие эфирные масла.

Эфиромасличными эти растения стали называть в XIX в., когда из них стали получать промышленное количество пахучих веществ – прежде всего эфирных масел. Используются же они не одно тысячелетие. Клеопатра применяла ароматные притирания из пахучих трав. Авиценна ценил мяту как средство борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Способность вырабатывать пахучие масла отмечены более чем у 2500 видов растений, но промышленное значение имеют во всем мире около 200 видов. Самые ценные масла содержатся в эфиромасличных растениях семейств Имбирные, Лавровые, Розовые, Яснотковые, Гераниевые, Рутовые. В нашей зоне наибольшее количество эфиромасличных растений содержится в семействах Сельдерейные и Яснотковые.

Наибольшее количество эфирных масел содержится в цветках и плодах, меньше – в листьях, стеблях и подземных органах. Количество масел колеблется от едва заметных следов до 20–25 % на сухое вещество. Большинство эфиромасличных растений – до 44 % всех видов – произрастает в тропиках и субтропиках (цитрусовые, гвоздичное дерево, лавровое дерево, коричное дерево, имбирь). В зоне умеренного климата культивируют и собирают в дикорастущем виде в основном травянистые эфиромасличные – кориандр, шалфей, базилик, тмин, анис, пачули, укроп, аир.

Польза эфирных масел заключается и в том, что они способны улучшать память, работоспособность, концентрацию внимания. Могут выводить из организма канцерогены, используются в качестве иммуномодуляторов. Замедляют процесс старения, поскольку являются природными антиоксидантами, оказывают успокаивающее действие, убивают бактерии, глистов.

Эфиромасличные растения используются в парфюмерии (розовое, жасминное, лавандовое масла), в мыловаренной, кондитерской, фармацевтической, ликеро-водочной и пищевой промышленности (вкусовые приправы и ароматизаторы).

## 2.10. Декоративное садоводство и цветоводство

Все растения, независимо от хозяйственно-биологической группировки, имеют значение и как декоративные культуры. Ассортимент декоративных растений чрезвычайно разнообразен. Каждый человек отдает предпочтение тем или иным растениям в зависимости от своих вкусов и предпочтений.

В зависимости от жизненной формы растения относятся к трем группам: деревья – имеют ярко выраженный ствол, бывают многолетние, хвойные или лиственные; кустарники – в отличие от деревьев имеют несколько стволиков и травы – наиболее разнообразная и широко используемая группа.

Разнообразен ассортимент *древесных декоративных растений*, которые по своим декоративным качествам заслуживают широкого применения в озеленении городов и поселков. Плоды некоторых древесных декоративных растений съедобны; стебли, корни, плоды и семена других используются в медицине.

*Декоративные кустарники* очень востребованы в ландшафтном дизайне. С их помощью можно создать различные композиции, как цветущие, так и лиственно-декоративные, с ранней весны до глубокой осени. Многие декоративные кустарники красиво смотрятся даже зимой, например, хвойные декоративные культуры: можжевельник, пихта, кипарис. Красивы свободно растущие живые изгороди из колючего кустарника барбариса Тунберга с его компактной шаровидной кроной, ярко-зеленой летом и огненно-красной осенью. Блестящие, ярко-красного цвета плоды бузины красной рассеченнолистной являются замечательным украшением территории, а побеги и листья бузины имеют неприятный запах; это свойство растения используют для борьбы с кротами. Она не поедается скотом, поэтому ее хорошо сажать вдоль дорог.

К цветущим декоративным культурам относятся: спирея, сирень, форзиция, гортензия, чубушник, дейция, вейгела и пр.

К лиственно-декоративным культурам относятся: пузыреплодник, спирея, барбарис, калина, бересклет, дерен и пр.

*Травы* – наиболее широко используемые человеком растения. Большинство сельскохозяйственных растений относятся именно к этой группе. Это полевые, овощные, лекарственные, пряно-ароматические, кормовые и сорные растения. Вместе с тем это и самая распространенная форма декоративных растений.

Таким образом, в той или иной степени декоративны все растения. В практической деятельности декоративными называют растения, обыкновенно и большей частью выращиваемые для оформления садов, парков, скверов и других участков городских и сельских территорий, предназначенных для отдыха, либо служебных, производственных и жилых помещений (в последнем случае они называются еще и комнатными растениями).

Деятельность по выращиванию декоративных растений называется *декоративным садоводством*.

Различают декоративное цветоводство и древоводство.

*Декоративные цветочные* растения являются самой многочисленной и разнообразной группой полезных растений. Они выполняют эстетическую функцию в жизни человека, воплощая его стремление к прекрасному, оказывая на него благотворное психологическое и эмоциональное воздействие. С каждым годом количество видов и сортов декоративных растений увеличивается, что вызывает определенные сложности с их учетом и регистрацией: по некоторым данным, в настоящее время используется для озеленения и цветочного оформления около 3000 видов декоративных растений.

Все видовое многообразие цветочно-декоративных растений, выращиваемых в открытом грунте, по их эколого-биологическим признакам можно подразделить на три основные группы: однолетники, двулетники и многолетники. По декоративным признакам цветочные растения подразделяют на красивоцветущие, декоративно-лиственные и растения с красивыми и оригинальными плодами. В зависимости от географического происхождения выделяют тропические, субтропические и растения умеренного пояса. Различные виды декоративных растений в экологическом аспекте классифицируют по отношению к свету, теплу, влаге, плодородию и кислотности почвы. В зависимости от места выращивания цветочно-декоративные культуры делятся на растения открытого и закрытого грунта.

В цветоводстве однолетниками называют травянистые растения, которые можно использовать для декоративных целей только в течение одного вегетационного периода. Среди них можно найти виды, пригодные для посадок и срезки, а также виды с комбинированными свойствами. Среди однолетников известны несколько видов, цветки которых представляют прочные чашечки или же многорядные сухие пленочные обертки, которые после сушки не меняют ни своей формы, ни окраски – это сухоцветы.

Несмотря на сравнительно большую трудоемкость работы с однолетниками, среди садоводов они весьма популярны, так как позволяют создать огромное разнообразие форм и цветовых решений. Однолетники используют для организации цветников, бордюров, рабаток, альпинариев и цветочных стен, а также для миниатюрных цветочных композиций (оконные и балконные ящики) и др.

Специфическая группа – однолетники с декоративными листьями и плодами. Из низкорослых к ним относятся виды рода альтернантера, ирезине, эхиверия. Очень эффектно кохия метловидная и космос раздельнолистный, у которого необычайно красивый цветок. У некоторых видов красивы листья в стадии цветения (матрикария приморская), у других прекрасны опорные прицветники во время цветения (вербена буэнос-айресская) или огромные экзотические листья (клещевина обыкновенная). В качестве одиночного украшения высаживается двухметровая темно-красная садовая лебеда. Интересную цветовую гамму создают листья колеуса гибридного. Серебристым цветом светится цинерария приморская. Для декоративных целей можно использовать и плоды некоторых однолетников в свежем или сухом виде. Коробочки высоких маков, листовки чернушек, отцветшие соцветия скабиозы и лунника предоставляют цветоводам возможность пофантазировать и составить экибану.

Многолетние цветочные растения, или многолетники, могут длительное время расти и цвести на одном месте без ежегодного посева или посадки, правда, время от времени их надо выкапывать и делить, чтобы развившиеся побеги не теснили друг друга. Как правило, многолетники теряют на зиму надземную часть (хотя есть среди них и зимнезеленые растения, например бадан) и в земле остаются лишь корневища, луковицы или клубнелуковицы, дающие весной новые побеги. Большинство растений зимует в грунте (аквилегия, или водосбор, многолетние виды астр, маргаритки, пионы, флоксы и др.). Некоторые многолетники в определенных климатических условиях не могут зимовать, их подземные части (клубни, луковицы) осенью приходится выкапывать и хранить в различных прохладных хранилищах, например в подвалах. Из незимующих многолетников в садах представлены георгины, гладиолусы. Среди многолетних цветущих растений выделяют многолетники, размножаемые семенами, луковичные и клубнелуковичные, корневищные и клубневые виды растений.

Многолетники – самая молодая группа растений, используемых в цветоводстве. Хотя некоторые виды и известны давно, столетиями их

выращивали скорее для срезки, а не как составную часть садовой композиции (ромашки, пионы, лилии, хризантемы). Большинство теперь уже обычных, широко распространенных видов многолетников появилось в каталогах растений лишь в конце прошлого века. К тому же времени относится и начало использования многолетников в качестве самостоятельного элемента сада.

Заморские виды многолетников проникли в европейские ботанические сады в XVIII и XIX вв. Многие виды многолетников из ботанических садов распространились в цветоческие хозяйства. Их селекция развивалась там шаг за шагом, однако ее быстрый темп развития начался лишь в 30-х гг. прошлого столетия; тогда же начата селекционная работа с лилиями, появились сорта астры кустарниковой и хризантем. В садах многолетники начали раньше всего разводить в Англии, причем как дополнения к композиции или замену однолетников и роз, которые в сыром климате плохо цветут. Многолетники сажали, как розы и однолетники, на длинные грядки правильной формы. Аналогичный способ вскоре использовали во всех приморских странах с подобным климатом. Поэтому именно в странах с теплым и солнечным летом, пригодным для роз и однолетников, многолетники не получили широкого распространения, пока не был разработан подходящий способ их разведения.

Многолетники помещают или на места, удобные для обозрений, где можно любоваться отдельными растениями, например, вблизи зон отдыха, или на место, которое просматривается из окна комнаты или с террасы и дает возможность спокойно наслаждаться общей композицией. В отличие от однолетних растений процесс их выращивания не столь трудоемкий.

Среди многолетних декоративных растений особую группу представляют деревья и кустарники. К декоративным древесным растениям относят хвойные и лиственные породы. Лиственные породы составляют основной материал для озеленения любой территории. Благодаря различной окраске ствола, листьев, цветков и плодов, с их помощью можно создать живописные древесно-кустарниковые группы. За исключением лиственницы, все хвойные породы вечнозеленые. Круглый год они создают основные цветоческие пятна и фон для других растений. Они геометричны, в отличие от свободных форм лиственных пород.

Декоративные деревья отличаются друг от друга формой кроны, окраской, орнаментом листвы. На декоративность кроны деревьев и кустарников влияет величина и орнамент листьев. Этими свойствами растений пользуются для создания оптических иллюзий глубины ал-

лей, полян, когда на передний план выдвигают крупнолистные растения, а на задний – с нормальной листвой или мелколистные и узколистные формы. Умелое использование декоративных деревьев с окрашенными в разные тона листьями, форм, ярких при цветении или плодоношении, позволяет создавать в посадках эффектные цветовые контрасты.

Различная форма кроны деревьев является основным конструирующим элементом в дизайне. Так, декоративные деревья, имеющие пирамидальную форму, устремляют вверх крону с прижатыми к стволу ветвями и могут использоваться для создания аллей, высоких защитных зеленых стен, полос и т. д. Штамбовыми формами деревьев очень хорошо оформлять аллеи в парках, высаживать вдоль тротуаров, использовать в контрастных сочетаниях с пирамидальными деревьями. Кустовые шаровидные формы служат для угловых и центральных посадок в партерах и цветниках, в альпинариях и придомовых садах. Очень своеобразно выглядят плакучие и зонтичные древесные формы. Высокорослые формы декоративных деревьев используют в качестве одиночных экземпляров и небольшими рыхлыми группами на газоне широких полян или на фоне высоких деревьев. Высокие и низкие формы хороши для оформления берегов водоемов. Применяют низкорослые и зонтичные формы декоративных деревьев в небольших аллеях, скверах. Наибольшим разнообразием форм кроны отличаются экзотические древесные растения.

Очень декоративны цветущие кустарники с разнообразной окраской листвы – дерен, скумпия, бересклет, барбарис, спирея и др. Высаживаются и породы с красочными декоративными плодами. Они создают весьма впечатляющие осенние и зимние эффекты. Зимой у многих деревьев и кустарников с опадающими листьями становится видна окраска или фактура коры, форма шипов, характер ветвистости и многие другие броские детали.

Весьма интересную группу представляют собой вьющиеся породы. Помимо того, что некоторые из них имеют черты как вечнозеленых растений, так и растений с опадающей листвой, они могут выполнять в саду и ряд других функций, так как почти всегда вьются по какой-то опоре и обеспечивают тем самым непосредственную связь между растительностью и архитектурой того или иного садового строения. Поэтому и требования к ним значительно выше, чем к древесным группам, о которых уже шла речь. Например, компактно растущий девичий виноград уместен там, где нужно закрыть поверхность стены.

## 2.11. Интродукция и акклиматизация растений

Интродукция (от лат. *introductio* – введение) – преднамеренное или случайное переселение особей какого-либо вида животных и растений за пределы естественного ареала в новые для них места обитания и введение таким образом в экосистему чуждого ей вида.

Акклиматизация – процесс приспособления (адаптации) организма к новым условиям, возникающим из-за изменения условий окружающей среды.

Интродукция есть процесс подбора, переноса и освоения растений в новых условиях обитания, происходящий в онтогенезе растительного организма. Акклиматизация, напротив, затрагивает филогенетические изменения, она связана с формообразованием любых рангов, т. е. появлением изменений в ряду поколений.

Интродукция растений занимается изучением методов подбора и переноса полезных растений из одних условий существования в другие, познанием закономерностей изменчивости растительных организмов и разработкой методов освоения и использования их в народном хозяйстве.

Различают преднамеренную и случайную интродукцию. Преднамеренная интродукция носит целенаправленный характер деятельности по введению в культуру в данном естественно-историческом районе растений, ранее в нем не произраставших. Случайная интродукция происходит при непреднамеренном заносе семян, распространении новых растений транспортными средствами, человеком, животными и т. д.

Так, коллекционеры экзотических растений в Европу привезли североамериканский колючеплодник лопастный (*Echinocystis lobata*), с крестьянскими переселенцами он попал в Среднюю Азию, в Сибири пути проникновения этого вида связаны с развитием туризма, интенсивным развитием огородничества. Результатом интродукции является введение в культуру на европейском континенте картофеля, кукурузы, тыквы, бобов, томата, подсолнечника и др.

В результате интродукции обогащается культурная флора региона. Начало же ее совпадает с зарождением земледелия. Люди, перемещаясь с места на место, переносили с собой семена наиболее любимых растений, способствуя их расселению.

Интродукция растений в большинстве аспектов своей деятельности – явление региональное, и ее применение во многом определяется возможностями той местности, где вводятся растения в культуру.

Наиболее легко интродуцирование протекает при переносе видов в почвенно-климатические условия, близкие к условиям их традиционного возделывания (агроклиматические аналоги по Майру).

Различают также понятие *реинтродукции* – возврат исчезнувших видов, ранее обитавших в данной местности. Реинтродукцией занимаются межгосударственные и местные природоохранные организации в биосферных заповедниках, ботанических садах и др.

Работа в области интродукции в целом может быть разделена на два последовательных этапа: 1) подбор исходного материала; 2) освоение этого материала, т. е. перенос в новые природно-климатические условия.

Объектами интродукции являются все растительные организмы нашей планеты, которые представляют интерес для человека. Это могут быть пищевые, кормовые, технические, лекарственные растения. Среди видов-интродуцентов наибольшую группу составляют декоративные культуры, особенно цветочные.

Роль интродукции растений на современном этапе ее развития достаточно многосторонняя. Это и направление развития ботанической науки, своеобразный раздел экспериментальной ботаники, практические результаты которой помогают прояснить те или иные вопросы теоретической ботаники. Это и источник экспериментального материала для многих сельскохозяйственных наук, в первую очередь для селекции растений. Это и способ удовлетворения материальных и культурных потребностей человечества, поскольку все культивируемые растения, в том числе и декоративные, являются интродуцентами. Это и один из методов изучения растения вне естественных мест обитания (*ex situ*), которому в последнее время придается особое значение в программе сохранения разнообразия растений.

Одно из направлений в развитии сельского хозяйства – это введение в культуру новых растений, отобранных среди дикорастущих форм. Из примерно четверти миллиона существующих в настоящее время видов покрытосемянных экономическое значение имеют лишь несколько сотен видов, а число основных сельскохозяйственных культур не превышает нескольких десятков. Путем отбора из дикорастущих форм в ряде научных учреждений созданы сорта брусники, актинидии, жимолости, калины, черемухи, шиповника, кизила, степной вишни и других плодовых и ягодных растений.

### 3. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ В СЕЛЕКЦИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

#### 3.1. Селекция в растениеводстве

Современное сельскохозяйственное производство невозможно без внедрения новых районированных сортов и гибридов, без которых невозможно добиться получения необходимых урожаев для удовлетворения растущих нужд в продуктах питания. Президентом и правительством Республики Беларусь ставится задача о производстве 10 млн. т зерна, а этого результата невозможно достичь без создания высокоурожайных селекционных сортов и внедрения их в сельскохозяйственное производство с применением специально разработанных технологий возделывания.

Вся история селекции подразделяется на четыре этапа: примитивную, народную, промышленную и научную селекцию.

*Примитивная селекция* является первичным этапом, который начался несколько тысячелетий назад, когда первобытный человек стал обрабатывать землю и выращивать растения. Благодаря этому этапу селекции произошло окультуривание современных полезных растений, увеличилось их разнообразие, возникли центры происхождения культурных растений, в которых до сегодняшнего дня сосредоточено наибольшее разнообразие растительного генофонда, представляющего исключительную ценность для пополнения мировых и рабочих коллекций селекционных учреждений.

*Народная селекция* является более осознанным этапом. На протяжении всего периода народной селекции во многих странах отмечены успехи по выведению местных, стародавних сортов различных культур. Под действием естественного и искусственного отборов в определенных почвенно-климатических условиях такие сорта являлись более приспособленными к неблагоприятным условиям произрастания по зимостойкости, засухоустойчивости, к отдельным болезням и другим отрицательным факторам.

*Промышленная селекция* связана с развитием капитализма, возникновением рабочего класса, ростом городов, когда появилась острая необходимость увеличения производства продуктов питания для растущего населения и сырья для легкой и пищевой промышленности. В связи с этим роль сорта и значение селекции возросли в значительной степени. В странах Европы и Америки стали организовываться крупные селекционные учреждения и промышленные семенные фирмы.

*Этап научной селекции* в условиях бурного развития биологической науки и обоснования Ч. Дарвином теории эволюции органического мира, в основе которой лежат три основных фактора эволюции – изменчивость, наследственность и естественный отбор, под действием которых происходят изменения в растительном и животном мире, которые передаются последующим поколениям, вследствие чего выживают экземпляры, наилучшим образом приспособленные к условиям обитания. В последарвиновский период развитию селекции также способствовало переоткрытие законов наследования признаков, установленных Г. Менделем, и заложение новой науки о наследственности и изменчивости – генетики.

Руководство селекцией как наукой осуществляет *Национальная академия наук Беларуси*.

*Министерство сельского хозяйства и продовольствия* выделяет финансы и координирует проводимую работу.

Селекционная работа по созданию нового генофонда сортов и гибридов различных сельскохозяйственных культур ведется во многих *научно-исследовательских учреждениях*, которые составляют специальную отрасль сельскохозяйственного производства:

– РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (г. Жодино) координирует работу, проводимую в НИУ Беларуси по селекции зерновых, зернобобовых и крупяных культур, многолетних трав, льна, кормовой и сахарной свеклы, крестоцветных культур и кукурузы;

– селекция картофеля проводится в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (п. Самохваловичи, Минский район);

– селекция плодово-ягодных культур осуществляется в РУП «Институт плодоводства» (п. Самохваловичи, Минский район);

– селекция овощных культур проводится в РУП «Институт овощеводства» (п. Самохваловичи, Минский район);

– селекция льна проводится в РУП «Институт льна» (п. Устье, Оршанский район);

– селекция и семеноводство сахарной свеклы осуществляются в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» (г. Несвиж).

Селекционная работа проводится на *областных сельскохозяйственных опытных станциях (ОСХОС)*, которые располагаются: в Минской области – РУП «Минская ОСХОС» (п. Натальевск, Червеньский район); Брестской области – РУП «Брестская ОСХОС» (г. Пружаны); Гомельской области – РУП «Гомельская ОСХОС»

(аг. Довск, Рогачевский район); Могилевской области – РУП «Могилевская ОСХОС» (аг. Дашковка, Могилевский район); Витебской области – РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства» (аг. Тулово, Витебский район); Гродненской области – РУП «Гродненский зональный институт растениеводства» (г. Щучин).

В подчинении НИИ и опытных станций находится ряд *экспериментальных баз* – хозяйств, в которых проводится апробация созданных сортов сельскохозяйственных культур.

Исследованиями в области селекции растений занимаются также *высшие учебные заведения сельскохозяйственного и биологического профиля*: УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»; УО «Гродненский государственный аграрный университет» и др.

Основоположник теории естественного и искусственного отбора Чарльз Дарвин в своих трудах впервые обосновал процесс эволюции органического мира благодаря взаимодействию трех основных факторов, к которым относятся *изменчивость, наследственность и отбор*. В природе благодаря изменчивости появляются новые формы, с помощью наследственности эти изменения передаются следующим поколениям, под действием естественного отбора выживают и получают преимущества в дальнейшем распространении только те организмы, у которых возникают новые признаки, наибольшим образом соответствующие условиям окружающей среды, а менее приспособленные погибают (элиминируются).

Различают два основных вида естественного отбора: движущий и стабилизирующий. Движущий естественный отбор ведет к насыщению популяций новыми наследственными признаками и свойствами, обеспечивающими более высокую жизненность вида в определенных экологических условиях. При действии стабилизирующего отбора элиминируются неблагоприятные мутации, популяция при этом становится более однородной.

В селекционном процессе, управляемом волей человека, кроме основных факторов эволюции дополнительно используются различные способы искусственного отбора. В зависимости от особенностей биологии цветения, опыления и способов размножения применяется массовый (однократный и многократный), индивидуальный (однократный и непрерывный), индивидуально-семейный, семейно-групповой, метод половинок (или резервов), периодический (рекуррентный) и клоновый отборы.

Используемые в селекции *методы* условно подразделяются на три группы (рис. 3.1).

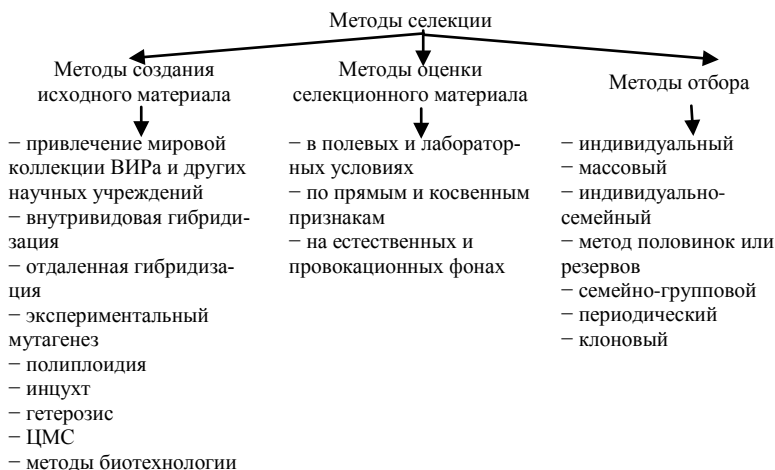


Рис. 3.1. Методы селекции

К первой группе относятся методы создания исходного материала (привлечение мировой коллекции ВИРа и других научных учреждений, внутривидовая гибридизация, отдаленные скрещивания, экспериментальный мутагенез, полиплоидия, инцухт, гетерозис, ЦМС, методы биотехнологии). Во вторую группу объединяются методы оценки селекционного материала в полевых и лабораторных условиях, по прямым и косвенным признакам, на естественных и провокационных фонах. К третьей завершающей группе относятся различные методы отбора (индивидуальный и массовый, индивидуально-семейный и семейно-групповой, периодический и клонный, метод половинок, или резервов).

Сущность *массового отбора* заключается в том, что при создании новых селекционных образцов и другого исходного материала в селекции или поддержании качества районированных сортов в семеноводстве осуществляется выбор многих лучших, характерных для создаваемого или размножаемого сорта растений, обладающих комплексом необходимых желаемых признаков, с последующим их совместным обмолотом и объединением семян в одну партию (рис. 3.2).

При массовом отборе учитываются все фенотипические признаки, которыми должны характеризоваться отбираемые экземпляры, но в связи с их объединением после обмолота утрачивается возможность проследить качество потомства каждого из отобранных растений. В этом заключается основной недостаток этого метода, так как он не позволяет осуществить оценку отобранных экземпляров по генотипу.

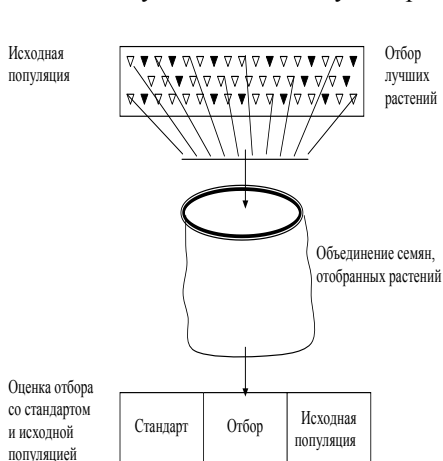


Рис. 3.2. Схема однократного массового отбора

Главное преимущество массового отбора состоит в его простоте и доступности выполнения при наименьших затратах труда и средств. Он широко используется при работе с гетерозиготными и местными популяциями самоопыляющихся и особенно перекрестноопыляющихся культур, в пределах которых можно найти однотипные, более ценные растения для формирования новой популяции, отличающейся от исходной комплексом нужных признаков и свойств.

При массовом отборе в большинстве случаев осуществляется так называемый *позитивный отбор*, при котором отбираются для совместного обмолота и размножения растения только с определенными положительными признаками и свойствами, а остальные убираются на хозяйственные нужды. Положительные результаты селекции, а особенно в семеноводстве, дает *негативный массовый отбор*, при котором из посева удаляются все нежелательные, имеющие отклонения от заданного фенотипа и пораженные болезнями растения.

Массовый отбор имеет наибольшую историю своего применения. С его помощью были получены все сорта народной селекции и такие первые селекционные сорта, как озимая рожь Вятка, гречиха Богатырь, картофель Скороспелка 1, люпин Белорусский кормовой, Белорусский 6, Боровлянский и все местные сорта других культур.

Основная сущность метода *индивидуального отбора* заключается в том, что качество отобранных растений определяется путем индиви-

дуальной, т. е. раздельной оценки их потомств. При индивидуальном отборе в отличие от массового отбора семена отобранных растений после раздельного обмолота не смешиваются, а помещаются в отдельные пакеты и затем высеваются отдельно по семьям на отдельных делянках для оценки их по качеству потомств. Благодаря этому осуществляется отбор не только по фенотипу, но и генотипу. Методом *однократного индивидуального отбора* создано большинство сортов самоопыляющихся культур (рис. 3.3).

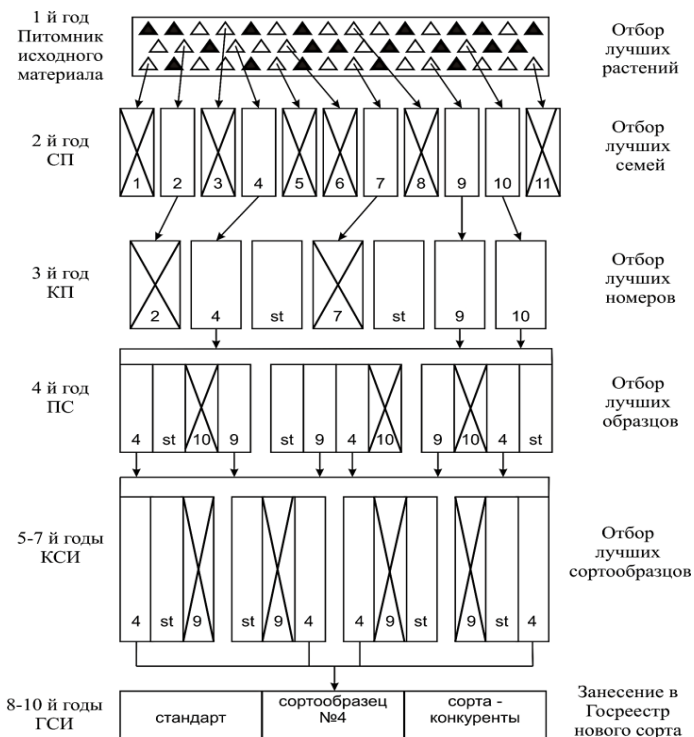


Рис. 3.3. Схема индивидуального однократного отбора

При работе с перекрестноопыляющимися культурами (рожь, гречиха, кукуруза) индивидуальный отбор применяется в виде особой модификации под названием *метода резервов (половинок)* (рис. 3.4).

Его разработка и применение связаны с необходимостью сохранения в резерве второй половины селектируемого или семенного материала в чистоте без применения изоляции.

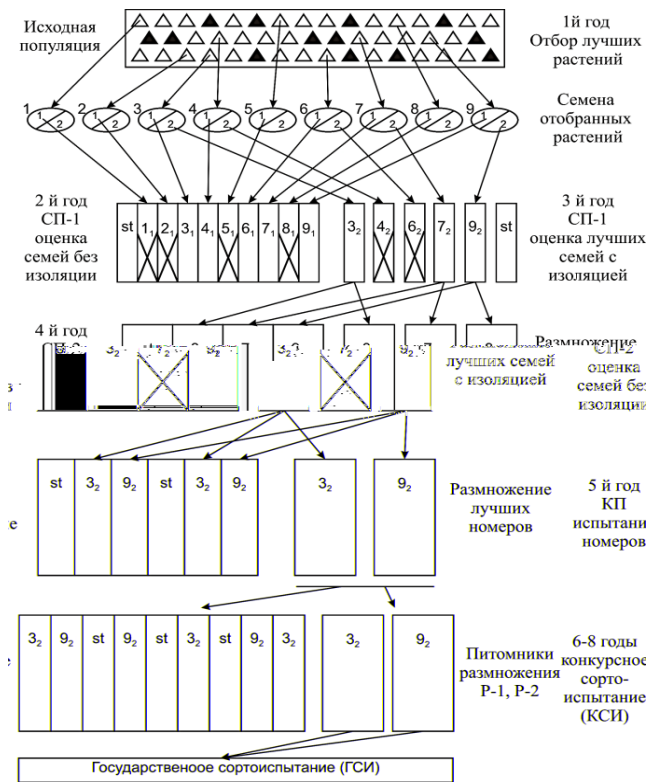


Рис. 3.4. Схема многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся растений с использованием метода половинок

Сущность этого метода заключается в том, что отобранные элитные растения обмолачиваются отдельно, но высеваются в селекционном питомнике испытания потомств первого года не все семена, а только их половина, вторая половина сохраняется в резерве до следующего года. Высейные семьи в первый год не изолируют друг от друга, так как основная цель заключается в том, чтобы провести всестороннюю оценку потомства отобранных растений, а полученные

семена подлежат выбраковке, так как они образовались в результате переопыления. На следующий год высевается вторая половина семян из резерва лучших семей, хранящихся под тем же номером, под которым высевалась в предыдущем году первая половина семян изученных семей. Количество таких положительно оцененных семей уменьшается в несколько раз по сравнению с отобранным их числом, поэтому между ними можно осуществить пространственную или другие виды изоляции и обеспечить их дальнейшую чистоту при выращивании. Дополнительно на втором году испытания до цветения прибегают к выбраковке худших семей. Проблему объема изоляции можно уменьшить за счет объединения однотипных семей в одну группу.

Выведение новых сортов из местного материала, коллекционных образцов ВИРа, районированных и других сортов является результатом *аналитической селекции*.

С помощью аналитической селекции были созданы: лен-долгунец как прядильная культура; сахарная свекла как сахароносная культура; подсолнечник из цветочного растения был превращен в высоко-масличную культуру; люпин из сидерального растения – в высоко-белковую кормовую культуру; дикорастущие многолетние бобовые и злаковые травы были включены в число интенсивных кормовых культур для получения высокоценных грубых травянистых кормов и организации пастбищного хозяйства для скота.

В настоящее время особенно актуальным является *внутри-сортовой отбор*, который можно считать высшим этапом аналитической селекции. Классическим примером эффективного применения внутрисортного отбора является создание сортов озимой пшеницы Безостая 1 из Безостой 4, Мироновской 808 из ярового сорта Артемовка на фоне подзимнего посева.

На создание нового, ранее не существующего селекционного материала направлена *синтетическая селекция*.

Основными методами синтетической селекции являются:

- внутривидовая гибридизация;
- отдаленная гибридизация;
- химический и физический мутагенез;
- полиплоидия;
- гаплоидизация и дигаплоидизация;
- использование инцухта и гетерозиса;
- использование цитоплазматической мужской стерильности;

– биотехнологические методы и приемы генной инженерии (эмбриокультура, соматическая гибридизация, культура пыльников).

**Гибридизация** – процесс создания новых форм путем рекомбинации признаков и свойств в результате скрещивания.

Гибриды совмещают свойства и признаки двух, а при сложных скрещиваниях – нескольких родителей.

Если скрещивания осуществляются между сортами, разновидностями или формами одного вида, то образуются *внутривидовые гибриды*. Гибриды, которые создаются человеком при скрещивании, называются *искусственными*. Скрещивания, возникающие независимо от человека, непосредственно в природе, называются *естественной гибридизацией*. В результате образуются *спонтанные гибриды*.

*Отдаленной гибридизацией* называются скрещивания, когда подобранные пары принадлежат различным видам или родам, т. е. являются отдаленными не в географическом, а в родственном отношении. В соответствии с этим различают межвидовые (пшеница мягкая × пшеница твердая) и межродовые (пшеница × рожь) скрещивания. Отдаленной гибридизации принадлежит особая роль в эволюции и селекции.

В результате перекомбинации генов при отдаленной гибридизации появляются формы с такими признаками и свойствами, получение которых невозможно при внутривидовой гибридизации.

Отдаленные гибриды обычно обладают повышенной мощностью развития, гигантским ростом, крупностью плодов и семян, зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням.

Например, наибольший интерес для скрещивания с пшеницей представляет пырей сизый, который обладает высокой зимостойкостью (хорошо зимует при температуре –40...–45 °С и полном отсутствии снега), высокой устойчивостью к грибным болезням, высоким содержанием белка в зерне (20–22 %), большой продуктивной кустистостью и многоцветковостью (до 13 цветков в колоске), хорошей озерненностью колосьев (до 5000 зерен на одно растение) и другими признаками.

Внутривидовые скрещивания у культурного картофеля успешно используют для выведения урожайных, раннеспелых и устойчивых к обычной расе картофельного рака сортов. Но для создания устойчивых к фитофторе, агрессивным расам рака, вирусным заболеваниям и вредителям – картофельной нематоде и колорадскому жуку – необходимо вовлечение в скрещивания диких видов рода *Solanum*, таких как *S. demissum*, *S. andigenum*, *S. acaule*.

Для повышения содержания белка у пшеницы мягкой ее скрещивают с пшеницей твердой.

Пшеница Тимофеева обладает комплексным иммунитетом почти ко всем заболеваниям пшеницы и не поражается шведской мухой. Поэтому ее используют в гибридизации с *T. aestivum* и *T. durum*.

Мутационные изменения постоянно происходят в природе и служат одной из основных предпосылок эволюции органического мира, так как они связаны с наследственной основой организмов и передаются следующим поколениям.

В результате мутагенеза возникают генные, хромосомные и геномные мутации, связанные с потерей, удвоением, вставками, изменением порядка чередования нуклеотидов в молекулах ДНК; транслокацией, инверсией, дубликацией, нехватками отдельных участков хромосом; изменением количества хромосом в виде гаплоидии, анеуплоидии и полиплоидии.

С помощью физического и химического мутагенеза за несколько последних десятилетий создано более 200 сортов различных сельскохозяйственных культур, например: сорта ячменя Факел, Минский и Березинский; оливковый мутант подсолнечника Первенец; сорт белого люпина Сож.

В результате кратного увеличения числа хромосом возникают *полиплоидные организмы*. Явление полиплоидии имеет важное исключительное эволюционное значение в растительном мире. Полиплоидные виды растений широко распространены в природе. Роды пшеницы, ячменя, овса имеют, например, естественные полиплоидные ряды, состоящие из 14, 28 и 42 хромосомных видов. У картофеля полиплоидный ряд начинается видами, гаплоидный набор хромосом у которых равен 12, далее идут диплоиды, триплоиды, тетраплоиды, пентаплоиды, гексаплоиды, октаплоиды с числом хромосом соответственно 24, 36, 48, 60, 72 и 96.

Возникающие в природе и получаемые искусственным путем полиплоиды могут быть автополиплоидами и аллополиплоидами (амфидиплоидами). В первом случае происходит кратное увеличение числа хромосом одного вида, а во втором – полиплоидии предшествует отдаленная гибридизация, в результате чего возникающий амфидиплоид объединяет полные хромосомные наборы различных видов.

При скрещивании двух культурных видов у отдаленных гибридов  $F_1$  имеет место промежуточный тип наследования. При скрещивании культурных видов с дикими, как правило,

доминируют признаки диких, так как дикий вид прошел длительный период эволюции с накоплением большого количества доминантных генов.

При скрещивании различных видов пшеницы с рожью через полиплоидизацию созданы плодовые ржано-пшеничные аллополиплоиды (амфидиплоиды) – *тритикале* (*Triticale*). В результате гибридизации топинамбура с подсолнечником создан *тописолнечник*, обладающий признаками обоих родителей с проявлением высокой степени гетерозиса по урожайности клубней и зеленой массы.

*Сорго-судановые гибриды* получены от гибридизации сорго и суданской травы. Они отличаются более высокой урожайностью по сравнению с исходными родителями, содержат повышенное количество сахаров и белков.

Путем скрещивания сурепицы с листовой капустой искусственно синтезирован *рапс*, отличающийся высокой урожайностью, повышенным содержанием масла и лучшей зимостойкостью.

В результате гибридизации между пшеницей и ячменем получен новый вид зернового растения под названием  *пшеяч* (*Tritordeum*).

Первым районированным искусственным полиплоидом был сорт кок-сагыза «ТН». В Беларуси широко возделывают тетраплоидные сорта озимой ржи – Пуховчанка, Верасень, Спадчына, Завя-2, Белая вежа, Дубинская, Полновесная, Пламя, Пралеска, Зазерская 3; клевера лугового – Янтарный, Устойливы, ГПТТ ранний; клевера ползучего – Духмяны, Матвей, Чародей; гречихи – Свитязянка, Илия, Лена, Александрина, Марта, Анастасия, Танюша; кормовой и сахарной свеклы, полученные белорусскими селекционерами с помощью мутагенеза и полиплоидии.

Селекционная работа ведется по следующим направлениям: на урожайность, зимостойкость и холодоустойчивость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, длину вегетационного периода, технологичность возделывания и уборки, повышение качества продукции.

**Селекция на урожайность** является самым главным направлением, так как продуктивность растений зависит не только от генотипа, но и от воздействия окружающей среды.

Оценка селекционного материала по урожайности – трудоемкий процесс, который проводится на заключительных этапах создания исходного материала, а до этого отбор и оценки проводятся по индивидуальной продуктивности.

**Селекция на зимостойкость и холодоустойчивость** в условиях Восточной Европы, Западной Сибири и Дальнего Востока имеет исключительно важное значение при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

При селекции озимых культур показатель зимостойкости является первостепенным.

Сложность селекционной работы заключается в следующем:

- зимостойкость складывается из морозостойкости растений, их устойчивости к выпреванию, вымоканию, выпиранию, ледяной корке;
- зимостойкость контролируется полимерными генами, а также связана с цитоплазмой.

В результате селекции пшеницы в Беларуси созданы высокозимостойкие сорта Капылянка, Каравай, Былина, Легенда.

Повышения зимостойкости пшеницы можно добиться за счет отдаленной гибридизации ее с пыреем, тритикале, рожью.

Селекция на холодоустойчивость ведется для яровых культур, сорта которых в более северных районах (с укороченным периодом биологически активных температур) должны обладать скороспелостью и выносливостью к пониженным температурам и даже заморозкам в ранневесенний период, дружностью созревания.

**Селекция на засухоустойчивость** важна для сортов засушливых степных зон и для районов с умеренным климатом, где очень часто наблюдаются летние засухи.

По причине засухи резко снижается продуктивная кустистость, фотосинтетическая поверхность растений, сокращаются этапы органогенеза, снижаются показатели всех элементов продуктивности, падает урожайность. В связи с этим при оценке исходного материала и селекционных образцов необходимо обращать пристальное внимание на прямые и косвенные признаки, связанные со способностью растений к максимальному водопотреблению:

- на хорошо развитую корневую систему;
- экономное расходование влаги;
- низкий коэффициент транспирации;
- интенсивное накопление сухих веществ и формирование полноценных репродуктивных органов.

В селекции на засухоустойчивость важное значение имеет характер прохождения этапов органогенеза:

- растения с более коротким ювенильным периодом развития способны сформировать достаточную урожайность до наступления летних засух;

– сорта, длительное время находящиеся в фазе кущения, розетки, медленно развиваются и не требуют большого расхода воды на первых этапах своего развития. С появлением летних дождей они начинают быстро двигаться в рост и формируют нормально развитые вегетативные и генеративные органы.

**Селекция на устойчивость к болезням и вредителям** – наиболее эффективный метод снижения потерь, наносимых различными грибными, вирусными и бактериальными патогенами, листогрызущими, сосущими и минирующими насекомыми.

Создавать болезнеустойчивые сорта очень трудно по следующим причинам:

- из-за полимерного действия генов, определяющих устойчивость;
- огромного полиморфизма видов и рас ржавчины, фузариоза, антракноза, гельминтоспориоза и других болезней;
- большого разнообразия сменяющихся поколений видоспецифических вредителей.

Устойчивость к вредителям и различным расам болезней наследуется полигенно, а также связана с цитоплазмой. В связи с этим в скрещиваниях целесообразно использовать источники устойчивости в качестве материнского компонента.

Для создания сорта с устойчивостью к нескольким патогенам привлекается несколько источников устойчивости, которые поэтапно вовлекаются в ступенчатую гибридизацию и многочисленные отборы на естественных и провокационных фонах.

Для оценки устойчивости к болезням и вредителям определяются:

- степень поражения;
- балл поражения по шкале;
- вредоносность болезни;
- потери урожая.

В итоге отбираются устойчивые формы.

**Селекция на длину вегетационного периода** для условий Беларуси является важным направлением. Особенно это относится к культурам, имеющим неограниченное ветвление (люпин, соя, вика, кормовые бобы, гречиха, кукуруза), растянутый период цветения и формирования генеративных органов.

Селекция ячменя, льна-долгунца, картофеля, клевера лугового, кукурузы ведется на создание сортов и гибридов различных групп спелости, что позволяет организовать уборочные конвейеры, в значительной степени снизить потери при уборке и повысить качество семян и другой получаемой продукции.

Основным методом оценки скороспелости является определение продолжительности фенологических фаз: отмечают начало фазы и полную фазу.

**Селекция на технологичность возделывания и уборки** сельскохозяйственных культур позволяет создавать сорта, которые требуют минимального количества затрат ручного труда или исключают его полностью.

Сорта, пригодные к механизированному возделыванию, должны иметь выравненные семена определенной формы и размеров для осуществления пунктирного и точного высева с размещением их на необходимое расстояние и глубину заделки, для получения дружных и равномерных всходов.

Во время вегетации *зерновые культуры* должны обладать устойчивостью к полеганию, осыпанию, прорастанию на корню, дружностью созревания и хорошей вымолачиваемостью зерна.

У *зернобобовых и крестоцветных культур* большое значение имеет высота расположения нижних бобов и стручков, равномерность созревания, нерастрескиваемость бобов и стручков, неосыпаемость семян.

Сорта *картофеля* должны иметь посадочные клубни определенных размеров и формы с прочной и эластичной кожурой. Расположение клубней в кусте должно быть компактным, что повышает производительность комбайнов, снижает потери и травмированность клубней.

**Селекция на повышение качества продукции** должна рассматриваться по каждой культуре отдельно в зависимости от ее назначения.

Зерно ценных сортов пшеницы должно обладать высокими хлебопекарными качествами, которые зависят от содержания белка, клейковины, упругости теста и силы муки. Но эти качества могут снижаться в дождливые холодные годы, если созревание зерна происходит при пониженных температурах и частых дождях.

*Зерновые культуры*, выращиваемые на корм скоту, должны иметь более высокое содержание белка и аминокислот. Ячмень, например, для кормовых и пищевых целей должен содержать более 12 % белка, а для пивоваренных целей, наоборот, этого вещества должно содержаться от 9 до 12 %.

Для улучшения крупяных качеств и снижения затрат на их производство создаются голозерные сорта ячменя, овса и проса.

Дегустационная оценка вкусовых качеств *картофеля* осуществляется по разваримости, вкусу, запаху, цвету, потемнению мякоти при варке. Содержание сухих веществ, белка, крахмала влияет на качество изготавливаемых полуфабрикатов из картофеля.

Ведется селекция на снижение алкалоидов у люпина, эруковой кислоты в масле и глюкозиналатов в белке у рапса, ингибирующих веществ у сои, гороха, бобов и фасоли.

При селекции *льна-долгунца* главными показателями качества являются: содержание волокна в стеблях, выход волокна, его длина, тонины, эластичность и др.

### **3.2. Биотехнология в растениеводстве**

Биотехнология – это наука о методах получения полезных для человека веществ и продуктов в управляемых условиях, используя микроорганизмы, клетки животных и растений или изолированные из клеток биологические структуры.

В современном представлении биотехнология – это промышленное использование биологических процессов и агентов на основе получения высокоэффективных форм микроорганизмов, культур клеток и тканей растений и животных с заданными свойствами.

С древних времен известны отдельные биотехнологические процессы, используемые в различных сферах практической деятельности человека. К ним относятся хлебопечение, виноделие, приготовление кисломолочных продуктов и т. д. Однако биологическая сущность этих процессов была выяснена лишь в XIX в. благодаря работам Луи Пастера (открыл механизмы брожения – спиртовое брожение происходит только в присутствии дрожжей, причем живых). Новая биотехнология началась после открытия в 1953 г. Дж. Уотсоном и Ф. Криком строения генетического материала – ДНК (установлена модель двойной спирали молекулы ДНК, расшифрован механизм действия генетического аппарата). Выяснение роли нуклеиновых кислот в передаче наследственной информации, расшифровка генетического кода, раскрытие механизма индукции и репрессии генов, совершенствование технологии культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений и животных позволили разработать методы биотехнологии, с помощью которых можно искусственно создавать новые формы высокопродуктивных организмов.

Все эти достижения поставили биотехнологию на новый качественный уровень, отличающийся возможностью сознательно управлять клеточными процессами.

Биотехнологический процесс включает ряд этапов: подготовку объекта, его культивирование, выделение, очистку, модификацию и использование.

*Сельскохозяйственная биотехнология* призвана обслуживать отрасли сельского хозяйства. Она разрабатывает методы и методологии создания и использования генетически модифицированных биологических объектов для интенсификации сельскохозяйственного производства, получения новых видов продуктов различного назначения, охраны окружающей среды и др.

Использование биотехнологии является возможным благодаря способности растительных клеток формировать целое растение из единичной клетки в результате *регенерации*. В селекции биотехнологические методы применяются для преодоления нескрещиваемости при отдаленной гибридизации видов и родов растений.

*Соматическая гибридизация* осуществляется путем слияния оголенных (безоболочковых) клеток, получаемых из лизофильных клеток листа или каллусных тканей.

Преимуществами соматической гибридизации являются:

- возможность скрещивания филогенетически отдаленных видов;
- получение асимметричных гибридов, несущих весь генный набор одного из родителей наряду с несколькими хромосомами и цитоплазмой другого;
- возможности слияния трех и более клеток различных родителей.

С помощью соматической гибридизации получены гибриды между табаком и картофелем, дикими и культурными видами картофеля, морковью и петрушкой, томатом и картофелем.

С помощью метода соматической гибридизации *S. tuberosum* с *S. bulbocostanum* преодолена нескрещиваемость отдаленных видов картофеля с различным уровнем ploидности для последующего использования *S. bulbocostanum* в качестве источника высокой устойчивости к фитофторозу.

В результате слияния протопластов кочанной капусты и редьки осуществлен перенос цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) в капусту.

*Культура пыльников* используется для получения гаплоидных растений с одинарным набором хромосом из микроспор в изолирован-

ной культуре. После удвоения числа хромосом получают гомозиготные по всем парам генов фертильные растения.

Гаплоиды можно получить и с помощью *гаплопродюсеров*, при скрещивании с которыми на определенном этапе после оплодотворения элиминируются хромосомы одного вида и остается гаплоидное число хромосом другого вида. В качестве гаплопродюсера для получения гаплоидов ячменя и пшеницы используется дикий вид ячменя *Hordeum bulbosum*.

Применение гаплоидов в селекции позволяет быстрее получить константные нерасщепляющиеся формы после гибридизации и сократить селекционный процесс на 3–4 года.

*Соматональная изменчивость* в виде различных типов мутаций возникает в процессе культивирования растительных клеток на искусственных средах при переходе клеток каллуса, суспензии или протопластов в недифференцированное состояние.

Для проведения направленной селекции на клеточном уровне создается селективный фон, позволяющий отобрать клетки с нужными качествами и вырастить из них целые растения.

Методом клеточной селекции получены линии кукурузы, устойчивые к гельминтоспориозу, сеянцы картофеля – к фитофторозу, табака – к засолению.

В семеноводстве биотехнологические методы применяют для оздоровления сортов от вирусов, которые не проникают в точку роста, а также для размножения семенного и посадочного материала.

Широко применяют биотехнологические методы для создания микробиологических средств защиты растений от болезней и вредителей, бактериальных удобрений и регуляторов роста растений, кормовых добавок и биологически активных веществ (кормового белка, аминокислот, ферментов, витаминов, гормонов, медицинских ферментов, ветеринарных препаратов и др.) для повышения продуктивности животноводства; для эффективной профилактики, диагностики и терапии основных болезней сельскохозяйственных животных; ускоренного размножения животных в результате пересадки эмбрионов; создания трансгенных животных.

Перспективно использование биотехнологии в энергетике и защите окружающей среды от загрязнения и для производства биогаза как способа утилизации органических отходов. Энергетический кризис побуждает искать новые источники энергии. Задача биотехнологов заключается в повышении эффективности получения энергии из

биомассы на этапе ее накопления в процессе фотосинтеза и в процессе последующего получения из биомассы топлива в результате работы микроорганизмов, например, получение биогаза.

Биотехнологическое получение метана из разнообразных органических отходов в настоящее время вполне реально. Уже сейчас во многих странах работают биогазовые установки.

Биотехнология призвана внести весомый вклад в решение проблемы защиты природной среды от токсических примесей. Биотехнологической переработке могут быть подвергнуты отходы различных отраслей промышленности. Например, для выращивания различных микроорганизмов вместо дорогостоящей глюкозы могут быть использованы отходы текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности.

Использование микроорганизмов как биологических агентов для получения биомассы, органических кислот, спиртов, аминокислот, ферментов, гормонов и других соединений, трансформации органических веществ (получение биогаза, очистка сточных вод и др.) является важной составной частью биотехнологии.

Для очистки сточных вод широко используются биофильтры – сооружения, заполненные крупнозернистым наполнителем, на поверхности которого развиваются микроорганизмы. В сельском хозяйстве при компостировании навоза применяется аэробное разложение твердых отходов. Широко используется биодegradация – процесс разрушения отходов (ксенобиотиков) с помощью микроорганизмов.

Вещи из полиэтилена, полипропилена и других пластмасс окружают нас повсюду. Особенно много пластиковой упаковки, которую после использования чаще всего просто выбрасывают. И здесь ее свойство – устойчивость к разложению влагой, светом, холодом и теплом, почвенными микроорганизмами – играет отрицательную роль. Земной шар буквально переполнен использованной пластмассовой упаковкой. Взамен предлагается упаковка на основе полигидроксibuтирата, или полилактата, или специальным образом обработанного крахмала в смеси с целлюлозой. Биотехнология может помочь в создании таких материалов, хотя они и будут дороже. Выброшенные пакеты или флаконы из таких материалов при взаимодействии с почвенными микроорганизмами будут превращаться в воду, диоксид углерода и биомассу этих самых микроорганизмов, предохраняя планету от отходов.

**Клеточная инженерия** – в ее основе лежат различные манипуляции с клетками и тканями в культуре *in vitro* (*in vitro* – «в

стекле» – выращивание клеток и тканей изолированно от организма на искусственной питательной среде в контролируемых условиях; *in vivo* – в естественных условиях). Это сочетание методов соматической гибридизации (слияние двух неполовых – соматических – клеток); гаплоидии; клеточной селекции и микроклонального размножения (размножение растений в культуре *in vitro*).

**Генетическая инженерия** представляет собой систему экспериментальных приемов, позволяющих конструировать лабораторным путем искусственные генетические структуры в виде так называемых *рекомбинантных (гибридных) ДНК*. При этом отдельные гены одного генотипа встраиваются и функционируют в геноме другого.

Перенос чужеродных генов осуществляется с помощью векторальных систем и методами прямого переноса генов в растение. Вектором называется молекула ДНК (РНК), состоящая из векторальной части (носителя) и клонируемого в нем чужеродного гена. Методы прямого переноса генов основаны на применении протопластов, что облегчает проникновение ДНК в растительную клетку.

Методом генетической инженерии получено трансгенное растение *санбин*, представляющее собой подсолнечник, в геноме которого работают гены запасного белка бобов – фезеолина.

В Институте картофелеводства НАН Беларуси выделены образцы *трансгенного картофеля* сорта Темп с модифицированным геном бациллярного токсина, характеризующиеся тенденцией ингибирующего воздействия на плодовитость колорадского жука и увеличения смертности личинок 3-й и 4-й возрастных стадий.

Высшим достижением новейшей биотехнологии является генетическая трансформация, перенос чужеродных (природных или искусственно созданных) донорских генов в клетки-реципиенты растений, животных и микроорганизмов, получение трансгенных организмов с новыми или усиленными прежними свойствами и признаками. По своим целям и возможностям это направление является стратегическим. Оно позволяет решать принципиально новые задачи по созданию растений, животных и микроорганизмов с повышенной устойчивостью к стрессовым факторам среды, высокой продуктивностью и качеством продукции, по оздоровлению экологической обстановки в природе и всех отраслях производства. В настоящее время во многих лабораториях мира с помощью методов генетической инженерии созданы принципиально новые трансгенные растения,

животные и микроорганизмы, используемые в научных и производственных, коммерческих целях.

Научно обоснованный прогноз свидетельствует о том, что уже в первой четверти XXI в. биотехнологическая продукция составит не менее 20 % всего объема товаров, поступающих на мировой рынок.

### **3.3. Генно-модифицированные организмы и их практическое использование в сельском хозяйстве**

ГМО – наверное, это слово из трех букв не видел и не слышал только «ленивый». Остальные же более-менее представляют, какие слова скрываются за этой аббревиатурой. Отношение у человечества к генетически модифицированным организмам неоднозначное. Противники ГМО говорят, что они создаются для увеличения прибыли компаний. Защитники утверждают, что ГМО помогут нам производить больше продовольствия на меньших площадях.

Существует два подхода для получения новой сельскохозяйственной продукции – традиционное разведение (селекция) и получение новых сортов (пород) с помощью генной инженерии. В первом случае различные сорта растений или породы животных просто скрещивают, для того чтобы получить и отобрать организм с нужными свойствами. Человечество занимается этим уже тысячи лет. Во втором случае тем же целям служит иная стратегия: «оригинал» намеренно изменяют с помощью генно-инженерных методов, в результате чего получают трансгенный организм.

Второй путь получения продуктов питания вызывает опасения у населения. Использовать ГМ-продукты начали в конце 90-х гг. прошлого века. В настоящее время ученые открыто признают: на данный момент довольно трудно выявить тонкие или отсроченные последствия влияния ГМ-организмов на здоровье человека и окружающую среду. Однако разницы в рисках для здоровья человека между коммерчески доступными ГМ-культурами и теми растениями, которые разводятся традиционным способом, обнаружено не было. Опыты на животных и изучение химического состава трансгенных продуктов не выявили различий между ГМО и их немодифицированными собратьями.

В сфере безопасности пищевых продуктов существует такое понятие, как *принцип эквивалентности*. Оно предполагает, что надежность нового продукта питания, особенно генетически модифицированного, можно оценить путем его сравнения с аналогичной

традиционной пищей, которая считается однозначно безопасной. Все полученные по ГМО данные сравнивают с такими же показателями у немодифицированных культур. Если разница находится в пределах нормы, то продукция безопасна. Такая оценка существующих генетически модифицированных культур показала, что по всем характеристикам они эквивалентны «натуральным» сородичам, а значит, их следует считать безопасными.

Ученые полагают, что ГМ-растения могут быть даже безопаснее и полезнее обычных. Уже есть некоторые данные о том, что трансгенные растения, устойчивые к вредоносным насекомым, уменьшают вероятность отравления человека инсектицидами. Кроме того, в разработке находится ряд ГМ-культур, предназначенных для непосредственного улучшения здоровья. В первую очередь это рис с повышенным содержанием бета-каротина. У жителей развивающихся стран он должен предотвращать последствия дефицита витамина А – слепоту, а в тяжелых случаях – и смертельный исход.

Также хочется отметить, что до последнего времени ни одна из широко распространенных ГМ-культур не предназначалась для непосредственного повышения урожайности. Например, группе исследователей из Великобритании удалось уже получить генетически модифицированную пшеницу с повышенной эффективностью фотосинтеза. В результате такой модификации растения, выращиваемые в теплицах, увеличивают урожайность на 15–20 %.

Можно использовать ГМО и для менее высоких, но тоже полезных целей. Все мы знаем о вкусе томатов из супермаркета, вернее, о его отсутствии. Недавние исследования показали, что в ходе традиционной селекции помидоры утратили гены, отвечающие за их вкус. Вернуть утерянное можно, но как раз таки с помощью методов геной инженерии.

Генетически модифицированный организм (ГМО) – это организм, генотип которого был искусственно изменен с помощью методов геной инженерии.

Это определение может применяться для растений, животных и микроорганизмов.

ВОЗ дает более узкое определение: «Генетически модифицированные организмы – это организмы (т. е. растения, животные или микроорганизмы), чей генетический материал (ДНК) был изменен, причем такие изменения были бы невозможны в природе в результате размножения или естественной рекомбинации».

Генетическая модификация отличается целенаправленным изменением генотипа организма в отличие от случайного, характерного для естественного и искусственного мутационного процесса.

Основным видом генетической модификации в настоящее время является использование трансгенов для создания трансгенных организмов.

В сельском хозяйстве и пищевой промышленности под генетически модифицированными организмами подразумеваются только организмы, модифицированные внесением в их геном одного или нескольких трансгенов.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (FAO) рассматривает использование методов генетической инженерии для создания трансгенных сортов растений либо других организмов как неотъемлемую часть сельскохозяйственной биотехнологии.

Использование как отдельных генов различных видов, так и их комбинаций в создании новых трансгенных сортов и линий является частью стратегии FAO по сохранению и использованию генетических ресурсов в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Основные этапы создания ГМО:

1. Получение изолированного гена.
2. Введение гена в вектор для переноса в организм.
3. Перенос вектора с геном в модифицируемый организм.
4. Преобразование клеток организма.
5. Отбор генетически модифицированных организмов и устранение тех, которые не были успешно модифицированы.

Методы осуществления каждого из этих этапов составляют в совокупности методы генетической инженерии (англ. *genetic engineering techniques*).

В настоящее время генетически модифицированные организмы широко используются в фундаментальных и прикладных научных исследованиях.

*1. В медицине и фармацевтической промышленности.*

Генетически модифицированные организмы используются в прикладной медицине с 1982 г. В настоящее время зарегистрирован в качестве лекарства генно-инженерный человеческий инсулин, получаемый с помощью генетически модифицированных бактерий.

Генетическая модификация в данном случае заключается в том, что в клетку бактерии интродуцируется ген белка человека (например, ген инсулина, ген интерферона, ген бета-фоллитропина). Эта технология позволяет выделять белки не из донорской крови, а из ГМО, что

снижает риск инфицирования препаратов и повышает чистоту выделенных белков.

Ведутся работы по созданию генетически модифицированных растений, продуцирующих компоненты вакцин и лекарств против опасных инфекций (чумы, ВИЧ).

Успешно прошло испытания и одобрено к использованию лекарство против тромбозов на основе белка из молока трансгенных коз.

## *2. В сельском хозяйстве.*

Генная инженерия используется для создания новых сортов растений, устойчивых к неблагоприятным условиям среды и вредителям, обладающих лучшими ростовыми и вкусовыми качествами.

Большинство выращиваемых в сельском хозяйстве трансгенных сортов растений содержали либо ген устойчивости к гербицидам (73 %), либо ген устойчивости к вредителям (18 %) и лишь немногие (9 %) – другие гены.

Сейчас создаются генетически модифицированные растения, которые будут устойчивы не только к биотическим факторам (фитопатогенным вирусам, бактериям, грибам, нематодам и насекомым), но и к факторам абиотическим (засухе, заморозкам, засолению). Так, уже созданы: салат с увеличенным содержанием железа; обогащенная лизином кукуруза; рис, содержащий большее количество триптофана; «золотой рис», названный так из-за ярко-желтой окраски эндосперма, в составе которого много  $\beta$ -каротина; сорта лесных пород со значительным содержанием целлюлозы в древесине и быстрым ростом.

Площади, занятые ГМ-культурами, в настоящее время составляют более 15 % от всех мировых посевных площадей. Такие растения выращиваются в 27 странах, особенно широко – в США (64 млн. га), Бразилии (21,4 млн. га), Аргентине (21,3 млн. га), Индии (8,4 млн. га), Канаде (8,2 млн. га), Китае (3,7 млн. га).

Из 18 миллионов фермерских хозяйств, выращивающих ГМ-культуры, более 90 % приходится на малые хозяйства в развивающихся странах.

Всего на рынок допущено 27 ГМ-культур (336 сортов), основными культурами являются соя, кукуруза, хлопчатник, картофель, рапс масличный, канола, папайя, тыква, люцерна, сахарная свекла, томат, сладкий перец и др.

Соя – самое «трансгенное» растение в мире. В США около 75 % ее посевных площадей засеяны ГМ-сортами, а в Аргентине они составляют 99 %.

Примеры других трансгенных растений:

- томаты и клубника получили ген морозоустойчивости от арктической камбалы, жабы, черепахи;
- картофель получил ген бактерии, чей яд смертелен для колорадского жука;
- вывели сорт генетически модифицированного картофеля, который при жарке впитывает меньше жира;
- в кукурузу «ввели» очень активный ген, полученный из яда змеи, чтобы ее не пожирали вредители.

В 2009 г. появился в продаже ГМ-сорт розы Applause с цветами «синего цвета» (на самом деле они сиреневые).

### *3. В животноводстве.*

У ГМ-быков и свиней заблокирован ген, который подавляет рост и дифференцировку мышечных тканей, когда те достигают определенного предела. Животные имеют огромный рост и вес – у них быстро затекают ноги и они не могут стоять.

Генетически модифицированные куры имеют повышенную массу тела и лишены оперения. Они не могут стоять на лапах, так как просто не способны выдержать вес собственного тела.

Генетически модифицированный лосось по сравнению с обычным атлантическим лососем имеет более высокую массу тела.

Флуоресцентные животные (свиньи, кролики и т. д.) были выведены путем введения в ДНК-цепочку эмбриона гена зеленого флуоресцентного белка, позаимствованного у флуоресцирующей медузы. Животные светятся зеленым цветом в темноте и имеют зеленоватый оттенок кожи и глаз при дневном свете.

### *4. Другие направления.*

Разрабатываются генетически модифицированные бактерии, способные производить экологически чистое топливо.

### *5. В производстве продуктов питания.*

Трансгенные компоненты содержит продукция следующих компаний:

- Nestle (Нестле) – производит шоколад, кофе, кофейные напитки, детское питание;
- Hersheys (Хершис) – производит шоколад, безалкогольные напитки;
- Coca-Cola (Кока-Кола) – производит напитки Кока-Кола, Спрайт, Фанта, тоник «Кинли»;
- McDonald's (Макдональдс) – сеть ресторанов быстрого питания;

– Дапон (Данон) –

Важнейшие положения концепции нашли отражение в Законе Республики Беларусь «О безопасности генно-инженерной деятельности», принятом 9 января 2006 г. В Законе определены следующие меры по обеспечению безопасности ГИД:

- принятие нормативных правовых актов;
- утверждение и введение в действие технических нормативных правовых актов в области безопасности ГИД и их реализации;
- проведение государственной экспертизы безопасности ГИД;
- осуществление контроля в области безопасности ГИД и ряд других мер.

Законодательство Беларуси не запрещает использование и оборот пищевого сырья и продуктов питания, произведенных из ГМО, но в соответствии с Законами Республики Беларусь «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека» и «О защите прав потребителей» покупатель имеет право на получение информации о продуктах питания, в том числе о содержании в них ГМО или их компонентов. Установлена беспороговая система допустимых уровней ГМ-компонентов.

Таким образом, в республике обозначаются все товары, в которых обнаруживается ГМ-примесь, причем узаконена тотальная проверка всех продуктов, содержащих сою и кукурузу. Кроме того, запрещено использование ГМО в детском питании и наложен запрет на реализацию немаркированной продукции, имеющей в составе ГМО.

Для организации ГМ-контроля в республике создано 16 испытательных лабораторий, из них в системе Минздрава – 6, Госстандарта – 6, НАН Беларуси – 2, Минсельхозпрод – 1.

Факторами риска для окружающей среды, связанными с использованием ГМО, являются риски, связанные с высвобождением трансгенных растений при введении их в сельскохозяйственное производство. Трансгенные растения способны распространяться на большие территории и сохраняться там достаточно долго.

Предотвращение возможного негативного влияния трансгенных растений при их высвобождении является важнейшей задачей, решаемой учеными и государственными органами охраны природы.

Вначале в лабораторных условиях изучают генетические механизмы регуляции экспрессии новых хозяйственно полезных признаков ГМ-растений, которые изолированы от окружающей среды и на этом этапе не представляют опасности.

Вторым этапом является проведение полевых испытаний с последующим изучением трансгенных растений в реальных климатических

условиях, но с соблюдением изоляции от окружающей природы на специально создаваемых полигонах (изолированных полях). Полигон является охраняемым полем с ограниченным доступом персонала, с размером опытного поля не более 1 га, обустроенный таким образом, чтобы предотвратить несанкционированное перемещение семян, вегетативной массы испытываемых растений, а также хищение.

На полигоне изучают генетические, физиологические и другие механизмы формирования хозяйственно полезных признаков, заданных введением в генотип испытываемых растений определенных генов, а также проводят исследование возможных генетических механизмов интродукции генов в живые организмы окружающей природы и их последствий. Полигон должен быть изолирован, чтобы чужеродные гены с пылью не попали в окружающую среду.

В Беларуси научные исследования, имеющие конечной целью создание трансгенных растений, были начаты по инициативе академика Н. А. Картеля в 2002 г. в рамках государственной программы «Генетическая инженерия». В руководимой им лаборатории были созданы модельные растения табака, устойчивые к высоким дозам тяжелых металлов и нефтепродуктов.

В настоящее время работы по испытанию ДНК-технологий для сельского хозяйства и здравоохранения продолжаются в ряде учреждений НАН Беларуси и Министерства здравоохранения.

Созданы трансгенные растения картофеля с геном хитиназы из бактерии *Serratia plymuthica*, устойчивые к колорадскому жуку, вирусам, грибным и бактериальным болезням. Ведется работа по созданию трансгенного рапса с генами животного происхождения – куриным интерфероном. Предполагается, что использование этого трансгенного рапса в качестве корма для кур позволит повысить иммунитет птиц. Продолжаются работы по созданию трансгенного клевера, клюквы крупноплодной, брусники обыкновенной, голубики высокорослой, льна, томата.

В рамках реализации союзной программы «БелРосТрансген» козам встроены гены, вырабатывающие лактоферрин – человеческий белок в молоке. В настоящее время существует целое стадо, где все козы являются носителями этого гена и дают молоко, содержащее лактоферрин.

## 4. РАСТЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Для нормального роста и развития растений необходимы определенные условия внешней среды. Все многообразие внешних факторов принято делить на биотические (живая природа) и абиотические (неживая природа). Отдельно выделяют антропогенный фактор – влияние человека непосредственно на растения и на экологические факторы среды.

Воздействие человека на состав растительного покрова и его продуктивность направлено на создание новых сортов сельскохозяйственных культур; разработку эффективных технологий возделывания культур; улучшение и рациональное использование агрофитоценозов; проведение мелиоративных работ; повышение плодородия почв.

### 4.1. Абиотические факторы среды

#### 4.1.1. Экологические факторы среды

К абиотическим факторам среды относятся физические или климатические (свет, температура, влажность воздуха, осадки, снежный покров, давление, ветер и др.) и химические факторы (химический состав атмосферы, воды, почвы и др.). Они могут оказывать прямое и косвенное влияние на рост и развитие растений.

**Свет** выполняет субстратную и регуляторную функции для растения. Субстратная роль заключается в том, что он является источником энергии для фотосинтеза – процесса, в результате которого формируется 90–95 % органической массы. Свет влияет на газообмен и транспирацию, стимулирует обмен веществ и обеспечивает нормальное прохождение фаз развития. С другой стороны, рост растений идет интенсивнее в темноте, растения сильно вытягиваются, но при этом плохо ветвятся, формируют слабые стебли, имеют светлую окраску (недостаток хлорофилла). Такие растения называются *этиолированными*. В естественных условиях это явление наблюдается в загущенных посевах зерновых – в результате взаимного затенения растения вытягиваются и часто полегают. Регуляторная роль света также проявляется во влиянии на активность ферментов и гормонов. Урожайность зеленой массы и зерна зависит от интенсивности и длительности освещения. По реакции на интенсивность освещения расте-

ния делят: на *гелиофиты* (светлолюбивые растения) – произрастают на открытых местах, не выносят длительного затенения (зерновые, рапс, клевер ползучий); *сциофиты* (тенелюбивые) – растения, произрастающие под густым пологом леса; *факультативные гелиофиты* (теневыносливые) – толерантны к затенению (овсяница луговая, пырей ползучий).

**Температура.** Тепло необходимо для набухания и прорастания семян, формирования всходов, поглощения растениями воды и питательных веществ, создания органического вещества и роста, формирования растениями различных органов и прохождения ими каждого этапа развития. Поэтому температура окружающей среды оказывает большое влияние на все стороны жизни растений. Прорастание семян у большинства растений начинается при температуре 2–5 °С. Дальнейшее развитие растений протекает при температуре 18–24 °С. Потребность растений в тепле выражается суммой активных (выше 5–10 °С) температур за вегетационный период. Сумма активных температур в Республике Беларусь составляет от 2100 до 2500 °С. Полевые культуры предъявляют неодинаковые требования к теплу. Так, яровой пшенице, ячменю, овсу за период вегетации необходима сумма среднесуточных температур от 1500–2000 °С; кукурузе – от 3000–4500, цитрусовым – 5000 °С и более. По отношению к тепловому режиму различают следующие экологические типы растений: *термофилы* (теплолюбивые) – экологический оптимум лежит в области повышенных температур (обитают в областях тропического и субтропического климата, а в умеренных поясах – в сильнопрогрееваемых местах); *криофиты* – оптимальны низкие температуры (живут в полярных и высокогорных областях); *мезотермные* – промежуточная группа.

Для растений губительны экстремальные как низкие, так и высокие температуры. Для теплолюбивых минимальная температура для жизни составляет 10 °С, оптимальная – 30–35 °С, максимальная – 45–50 °С. Для холодостойких соответственно 0–5, 25–30 и 40–45 °С.

**Влажность среды.** В тканях растения содержится от 50 до 90 % воды. Вода входит в состав каждой клетки. Вместе с водой в растения из почвы поступают растворимые в ней минеральные вещества (азот, фосфор, калий и др.). Вода используется для набухания и прорастания семян, а также при процессе фотосинтеза. Сильнее всего вода влияет на рост корней: при недостатке влаги корни не растут, при избыточной – погибают от недостатка аэрации. Рост стебля во влажном воздухе ускоряется, а в сухом, даже при достаточном водоснабжении

корней – замедляется. Потребность в воде у растений существенно изменяется в различные периоды роста и развития. Выделяют так называемые критические периоды – прорастание семян, формирование репродуктивных органов. По отношению к водному режиму выделяют следующие основные группы растений: *гидрофиты* – обитают в воде (погруженные растения водоемов); *гигрофиты* – требуют высокой влажности воздуха и (или) почвы (тростник обыкновенный, калужница болотная); *мезофиты* – приспособлены к достаточному, но не избыточному увлажнению почвы (большинство полевых культур); *ксерофиты* (засухоустойчивые) – способны переносить продолжительную засуху (ковыль, кактус, алоэ).

В Республике Беларусь выпадает 500–600 мм осадков в год (1 мм – 10 т воды на 1 га). На почвах, временно переувлажненных, водный режим регулируется приемами агротехники: кротование почвы, вспашка плугами с почвоуглубителями, рыхление почвы (боронование и обработка междурядий). Эти приемы уменьшают запас влаги в почве и улучшают состав почвенного воздуха. При недостатке воды используют орошение.

Всем живым существам для жизни необходимо **питание**. Зеленые растения – автотрофы (сам + пища), т. е. организмы, сами синтезирующие органические вещества из неорганических (продуценты), в то время как животные и человек – гетеротрофы, строят свое тело из уже готовых органических веществ (консументы). У растений выделяют два типа питания – *воздушное* (фотосинтез) и *почвенное* (минеральное). Фотосинтез – процесс преобразования растениями солнечной энергии в энергию химических связей, при этом из неорганических веществ (вода и углекислый газ) образуется органическое вещество (глюкоза, крахмал) и выделяется кислород. В результате фотосинтеза растения формируют около 90 % своей биомассы. Для нормального обеспечения воздушного и почвенного питания растений важен газовый состав атмосферы и содержание минеральных веществ в почве.

**Аэрация и газовый состав среды.** Воздух необходим растению как источник углекислого газа для фотосинтеза и кислорода для дыхания. Оптимальным является содержание кислорода в пределах 5–30 %, а для роста корней в почве – 10–12 %, при минимуме в 3–5 %. Повышение  $\text{CO}_2$  в атмосфере с 0,03 % до 0,3 % вызывает усиление фотосинтеза и стимулирует рост. Увеличивает содержание углекислого газа в приземном слое воздуха внесение органических удобрений.

**Минеральное питание.** За счет питания растительный организм поддерживает свою жизнедеятельность. При недостатке питательных веществ растения отстают в росте, болеют, резко снижается их урожайность. Избыток питательных веществ также вреден для растения. По содержанию и потребности для растений минеральные вещества делятся: на *макроэлементы* ( $10^{-3}$  %) – азот, фосфор, калий, кремний, кальций, магний, натрий и сера; *микроэлементы* ( $10^{-3}$ – $10^{-5}$  %) – бор, марганец, цинк, молибден, хлор и др. Основным средством регулирования пищевого режима служит внесение в почву органических и минеральных удобрений.

Для нормальной жизнедеятельности необходимо оптимальное соотношение факторов среды. Все они являются равнозначными и незаменимыми. Отклонение любого из них от нормы при оптимальном балансе прочих будет ограничивать рост и развитие растения. Этот принцип описывает закон ограничивающего (лимитирующего) фактора, или закон минимума Ю. Либиха (1840 г.), который гласит, что наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от оптимального его значения (находится в минимуме).

#### **4.1.2. Минеральные и органические удобрения**

Для растения характерно два типа питания – воздушное (фотосинтез) и почвенное (минеральное). Основным при этом является фотосинтез, обеспечивающий формирование до 95 % биомассы растения. Однако эффективность фотосинтетических процессов напрямую зависит от обеспеченности растения минеральными веществами и водой, которые поступают из почвы.

Растения способны поглощать из окружающей среды практически все элементы. Однако для нормальной жизнедеятельности растениям требуется лишь небольшая группа элементов: азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, бор, медь, цинк и некоторые другие. С удобрениями вносятся те элементы питания, которые дефицитны в окружающей среде, – азот, фосфор и калий.

Особенности содержания элементов минерального питания определяют различия в требованиях отдельных сельскохозяйственных культур к элементам питания: чем выше содержание элементов питания в растениях, тем больше растения нуждаются в них.

Основными источниками элементов питания для растений являются минеральные и органические удобрения и почва. Больше всего элементов питания растения усваивают из внесенных удобрений.

Удобрение – это вещество, используемое для питания растений и повышения плодородия почвы.

Применение удобрений преследует следующие цели: увеличивать урожайность сельскохозяйственных культур; сохранять и повышать плодородие почвы; улучшать качество сельскохозяйственной продукции. Правильное применение удобрений предотвращает загрязнение окружающей среды.

### **Основные виды удобрений.**

Удобрениями называются вещества, содержащие элементы питания, улучшающие физические, химические и биологические свойства почв и способствующие повышению продуктивности сельскохозяйственных культур.

Известно, что в состав растений входит более 60 химических элементов, основная роль среди них принадлежит азоту, фосфору, калию, сере, железу, кальцию и магнию. Помимо названных элементов для получения высокого урожая растения необходимо обеспечить так называемыми микроэлементами, такими как бор, марганец, молибден, цинк, медь. С урожаем зерновых 20–30 ц/га с 1 га пашни из почвы выносятся 60–90 кг азота, 28–45 кг фосфора, 58–110 кг калия, 18–110 кг кальция и почти столько же магния. Бобовые поглощают кальция в 10 раз больше, чем зерновые. Микроэлементы растения используют в значительно меньших количествах: бора – 21–42 г/га, марганца и цинка – 200–300 г/га, меди – 25–160 г/га и т. д.

В зависимости от того, в какой форме находятся питательные элементы в удобрении, они делятся на органические и минеральные. К органическим удобрениям относятся такие, в которых элементы питания находятся в форме органических соединений. Органические удобрения оказывают комплексное воздействие на почву: улучшают водный и воздушный режимы, активизируют жизнедеятельность полезной микрофлоры. Они являются основным источником восполнения и повышения содержания гумуса в почве, с ними должно поступать не менее 40 % питательных элементов, вносимых в почву.

**Органические удобрения** – подстилочный и бесподстилочный навоз, навозные стоки (жижа), торф, птичий помет, сапропель, компосты, хозяйственные и промышленные отходы, осадки сточных вод, зеленые удобрения, солома, растительные остатки и др.

**Навоз** – это основное органическое удобрение. Оно представляет собой смесь жидких экскрементов животных и подстилки. Количество, состав и удобрительная ценность навоза зависят от вида животных,

типа кормления, количества и вида подстилки, способов хранения. Обычно за стойловый период при умеренном количестве соломенной подстилки в расчете на 1 корову или лошадь накапливается 7 т навоза, на 1 голову свиней – 1,5 т, овец – 0,5 т навоза. В зависимости от степени разложения различают свежий навоз, слаборазложившийся, полуперепревший, перепревший и перегной.

*Птичий помет.* Это ценный вид органического удобрения. В зависимости от технологии выращивания птицы он может быть также подстилочным и бесподстилочным. Химический состав помета зависит от вида птицы, способа содержания, возраста и типа кормления. Наиболее концентрированным по содержанию питательных веществ является куриный по сравнению с гусиным, пометом уток и индеек. При влажности 56 % он содержит (в % на сухое вещество) 1,6 азота, 1,5 фосфора, 0,8 калия, 0,7 магния. От одной головы выход птичьего помета в год составляет от 6 до 10 кг в зависимости от вида птицы. От других удобрений птичий помет отличается высокой усвояемостью в первый год после внесения.

*Компосты* – это органические удобрения, получаемые из смеси навоза с торфом, растительными остатками в результате разложения микроорганизмами. Для приготовления компостов используют также птичий помет, осадки сточных вод, бытовые и промышленные отходы, содержащие органические вещества. Правильно приготовленные компосты по удобрительной ценности не уступают навозу. В зависимости от компонентов различают торфожижевые, торфопометные, торфо-минеральные, торфорастительные и смешанные компосты.

*Биогумус* (вермикомпост) – это продукт переработки навоза и различных органических отходов червями. При этом чаще всего используется красный калифорнийский червь. Оптимальные условия их обитания: температура – 15–20 °С, рН – 7–8, влажность – 80 %, достаточная аэрация. Взрослый червь за сутки потребляет количество пищи, равное по массе тела, и 60 % ее выделяет в виде экскрементов с высокими удобрительными свойствами, содержащими (на абсолютно сухое вещество) 30 % гумуса, 0,8–3,0 азота, 0,8–5,0 фосфора, 1–2 калия, 2–5 % кальция. За один цикл развития (80 сут) 0,5 кг червей на 1 м<sup>2</sup> вырабатывают на 1 т компостируемой массы до 600 кг биогумуса, который может вноситься под все культуры.

*Сапропель* – донные отложения пресноводных водоемов, образовавшиеся в результате отмирания планктона (мелких обитателей водоемов). Содержит гуминовые кислоты, фульвокислоты, гемицеллюлозу,

целлюлозу, золу (до 60 %). Может содержать от 0,6 до 2,6 % азота, 0,14–0,19 фосфора, 2,5–4,4 кальция, 0,3–2,5 % магния и почти не содержит калия.

*Зеленое удобрение* – это свежая растительная масса, запахиваемая в почву. На зеленое удобрение (сидерат) обычно возделывают бобовые культуры (люпин, донник, горох, сераделлу), которые способны накапливать до 150–200 кг/га азота, что равноценно 30–40 т/га навоза. Сидераты могут возделываться как самостоятельная (основная) культура севооборота, так и в смеси с другими культурами или в промежутке между основными.

В качестве органического удобрения может использоваться солома. После уборки зерновых культур солому измельчают, равномерно распределяют по поверхности поля и запахивают в почву. При запашке соломы целесообразно использовать жидкий навоз.

*Минеральные удобрения* содержат элементы питания в виде минеральных соединений. Сырьем для производства минеральных удобрений служат ископаемые (фосфорных, калийных), побочные продукты промышленного производства и атмосфера (азотных).

*Азотные удобрения.* В зависимости от форм содержащихся в них соединений (нитратные, аммонийные, амидные и др.) подразделяются на шесть групп: нитратные, аммонийные, аммонийно-нитратные, амидные, аммиачные, карбамид-аммонийно-нитратные.

К *нитратным* удобрениям относятся натриевая и кальциевая селитры. К *аммонийным* удобрениям относятся сульфат аммония хлористый и углекислый аммоний. Больше используется сульфат аммония. На него приходится 13 % всех азотных удобрений.

К *аммонийно-нитратным* удобрениям относится аммиачная селитра. В аммиачной селитре удачно сочетается быстродействующий нитратный азот с менее подвижным аммонийным. Применяется как основное удобрение и в качестве подкормок.

К *амидным* удобрениям относится мочеви́на (карбамид). Это самое концентрированное твердое азотное удобрение. Обязательна заделка в почву, иначе часть азота (в виде аммиака) теряется. Поэтому вносится как основное удобрение, а для внекорневых подкормок используется раствор мочевины.

К жидким аммиачным удобрениям относится безводный аммиак и аммиачная вода.

Лучше всего вносить аммиачные удобрения вместе с органическими. Их нельзя использовать на одном участке несколько лет

подряд, потому что они ускоряют минерализацию органического вещества и снижают активность почвенных микроорганизмов.

*Карбамид-аммонийно-нитратным* удобрением является КАС. Это растворы карбамида и аммиачной селитры, содержащие 28–32 % азота (КАС-28, КАС-32). В отличие от аммиачных удобрений КАС не содержит свободного аммиака. На их основе могут быть приготовлены комплексные удобрения с микроэлементами. КАС используется под все сельскохозяйственные культуры в качестве основного удобрения и для подкормки зерновых и других культур.

*Фосфорные удобрения.* Сырьевой базой для производства фосфорных удобрений являются природные залежи фосфорных руд – апатиты и фосфориты.

Фосфорные удобрения по степени доступности фосфора делятся на три группы: водорастворимые, цитратно-лимоннорастворимые и труднорастворимые.

Водорастворимые удобрения наиболее легко усваиваются растениями. К ним относятся простой и двойной суперфосфат. Двойной суперфосфат отличается более высоким содержанием  $P_2O_5$ . В простом его содержится 19–20 %, а в двойном – 43–49 %.

К цитратно-лимоннорастворимым удобрениям относится преципитат и термофосфаты. Термофосфаты получают спеканием и сплавлением при высокой температуре (1200–1400 °С) природных фосфатов с содой. К ним относятся томасшлак и мартеновский шлак.

Труднорастворимыми фосфорными удобрениями являются фосфоритная мука и вивианит. Это измельченные природные фосфориты. Фосфор усваивается трудно, поэтому применяется только в виде основного удобрения под культуры с длительным вегетационным периодом. Используется также при компостировании органических удобрений.

*Калийные удобрения.* Сырьем для производства калийных удобрений являются природные калийные соли. Крупные месторождения калийных солей находятся в Солигорске. Основными калийными удобрениями являются хлористый калий, сернокислый калий и калийная соль.

Хлористый калий – самое распространенное калийное удобрение, на его долю приходится свыше 90 % всех калийных удобрений. Применяется на почвах всех типов в качестве основного удобрения; лучшие сроки внесения – под зяблевую вспашку.

Серноокислый калий (сульфат калия) – особенно ценно для культур, чувствительных к хлору (картофель, гречиха, овощные). Обладает хорошими физическими свойствами и может применяться на любых почвах под все культуры.

Калийная соль – кристаллическая соль серого цвета с включением розовых кристаллов. Является хорошим удобрением для культур, отзывчивых на натрий и малочувствительных к хлору.

*Микроудобрения.* Содержат элементы, потребляемые растениями в очень небольших количествах, участвующие в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обмене, в образовании хлорофилла, в ферментативной деятельности и др. Недостаток микроэлементов снижает продуктивность сельскохозяйственных культур и качество продукции растениеводства.

Микроудобрения используются для предпосевной обработки семян, при внекорневых подкормках, а также при обработке растений химическими средствами защиты растений. В качестве микроудобрений используется борная кислота, медный купорос, серноокислый цинк, молибдат аммония, серноокислый кобальт, хлористый кобальт. Они применяются для обеспечения потребности растений в таких микроэлементах, как бор, медь, цинк, молибден, кобальт.

*Комплексные удобрения.* Они содержат не менее двух элементов питания. По способу производства подразделяются на сложные и смешанные. Сложные комплексные удобрения представляют собой вещества, описываемые одной химической формулой, смешанные – это смеси простых удобрений. Типичными сложными удобрениями являются натриевая, калиевая и кальциевая селитры, аммофос, нитрофоска, суперфоска и др. Перспективным смешанным удобрением является аммофоскамид – смесь гранулированного аммофоса, карбамида, хлористого калия.

Производятся также жидкие комплексные удобрения (ЖКУ). При этом используются безводный аммиак, растворы мочевины, аммиачной селитры, хлористого калия, суперфосфат, ортофосфорная и суперфосфорная кислоты.

*Известковые удобрения.* Для каждого растения существует наиболее благоприятный интервал реакции почвенной среды. Большинство из них лучше развиваются при реакции почвенного раствора, близкой к нейтральной (рН 6–7). Негативное влияние кислых почв обусловлено прямым воздействием повышенной концентрации ионов водорода и рядом косвенных факторов. Прямым следствием повышен-

ной кислотности является угнетение роста и ветвление корней, уменьшение проницаемости клеток, изменение физиологического состояния растений. Для устранения этих отрицательных явлений проводится известкование путем внесения известковых удобрений. Для этого используются удобрения, содержащие кальций. Их получают мелким измельчением известковых пород – известняка, мела, доломита. В качестве известковых удобрений используются также мягкие известковые породы и отходы промышленности с большим содержанием извести.

*Доломитовая мука.* Это ценное известковое удобрение для свеклы, картофеля, льна, клевера, люцерны, моркови, зерновых.

*Известняковая мука.* Этот вид известкового удобрения получают при размоле известняка. Содержание известкового материала в ней должно быть не менее 85 %, а влажность – не выше 2 %.

*Мел.* Он содержит до 55 % окиси кальция и около 0,6 % окиси магния. Мел мягче доломита и известняков, легко размалывается, действует быстрее и эффективнее.

*Известковые туфы.* Чаще всего встречаются в притеррасных поймах, в местах выхода грунтовых вод. Содержат 90–98 %  $\text{CaCO}_3$ .

*Торфотуф* – торфоизвестковое удобрение, содержит от 10 до 80 %  $\text{CaCO}_3$ . Как правило, сопровождается залегания известковых туфов.

Известковые удобрения обладают длительным действием. При внесении полных доз они могут влиять на рост растений в течение 10–14 лет. Известковые удобрения, как правило, вносят под зяблевую обработку почвы.

### **4.1.3. Средства защиты растений и их безопасное применение**

Химическая защита растений – наука о пестицидах, их физико-химических и токсикологических свойствах, сроках и способах внесения и воздействия их на вредные объекты и окружающую среду.

Пестицидами называют химические вещества, используемые для борьбы с вредными организмами, повреждающими сельскохозяйственную продукцию, материалы и изделия, а также паразитами и переносчиками болезней человека и сельскохозяйственных животных.

Ассортимент пестицидов постоянно совершенствуется в сторону включения более эффективных и менее опасных в экологическом отношении препаратов.

Применение ядохимикатов должно производиться в строгом соответствии с регламентом. В республике должны использоваться только препараты, включенные в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

Все пестициды должны соответствовать следующим **требованиям**:

- обладать малой острой токсичностью для теплокровных животных и человека;
- обладать умеренной персистентностью и способностью разлагаться за один вегетационный период;
- иметь высокую техническую, хозяйственную и экономическую эффективность;
- быть удобными при применении, хранении и транспортировке;
- быть селективными по отношению к полезным видам.

При применении пестицидов в условиях республики следует учитывать ядохоборот. В борьбе с вредителями растений следует чередовать инсектициды из различных химических классов и с разным механизмом действия.

Следует совершенствовать способы применения пестицидов, активнее применять комбинированные обработки посевов.

Главная задача химической защиты растений – правильное применение химических средств защиты растений, изучение механизмов их действия и наиболее рациональных и безопасных способов их применения.

В зависимости от объектов применения и области использования выделяют следующие **группы пестицидов**:

- акарициды – для борьбы с растительноядными клещами;
- бактерициды – для борьбы с бактериальными болезнями;
- гербициды – для борьбы с сорной растительностью;
- десиканты – для предуборочного подсушивания растений;
- дефолианты – для удаления листьев;
- зооциды или родентициды – для борьбы с грызунами;
- инсектициды – для борьбы с насекомыми-вредителями;
- инсектоакарициды – для борьбы одновременно с вредными насекомыми и клещами;
- лимациды или моллюскоциды – для борьбы с моллюсками;
- нематициды – для борьбы с нематодами;
- протравители семян – для предпосевной обработки посевного и посадочного материала;

- регуляторы роста растений – вещества, влияющие на рост и развитие растений;
- ретарданты – для торможения роста растений;
- феромоны – вещества, продуцируемые насекомыми для воздействия на особей другого пола;
- фумиганты – вещества, применяемые в паро- и газообразном состоянии для уничтожения вредителей и возбудителей болезней;
- фунгициды – для борьбы с грибными болезнями растений.

Химические средства защиты растений по степени опасности для окружающей среды подразделяют на 4 класса: к 1-му классу опасности относятся чрезвычайно опасные препараты; к 2-му классу относятся опасные (высокотоксичные) препараты; к 3-му классу опасности относятся умеренно опасные (среднетоксичные) препараты; к 4-му классу относятся малоопасные препараты. Принадлежность к тому или иному классу опасности определяется по нескольким показателям, в том числе по смертельной дозе при введении в желудок, способности накапливаться в организме и сохраняться в почве.

Все препараты, выпускаемые промышленностью, должны соответствовать ГОСТу, т. е. быть стандартными. Стандарты предусматривают точное название препарата (химическое и сокращенное), состав, технические условия на его изготовление, содержание действующего вещества, наполнителей, способ отбора проб для анализа и методы анализа содержания действующего вещества. Здесь же указывается упаковка препарата и условия хранения.

Эффективность применения пестицидов зависит не только от их токсичности по отношению к вредным организмам, но и в значительной степени от формы препарата.

В зависимости от физико-химических свойств действующих веществ пестицидов, требований сельскохозяйственного производства, способов применения, внешних условий пестициды применяют в различных **препаративных формах**:

- водный раствор (ВР) – истинный молекулярный раствор пестицидов в водной среде;
- концентраты эмульсий (КЭ) представляют собой жидкости, состоящие из действующего вещества пестицида, растворителя, эмульгатора и смачивателя;
- минерально-масляные эмульсии (ММЭ) представляют собой готовые концентрированные эмульсии, состоящие из двух фаз – мелких капель масла с растворенными в них пестицидами и воды. Рабочие

эмульсии из них готовят путем перемешивания и растирания концентрата с постепенно добавляемой (мелкими порциями) водой. Препараты более чувствительны к условиям хранения, особенно при низкой температуре;

- концентраты суспензий (КС) – жидкости, состоящие из действующего вещества пестицида, тонкодиспергированного в воде или в растворителе. При смешивании с водой образуют устойчивые взвеси твердых частиц действующего вещества в воде (суспензии);

- растворимые порошки (РП), водорастворимые концентраты (ВК) – высокодисперсное, твердое, растворимое в воде действующее вещество пестицида с добавлением поверхностно-активных веществ. В отличие от смачивающихся порошков они почти не содержат наполнителя. Дисперсность частиц 5–10 мкм (содержание действующего вещества обычно 80–90 %). Рабочие жидкости можно готовить непосредственно в баке опрыскивателя, так как порошки растворяются при простом смачивании водой;

- сухая текучая суспензия (СТС) – микрогранулированное действующее вещество с поверхностно-активными добавками. В отличие от смачивающихся порошков легко высыпается из тары и не пылит. При смешивании с водой образует тонкодисперсную систему;

- таблетки (ТАБ) – спрессованное действующее вещество с нейтральным наполнителем или приманочным средством в форме таблеток. Используются для борьбы с вредными грызунами и вредителями запасов.

Наиболее часто из препаративных форм пестицидов используются концентраты эмульсий, растворы пестицидов в воде и органических растворителях.

Важным резервом повышения биологической и экономической эффективности применения пестицидов является использование баковых смесей. Различают два основных вида смесей: выпускаемые химическими предприятиями в готовом виде (заводские смеси, комбинированные препараты) и приготовляемые непосредственно перед опрыскиванием (баковые смеси). Они могут состоять из пестицидов одного назначения (инсектицидные, фунгицидные или гербицидные). Такие комбинации применяют для расширения спектра действия и повышения эффективности подавления отдельных вредных организмов. Возможны также баковые смеси из препаратов разного назначения, что позволяет одновременно вести борьбу с целым комплексом вредных объектов. Чаще всего применяют баковые смеси инсектицидов и фун-

гицидов в тех случаях, когда фазы развития вредных объектов и сроки обработок против них совпадают. В последнее время сельхозпроизводителям предлагаются для внекорневой обработки многокомпонентные баковые смеси, в состав которых входят пестициды, водорастворимые удобрения, микроэлементы в хелатной форме и регуляторы роста. Вместе с тем не следует забывать, что пестициды в баковых смесях целесообразно использовать только при совпадении сроков обработки каждым компонентом и их физико-химической совместимости.

Пестициды являются веществами, обладающими более или менее выраженными токсическими свойствами. Они могут быть токсичны для человека как при однократном воздействии на организм, так и в результате многократного контакта спустя длительный период времени после прекращения работы с химическими средствами защиты растений.

Так, пестициды, относящиеся к сильнодействующим высокотоксичным веществам (1-й и 2-й классы гигиенической классификации), представляют опасность из-за способности вызывать острые отравления при поступлении в организм с продуктами питания. Продукты, содержащие стойкие пестициды, обладающие выраженными кумулятивными свойствами, представляют опасность в связи с возможностью вызывать хронические отравления.

Для эффективного и безопасного их применения разрабатываются научно обоснованные рекомендации, нормативы, ограничения (регламенты) для каждого препарата. Регламенты для пестицидов разрабатываются Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь совместно с Министерством здравоохранения Республики Беларусь, утверждается Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Последний реестр был утвержден в 2017 г. и будет действовать до выхода очередного издания. Периодичность его издания – один раз в три года, дополнения к нему – по мере необходимости.

В данном нормативном документе отражены названия пестицидов, культура, вредный объект, срок применения, нормы расхода, ограничения в сроках и кратности обработок и использовании обработанной продукции. При применении пестицидов необходимо руководствоваться Государственным реестром, а также инструкциями по применению препаратов, включенных в данный документ. Ориентировка на

старые списки или литературные источники может привести к нарушению установленных регламентов применения пестицидов.

Особое внимание следует уделять рекомендованным нормам расхода пестицидов. Завышение их может привести к гибели защищаемой культуры или чрезмерному накоплению пестицидов в выращиваемой продукции и окружающей среде. Поэтому превышение норм расхода препаратов, указанных в Государственном реестре не допускается. При применении более совершенных технологий допускается уменьшение их норм расхода.

Для охраны здоровья населения и предотвращения циркуляции пестицидов установлены гигиенические нормативы:

- максимально допустимый уровень (МДУ) содержания пестицидов в пищевых продуктах, в кормах для сельскохозяйственных животных – устанавливаются с таким расчетом, чтобы обеспечить безвредный для человека уровень остатков пестицидов в пищевом рационе;

- предельно допустимая концентрация (ПДК) пестицидов в почве, воздухе рабочей зоны, для рыбохозяйственных водоемов, водоемов санитарно-бытового водопользования.

На основании величин МДУ устанавливают период ожидания, или срок последней обработки (время между последней обработкой культуры пестицидами и уборкой урожая).

Срок последней обработки (до сбора урожая в днях) – это период, после которого пестицид, нанесенный на растения или внесенный в почву, остается в количествах, не превышающих МДУ, или полностью разрушается. Определяется стойкостью вещества, продолжительностью сохранения его в окружающей среде и продуктах, а также токсиколого-гигиеническими свойствами и зависит от физико-химических характеристик действующего вещества, препаративной формы, обрабатываемого объекта и почвенно-климатических условий.

Для предотвращения возможного отравления людей при проведении работ на участках, обработанных пестицидами, регламентированы сроки выхода на такие участки и условия работ по уходу за растениями. После применения пестицидов, опасных при попадании на кожу, выход на обработанные участки для проведения работ без контакта людей с растениями, загрязненными пестицидами, разрешается через 3 суток, а для выполнения работ, сопровождающихся контактом людей с растениями, – через 2 недели.

Особое значение имеет нормирование содержания пестицидов в почве. При наличии в пахотном слое стойких веществ в количествах,

превышающих ПДК, разрешается выращивание только зерновых и технических культур и не допускается наземная обработка почвы.

Ответственность за выполнение всех требований и регламентов применения пестицидов и регуляторов роста растений, указанных в Государственном реестре, возлагается на производителей сельскохозяйственной продукции, в том числе коллективных и фермерских хозяйств и другие организации, применяющие средства защиты растений.

Контроль за применением пестицидов осуществляют станции защиты растений, санитарно-эпидемиологические службы и природоохранные органы.

#### ***Меры безопасности при работе с пестицидами.***

Лица, имеющие производственный контакт с пестицидами, должны проходить предварительные, при поступлении на работу, и периодические медицинские осмотры. Не прошедшие медосмотр и имеющие противопоказания к работе с ядохимикатами лица к работе с ними не допускаются.

Запрещается привлекать к работе с пестицидами лиц моложе 18 лет. Нельзя использовать труд женщин при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов, а также выполнение женщинами в возрасте до 35 лет операций, связанных с применением ядохимикатов в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве и звероводстве, а также не допускается использование труда женщин на любых работах в контакте с пестицидами в период беременности и грудного вскармливания ребенка.

Работающие в контакте с пестицидами обязательно обеспечиваются спецпитанием (молоком), а также защитными кремами типа «Силиконовый», «Защитный» для профилактики заболеваний кожи.

Проведение всех видов работ с пестицидами 1-го и 2-го классов опасности осуществляются только лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку.

При привлечении к работе с пестицидами все работающие проходят инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале. За организацию проведения обучения персонала несет ответственность руководитель хозяйства.

Длительность рабочего дня при работе с пестицидами определяется в соответствии с законодательством о труде.

Все работы с пестицидами осуществляются с использованием соответствующих средств индивидуальной защиты. Во время прове-

дения работ запрещается принимать пищу, пить, курить, снимать средства индивидуальной защиты.

Для отдыха и приема пищи организуются специальные площадки не ближе 200 м от границы (с наветренной стороны) обрабатываемой площади. Места отдыха и приема пищи оборудуются бачком с питьевой водой, умывальником с мылом, аптечкой первой доврачебной помощи и индивидуальными полотенцами.

Все работы по применению пестицидов в хозяйствах регистрируются в специальном журнале, а на границе полей, обработанных пестицидами, должны быть выставлены единые знаки безопасности в пределах видимости от одного знака до другого. Они убираются только после окончания срока ожидания, установленного для каждого примененного пестицида.

При проведении работ с пестицидами необходимо обязательно информировать население о времени и месте проведения работ по обработке пестицидами (за 4–5 сут) через радио, телевидение, газеты, объявления в населенных пунктах и другие средства информации.

Для защиты пчел и обеспечения безопасности продукции пчеловодства от воздействия ядохимикатов обработку полей следует проводить в поздние часы путем опрыскивания наземной аппаратурой. Пасеки после предварительного оповещения через средства массовой информации за 4–5 суток о сроках, зоне и характере действия запланированных к использованию препаратов необходимо вывезти не менее чем на 5 км от обрабатываемых участков.

Хранение пестицидов допускается только в специально предназначенных для этого складах. Завоз пестицидов в склады, не имеющие положительного санитарно-гигиенического заключения на право их получения и хранения, запрещается. О завозе пестицидов и агрохимикатов в хозяйство руководство последнего ставит в известность территориальные учреждения госсаннадзора.

Запрещается использовать складские помещения для хранения продуктов питания, фуража, различных предметов хозяйственного и бытового назначения. Нельзя также хранить пестициды в помещениях, не предназначенных для этих целей и под открытым небом.

Протравливание семян осуществляется на открытом воздухе или в специальных помещениях. Протравливание семян путем ручного перелопачивания и перемешивания категорически запрещается.

Все помещения для предпосевной обработки семян, упаковки и хранения протравленных семян оборудуются приточно-вытяжной

вентиляцией. Руководитель работ организует производственный контроль за соблюдением условий труда работающих на протравливании семян.

Места для протравливания семян в хозяйствах располагаются с учетом розы ветров на расстоянии не менее 300 м от жилой зоны, предприятий, помещений для содержания скота и птицы, источников водоснабжения. Запрещено размещать пункты для протравливания семян на территории природоохранных заповедников, заказников, в зонах охраны источников водоснабжения, а также в санитарных зонах рыбохозяйственных водоемов.

Помещения для протравливания семян должны иметь облицованные глазурованной плиткой стены, покрытые масляной краской потолки, полы должны быть зацементированы или выложены плиткой, а также должны иметь уклоны для стока воды. Воздух перед выбросом в атмосферу подлежит очистке.

Уровень залегания грунтовых вод под площадкой для протравливания семян должен быть не менее 1,5 м. Площадка должна иметь уклон для отвода ливневых вод, навес, твердое покрытие (асфальт, бетон). Не допускается сброс ливневых стоков в водные объекты без предварительного обезвреживания.

Хранят протравленные семена только в специальных помещениях. Помещения после хранения протравленных семян необходимо убирать с применением обезвреживающих средств. Протравленные семена отпускаются только по письменному разрешению руководителя хозяйства с точным указанием их количества. Неиспользованные для сева семена возвращаются на склад по акту. Остатки протравленных семян можно хранить в изолированном помещении до будущего года.

Все протравленные семена должны храниться в мешках из плотной ткани, бумажных или полиэтиленовых.

Не допускается хранение протравленных семян насыпью на полу и площадках. Кроме того, запрещено хранить обработанные пестицидом семена совместно с продовольственным или фуражным зерном.

За сохранность и обеспечение безопасности при хранении протравленных семян отвечает кладовщик.

Перевозка протравленных семян к месту сева допускается только в мешках из плотной ткани или автопогрузчиками сеялок. Нельзя перевозить протравленные семена насыпью на открытой машине, а также совместно с продуктами, строительным материалом, людьми.

Запрещается использовать протравленные семена для пищевых целей, а также на корм скоту и птице, сдавать их на хлебопекарные пункты.

Посев таких семян осуществляется только исправными сеялками. При этом крышка семенного ящика должна быть плотно закрыта, а все перемещения семян в сеялке следует выполнять деревянными лопатами.

Все операции с протравленными семенами фиксируются в журнале учета движения протравленных семян.

До начала сезона все машины, аппаратура и оборудование, применяемые при работе с пестицидами методом опрыскивания посевов, должны быть проверены на их готовность и полностью отремонтированы.

До начала работ по приготовлению рабочих растворов нужно проверить исправность смесителей, наличие в баках фильтров и состояние мешалок. Рабочие растворы готовят на специальных растворных узлах и заправочных площадках, имеющих твердое покрытие (бетон, асфальтирование и др.) или же непосредственно в емкостях (баках).

На площадках должны быть аппаратура для приготовления рабочих растворов, резервуары с водой, баки с герметичными крышками и приспособления для заполнения резервуаров опрыскивателя (насос, шланги), весы с разновесами, мелкий вспомогательный инвентарь, метеорологические приборы, а также аптечка, мыло, полотенце, ручной мойник.

Доставку препаратов к месту работы и заправку опрыскивателей необходимо осуществлять с помощью специальных заправщиков. Наполнение емкостей контролируется только по уровнемеру. Не допускается открывать люк и проверять наполнение визуально, а также заправлять опрыскиватели без наличия в них фильтров. При заполнении емкостей необходимо находиться с наветренной стороны.

При проведении наземного опрыскивания расстояние до населенных пунктов, источников питьевого и санитарно-бытового водопользования, мест отдыха населения и мест проведения ручных работ по уходу за сельскохозяйственными культурами должно составлять не менее 300 м.

Движение агрегатов при внесении пестицидов необходимо осуществлять против ветра. Для внесения гранулированных пестицидов в почву нельзя применять туковысевающие устройства сеялок.

Аэрозольные обработки на открытом воздухе разрешается проводить только в безветренную погоду или при слабом (до 2 м/с) ветре в больших массивах садов и лесов, расположенных с подветренной стороны от жилых помещений, скотных дворов, птичников и водоисточников.

После завершения работ запрещается оставлять без охраны пестициды или приготовленные рабочие растворы.

Выбор средств индивидуальной защиты (СИЗ) должен проводиться с учетом физико-химических свойств и класса опасности препаратов, характера условий труда, а также в соответствии с индивидуальными размерами работающего. На весь период работы за работником закрепляют комплект СИЗ: спецодежду, спецобувь, респиратор, противогаз, защитные очки, перчатки и (или) рукавицы.

СИЗ хранят в специально выделенном чистом, сухом помещении в отдельных шкафчиках. Их запрещено хранить в одном помещении с пестицидами.

При работе с умеренно опасными малолетучими веществами в виде аэрозолей для защиты органов дыхания необходимо использовать противопылевые (противоаэрозольные) респираторы типа «Уралец», «Астра-2», «Лепесток ШБ-1», У2-К, Ф-62Ш и др. При применении летучих соединений, а также препаратов 1-го и 2-го классов опасности необходимо использовать противогазовые респираторы (РПГ-67), универсальные респираторы (РУ-60М) с соответствующими патронами, промышленные противогазы со сменными коробками. Для защиты от фосфор-, хлор- и других органических веществ следует применять противогазовый патрон марки «А» с герметичными очками типа ПО-2.

При проведении фумигационных работ чрезвычайно опасными препаратами необходимо применять промышленные противогазы с коробками «А» коричневого цвета.

Лица, ответственные за проведение работ, должны строго учитывать время защитного действия фильтрующих устройств. Их необходимо заменять своевременно. В случае появления запаха пестицида под маской исправного респиратора или противогаза замена производится незамедлительно. На каждую противогазную коробку или патрон респиратора оформляется паспорт, в котором отмечаются условия эксплуатации (название препаратов, способ применения, количество проработанных часов).

Отработанные фильтры, коробки и патроны должны уничтожаться в отведенных для этой цели местах.

При работе с препаратами 1-го и 2-го классов опасности должна применяться специальная одежда, изготовленная из смесовых тканей с пропиткой (типа «Грета», «Камелия»), а также дополнительные средства индивидуальной защиты кожных покровов – фартуки, нарукавники из пленочных материалов.

Для защиты рук при работе с жидкими формами пестицидов применяют резиновые перчатки технические КЩС (тип 1 и 2), латексные, промышленные из латекса, бутилкаучука и другие технического и промышленного назначения, в том числе импортного производства. Не допускается использование медицинских резиновых перчаток.

При работе с растворами пестицидов для защиты рук используют резиновые перчатки с трикотажной основой. Для защиты ног – резиновые сапоги с повышенной стойкостью к действию пестицидов.

При работе с пылевидными пестицидами в качестве спецобуви применяют брезентовые бахилы, на складах пестицидов – кожаную спецобувь. В южных районах с повышенными температурами допускается работа в кирзовых сапогах при выполнении опрыскивания, за исключением случаев приготовления рабочих растворов.

При проведении фумигационных работ и при последующей их дегазации в качестве спецодежды должны применяться комбинезоны из ткани с пленочным хлорвиниловым покрытием и комплект нательного белья.

Защиту глаз осуществляют защитными очками марки ЗН 5, ЗН 18 (В, Г), ЗН 9-Ф и др. Для предотвращения запотевания стекол следует использовать клершайбы из пленки НП (вкладывается внутрь защитных очков), карандаш типа ГЭЖЭ или жидкость типа ПК-10.

Снимают СИЗ в следующей последовательности: не снимая с рук, вымыть резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3–5%-ный раствор кальцинированной соды, известковое молоко); промыть их в воде; снять сапоги, комбинезон, защитные очки и респиратор; снова промыть перчатки в обеззараживающем растворе и воде и снять их. Резиновые лицевые части и наружную поверхность противогазовых коробок и респираторных патронов обезвреживают мыльно-содовым раствором (25 г мыла + 5 г кальцинированной соды на 1 л воды) или 1%-ным раствором ДИАС с помощью щетки, затем прополаскивают в чистой воде и высушивают. Лицевые части противогаза и респиратора

дезинфицируют ватным тампоном, смоченным в 0,5%-ном растворе перманганата калия или в спирте.

Всю спецодежду ежедневно после работы необходимо очищать от пыли с помощью пылесоса. Освобожденную от пыли спецодежду вывешивают для проветривания и просушки под навесом или на открытом воздухе на 8–12 ч.

Вся спецодежда должна подвергаться периодической стирке и обеззараживанию по мере ее загрязнения, но не реже, чем через 6 рабочих смен.

### **Мероприятия по охране окружающей среды.**

Запрещено применение пестицидов при скорости ветра более 3–4 м/с и с наветренной стороны к поселениям.

Массивы культур, требующих многократной обработки, допускается располагать на расстоянии не менее 1 км от населенных пунктов с учетом гидрогеологической характеристики участков полей, сезонной розы ветров и конкретного направления ветра в период обработки.

При всех обработках пестицидами различных объектов должны быть предусмотрены меры по охране водоемов. Обязательно должны сохраняться водоохранные зоны для поверхностных водоемов и зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Запрещается применение стойких и активно мигрирующих в почву пестицидов на площадях с недостаточно защищенными (водонепроницаемым покрытием) подземными водоемами.

В санитарной зоне рыбохозяйственных водоемов (не менее 2 км от берегов) и на расстоянии менее 300 м от поверхностных водоемов, не имеющих рыбохозяйственного значения, запрещено размещать склады для хранения пестицидов, площадки для протравливания семян, приготовления отравленных приманок, рабочих растворов и заправки ими машин и аппаратуры, обезвреживания техники и тары из-под пестицидов и агрохимикатов, взлетно-посадочные площадки.

Все источники нецентрализованного водоснабжения (колодцы, скважины и др.) должны быть надежно укрыты при применении пестицидов.

Сброс в водоемы необезвреженных дренажных вод теплиц и сточных вод, образующихся при мытье тары, машин, оборудования, транспортных средств и спецодежды, используемых при работе с пестицидами, запрещен.

Производители обязаны контролировать остаточные количества пестицидов в сельскохозяйственной продукции и продуктах ее переработки. Ответственность за организацию контроля несут руководители предприятий.

Вся продукция с превышением МДУ содержания пестицидов и токсичных элементов не допускается к реализации населению.

Запрещается также использование для производства пищевых продуктов продовольственного сырья с повышенным содержанием остаточных количеств пестицидов и токсичных элементов в тех случаях, когда в конечном продукте содержание токсикантов не может быть уменьшено до допустимых концентраций путем промышленной кулинарной и технологической обработок.

При борьбе с грызунами в хранилищах, загруженных продовольственными запасами или кормами для сельскохозяйственных животных и птиц, должны строго соблюдаться меры предосторожности, чтобы не допустить их загрязнения пестицидами.

## **4.2. Биотические факторы**

*Биотические факторы* характеризуют сложные взаимоотношения между живыми организмами. Прямое влияние на растение оказывают насекомые, животные, патогенные грибы, микроорганизмы и другие растения.

### **4.2.1. Болезни растений. Грибы. Микротооксины**

Болезни сельскохозяйственных растений, вызываемые грибами, бактериями, вирусами, цветковыми растениями-паразитами, а также заболевания, возникающие под влиянием неблагоприятных условий окружающей среды, требуют разработки научно обоснованной, высокоэффективной системы защитных мероприятий, позволяющей предупредить возникновение и развитие болезней или снизить до минимума потери, вызываемые болезнями растений.

Потери урожая зерновых культур от грибных болезней составляют 10–15 %, при эпифитотиях они могут достигать половины урожая. Мировые потери урожая картофеля только от болезней составляют около 90 млн. т, или 17 % валового сбора, что в 2 раза превышает потери зерновых культур, овощей и сахарной свеклы. Это является часто причиной вспышек болезней в период вегетации или во время хранения.

Борьба с болезнями является важным звеном в общем комплексе мероприятий, направленных на повышение урожая сельскохозяйственных культур, обеспечение сохранности его.

Болезни сахарной свеклы снижают продуктивность культуры на 17–20 %. В годы эпифитотийного развития заболеваний потери урожая могут достигать 35–40 %, а выход сахара уменьшается на 50 %.

Болезни существенно сокращают период вегетации рапса, оказывая значительное влияние на продуктивность посевов, так как в фазу формирования и налива семян рапса продление вегетации на 1 день обеспечивает дополнительно как минимум 1 ц/га семян.

Заболевание очень вредоносно при поражении главного стебля. Растения рапса с поражением главного стебля склеротиниозом в период цветения – формирования стручков семян не образуют. При более поздних сроках поражения формируются щуплые семена с низкими посевными и техническими качествами, масса 1000 семян снижается на 20–60 %, масличность – более чем на 20 %. В годы эпифитотийного развития альтернариоза длина стручка уменьшается на 8–26 %, количество семян в стручке снижается на 12–59 %, масса 1000 семян – на 15–70 %, содержание масла в семенах – на 11–27 %.

Стратегия защитных мероприятий предполагает изучение взаимосвязей между растением, возбудителем заболевания и условиями внешней среды. Необходимо знание принципов классификации болезней; факторов, определяющих развитие и распространение заболеваний, иммунитет растений к инфекционным заболеваниям; и основных методов борьбы с болезнями растений. Это позволит изучить заболевания отдельных культур, их видовой состав возбудителей, симптомы заболеваний, методы защиты.

Сократить потери сельскохозяйственных продуктов от вредителей и болезней можно только при систематическом, правильном и своевременном проведении комплекса профилактических и истребительных мероприятий.

Существует несколько принципов классификации болезней растений. По этиологии (причинам возникновения) болезни растений подразделяются:

- 1) на неинфекционные болезни, не передающиеся от больного растения к здоровому, среди которых выделяют:
  - болезни, вызываемые неблагоприятными погодными условиями (подмерзание растений, солнечные ожоги, увядание, захват зерновых, выпирание озимых);

– болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями (увядание, хлороз, гниль сердечка свеклы и др.);

– болезни, вызываемые механическими повреждениями, химическими соединениями;

– болезни, вызываемые радиационным излучением и др.;

2) инфекционные болезни, вызываемые биотическими факторами (факторами живой природы) и обладающие свойством передачи от больного растения к здоровому. Среди них выделяют:

– грибные болезни (микозы);

– бактериальные (бактериозы);

– актиномикозные (актиномикозы);

– микоплазменные (микоплазмозы);

– вирусные (вирузы);

– виroidные (виroidозы);

– вызываемые цветковыми растениями-паразитами (антофитозы).

В зависимости от групп поражаемых культур болезни подразделяются на болезни зерновых, зернобобовых, технических, овощных, плодовых, ягодных, эфиромасличных и других групп культур.

По продолжительности болезни делят на острые – развиваются быстро и заканчиваются в пределах одного вегетационного периода, хронические – развиваются на многолетних растениях (часто в хронической форме проявляются неинфекционные болезни).

В зависимости от степени локализации болезни бывают местными (локальными) – поражают небольшие участки или отдельные органы, не распространяясь по всему растению, общими (диффузными) – поражают все растение или большую его часть.

По способности поражать растения в определенной фазе развития бывают болезни всходов, питомников, взрослых растений.

В зависимости от поражаемых органов растений болезни подразделяются на болезни семян, листьев, корней, плодов и т. д.

Для практических целей диагностики болезней растений по внешним признакам их группируют в следующие типы:

– *пятнистости* (некрозы) – образуются в результате отмирания отдельных участков пораженной ткани, могут быть различной формы, размеров, окраски. Наиболее часто пятнистости вызывают грибы, бактерии, вирусы, а также абиотические факторы – механические повреждения, химические вещества, недостаток элементов питания и др.;

– *гнили* – представляют собой размягчение органов, богатых питательными веществами и водой (корнеплоды, плоды, стебли, клубни и др.);

– *увядание* – характеризуется пониклостью листьев, ветвей и других органов, что связано с потерей тургора клетками растения;

– *изменение цвета отдельных листьев, целых органов или всего растения* – связано с нарушением строения и физиологических функций хлоропластов и проявляется в виде хлороза, мозаичной расцветки листьев, пестролистности и общего пожелтения листьев;

– *деформация* – представляет собой изменение формы пораженных органов растений, что может проявляться в виде уродливости, деревянистости, израстания. Кроме того, может отмечаться общая деформация растения, когда увеличивается количество укороченных стеблей, на всем растении могут быть укороченные или морщинистые листья;

– *налеты* – на вегетативных или генеративных органах появляется серая, белая, бурая, коричневая или черная, легко стирающаяся плесень, эпидермис под ней не поврежден;

– *пустулы* на пораженных органах – это бугорки спор, покрытые эпидермисом или выступающие из трещин ткани растений, имеющие желтую, бурую, оранжевую, коричневую, черную окраску;

– *опухоли*, или *наросты*, – ненормальное разрастание отдельных органов растений различной величины и формы;

– *мумификация* – превращение плодов или семян в плотные образования темного цвета с гладкой или шероховатой поверхностью;

– *пылящие массы (головня)* – это разрушение и превращение пораженных органов (зерна, стебли, листья) в порошоквидную массу черного или коричневого цвета;

– *камедетечение*, или *гомоз*, – выделение из трещин больных органов растений (как правило, древесных пород) камеди – тягучей, клейкой янтарно-желтой или бурой жидкости, быстро твердеющей на воздухе.

Заболевание не всегда характеризуется только одним симптомом, иногда их имеется несколько. Так, при грибных пятнистостях на отмерших участках появляются спороношения в виде налетов, подушечек, темных или другого цвета точек – плодовых тел. Эти симптомы являются характерными диагностическими признаками.

При пятнистостях, вызываемых бактериями, часто заметна маслянистость, а в местах поражения можно увидеть капельки жидкости – бактериальный экссудат.

Болезни, возникающие в результате воздействия на растения других чуждых для них организмов, называют *инфекционными*, или *паразитарными*. Возбудителями инфекционных болезней растений могут

быть грибы, бактерии, актиномицеты, вирусы, микоплазменные организмы (микоплазмы), некоторые цветковые растения-паразиты (зарахиха, повилыка, омела).

Инфекционность паразитарных болезней обусловлена способностью фитопатогенных организмов вызывать заражение, а также их быстрым и массовым размножением и распространением от больных растений к здоровым, что впоследствии приводит к существенному снижению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению качества полученной продукции.

Инфекционные болезни растений являются результатом взаимоотношений паразитного организма и питающего растения (растения-хозяина). По степени выраженности паразитических свойств болезнетворные микроорганизмы делятся на следующие группы:

1. *Облигатные сапрофиты* – питаются мертвыми растениями или органическим веществом почвы. Некоторые из них разрушают лесоматериалы, другие живут в почве, являясь антагонистами ряда возбудителей болезней растений.

2. *Облигатные паразиты* – живут только за счет содержимого живых клеток растения-хозяина. Паразитизм в облигатной форме наиболее часто встречается у грибов (возбудители ржавчины, мучнистой росы, ложной мучнистой росы). Среди фитопатогенных бактерий обязательных паразитов вообще нет. Фитопатогенные вирусы в современном представлении следует причислять к особой группе облигатных паразитов.

3. *Факультативные сапрофиты* – ведут паразитический образ жизни на живых растениях, но при определенных условиях могут продолжать свое развитие на мертвых растительных тканях (возбудители парши яблони и груши).

4. *Факультативные паразиты* – очень многочисленная группа возбудителей болезней растений, которые ведут, как правило, сапрофитный образ жизни на мертвой растительной ткани, однако могут распространяться на примыкающие к мертвым здоровые ткани, предварительно убивая их клетки своими токсинами (возбудители черного рака яблони, серой гнили овощей).

**Специализация фитопатогенов** – это приспособленность к питанию за счет определенных растений, органов, тканей. Различают несколько типов паразитической специализации фитопатогенов. *Филогенетическая специализация* – это приуроченность фитопатогена к определенным питающим растениям. Так, гриб *Botrytis cinerea* поражает

представителей очень многих семейств растений, вызывая у них серую гниль листьев, плодов, стеблей и других органов; гриб *Rhizoctonia solani* является возбудителем корневой гнили многих культурных и сорных растений. Паразитные организмы, обладающие широким диапазоном в выборе питающего субстрата, называются *полифагами*.

Для облигатных и близких к ним паразитов круг растений-хозяев бывает ограничен в пределах одного ботанического семейства, рода и даже вида растений. Например, грибы – возбудители стеблевой ржавчины и мучнистой росы злаков поражают только злаковые культуры, а гриб – возбудитель фитофтороза – ряд растений из рода *Solanum* (картофель, томат). Гриб *Ustilago tritici* воздействует только на пшеницу и вызывает у нее пыльную головню. Паразитные организмы с ограниченным кругом растений-хозяев называют *монофагами*.

Кроме филогенетической специализации, паразитные организмы различаются по приуроченности к поражению определенных органов, так называемой *органотропной специализации*. Так, возбудитель килы крестоцветных культур (*Plasmiodiophora brassicae*) поражает корневую систему, а *Monilia fructigena* – главным образом плоды (яблони).

Существует также *онтогенетическая* или *стадийно-возрастная* специализация – это приуроченность патогена к определенному возрасту растений. Так, возбудители корнееда поражают свеклу в стадии всходов, а возбудитель спорыньи инфицирует колосья злаковых растений в фазе цветения.

Возбудители болезни растений могут обладать одновременно одной и более специализациями. Так, возбудитель пыльной головни пшеницы поражает зерновую культуру – филогенетическая специализация, зерно – органотропная специализация, проникает в растения в стадии цветения – онтогенетическая специализация.

**Грибы** – большая группа болезнетворных организмов (свыше 100 тыс. видов), которые выделены в самостоятельное царство и по ряду признаков занимают промежуточное положение между растениями и животными. С растениями грибы объединяет питание путем всасывания пищи, а не заглатывания, и неограниченный рост. Они сходны с животными по наличию в продуктах обмена мочевины, в оболочках клеток – хитина, запасного продукта – гликогена. Грибы используют готовые органические вещества растительного или животного происхождения. Они играют важную роль в природе и жизни человека. Поселяясь на остатках растений, животных, грибы выполняют санитарную функцию, минерализуя органические соединения. Из спор грибов, паразитирующих на насекомых, созданы биопестициды для

борьбы с ними. Грибы-гиперпаразиты (паразиты второго порядка) используются в борьбе с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур. На основе спор такого гриба, как триходерма лигнорум, создана целая серия биологических препаратов: триходермин с различными индексами против корневых гнилей овощных культур, черной ножки, бактериозов капусты и других болезней растений. Некоторые виды грибов стали сельскохозяйственными культурами (шампиньоны).

Более 10 тыс. видов грибов являются возбудителями болезней растений. Свыше 80 % заболеваний сельскохозяйственных культур вызывается грибами, что приводит к значительным потерям урожая, а иногда и к полной гибели посевов. Кроме того, токсины многих грибов – возбудителей болезней сельскохозяйственных культур вредны для здоровья человека и животных. Зарегистрированы случаи отравления хлебом, приготовленным из муки с примесью склероциев спорыньи.

К морфологическим особенностям грибов относятся наличие у них вегетативного тела нитчатого строения и способность к размножению спорами. Вегетативное тело грибов (мицелий) представляет собой совокупность тончайших ветвящихся гиф.

У многих сапрофитных форм, а иногда у некоторых паразитов мицелий может простираться по поверхности питающего субстрата в виде рыхлого или уплотненного тонкого налета – называется *экзофитным*. Такие паразитические грибы называются эктопаразитами. Наиболее типичными их представителями являются настоящие мучнисторосяные грибы.

Большинство фитопатогенных грибов имеет мицелий *эндофитный*, т. е. располагающийся внутри тканей растения. При этом мицелий может проникать внутрь клеток растения-хозяина и пронизывать их или располагаться в межклетниках, проникая в соседние клетки растения. Такой мицелий характерен для паразитных форм (*Peronosporaceae*, *Uredinales* и др.). Нередко мицелий развивается в межклетниках и пронизывает клетки тканей (*Ustilaginales* и др.).

Грибы размножаются вегетативным и репродуктивным способами. Вегетативное размножение осуществляется обрывками мицелия или образованиями мицелия, которые обособляются на отдельные клетки и легко отделяются (хламидоспоры, бластоспоры, оидии и геммы). Репродуктивное размножение осуществляется спорами, которые образуются с помощью специальных органов спороношения, и может быть бесполом (зооспоры, конидии) и половым (цисты, зигоспоры, ооспоры, аскоспоры, базидиоспоры).

Грибы сохраняются в окружающей среде в зимний период или при

неблагоприятных для развития условиях в форме некоторых видоизменений мицелия (склероции, тяжи, хламидоспоры), спор полового, а иногда бесполого спороношения, реже – в виде живого мицелия. Основными источниками первичной грибной инфекции являются почва, растительные остатки, семенной и посадочный материал, а также многолетние растения.

От растения к растению грибы распространяются с воздушными потоками, водой и дождем, с помощью насекомых или животных. Перенос инфекции фитопатогенных грибов может осуществляться также при проведении механизированных и ручных работ при уходе за растениями. Распространяются грибы преимущественно спорами бесполого спороношения.

Большое значение для роста и развития грибов имеет влажность субстрата и окружающей среды. Большинство грибов влаголюбивы, особенно необходимо наличие капельно-жидкой влаги и высокой относительной влажности воздуха для прорастания спор и заражения растений. Оптимальная температура для развития фитопатогенных грибов 18–25 °С.

В основу современной систематики грибов положены морфологические, цитологические, биологические, физиолого-биохимические признаки. По ней грибы относятся к 3 царствам, включающим в себя 7 отделов, 14 классов.

#### **4.2.2. Вирусы – внутриклеточные паразиты растений**

**Вирусы** представляют собой особую группу неклеточных форм жизни, обладающих собственным геномом, способных к воспроизведению в клетках всех видов организмов.

Вирусные частицы (вирионы) имеют характерные для каждого вида вируса форму и размеры. Это очень мелкие организмы, которые можно видеть только в электронный микроскоп.

Вирусы являются облигатными внутриклеточными паразитами на генетическом уровне, обладающими высокой инфекционностью.

Различные вирусы по-разному реагируют на температуру окружающей среды. Некоторые теряют свою жизнеспособность при температуре 25–45 °С, а другие выдерживают нагревание до температуры 80–90 °С в течение 10 мин (вирус табачной мозаики).

Вирусы обладают наследственностью и изменчивостью. Существует огромное количество штаммов одного и того же вируса, что затрудняет разработку защитных мероприятий против них.

Вирусы могут проникать в растение только через поврежденную покровную ткань, перемещаются по растению по сосудистой системе, преимущественно по флоэме, сверху вниз. От больных растений к здоровым вирусы передаются исключительно с клеточным соком. Различают следующие способы передачи:

1. *Контактно-механический*. Передача вирусов осуществляется при механическом соприкосновении листьев, стеблей больных и здоровых растений. Способствуют распространению контактных вирусов механические повреждения растений. Контактным способом распространяются вирусы, которые развиваются в клетках эпидермиса, т. е. возбудители мозаик.

2. *Векторная передача* – с помощью переносчиков. Самый распространенный способ передачи вирусов. Известно около 400 видов насекомых и клещей, переносящих свыше 200 различных вирусов. Так, персиковая тля способна передавать более 60 вирусов.

К источникам вирусной инфекции в природе относятся многолетние культурные и сорные растения, посадочный материал (клубни, луковицы, корнеплоды и т. д.), семена, особенно для вирусов, поражающих бобовые культуры (фасоль, сою и др.), вегетативный материал плодовых и ягодных культур, заготовленный с больных растений, пораженные растительные остатки, организм насекомых-переносчиков, почва (в ней вирусы могут сохраняться чрезвычайно редко в кристаллическом виде).

**Вирозами** называются болезни, вызываемые вирусами. Различают следующие типы вирозов:

1. *Мозаики*, для которых характерно изменение окраски пораженных органов, чередование светлых и темно-зеленых участков, частичной или местной деформации органов – мозаика лука, свеклы, табака, папоротниковидность или нитевидность листьев (мозаика томата), курчавость листовой пластинки (морщинистая мозаика картофеля).

2. *Желтухи*, для которых характерна общая хлоротичность без мозаичной окраски, чрезмерная кустистость и образование «ведьминых метел». Для желтух может быть характерна общая глубокая деформация, а также нарушение репродуктивных функций растения или полная его стерильность.

Основные методы диагностики вирозов:

1. *Визуальная диагностика* – метод, основанный на изучении внешних признаков болезни, самый доступный и неточный метод.

2. *Серологический метод*, или *метод сывороток* – основан на том, что вирусы (антигены), будучи введены в кровь теплокровных живот-

ных, вызывают накопление в плазме крови (сыворотке) специфических видоизмененных белков (антител).

3. *Установление инфекционности болезни* – здоровые растения заражаются от больных, если, например, причиной хлороза малины были плохие почвенные условия, то при пересадке растений в хорошую почву они перестают болеть через 3–4 недели и приобретают нормальный зеленый вид.

4. *Метод растений-индикаторов* – основан на использовании растений, дающих очень четкую реакцию, строго специфичную для определенного вида вируса (для вируса табачной мозаики, который поражает многие растения, таким растением является табак).

5. *Метод электронной микроскопии* – основан на знании формы и строения вирусных частиц определенного вида.

6. *Метод включений* – большинство вирусов образуют в клетке специфические включения, или кристаллы, состоящие из вирусных частиц. Имеется каталог таких включений.

7. *Иммуноферментный анализ* – особенно точный метод. Если фермент определенной группы поместить в питательную среду вместе с вирусными частицами, связывающими его, то по оставшемуся количеству фермента можно судить о наличии вируса.

8. *Люминесцентный метод* – основан на особом свечении клеток с вирусом.

Вироzy широко распространены и встречаются практически на всех сельскохозяйственных культурах во всех странах. Вредоносность вирусов заключается в существенном снижении урожайности культурных растений; изменении пищевой, кормовой и технологической ценности получаемой продукции; снижении хозяйственной ценности посевного и посадочного материала; повышении восприимчивости растений к другим болезням. Вироzy, в отличие от других болезней растений, часто обладают скрытым развитием, что затрудняет их диагностику, однако вирусы, как правило, не приводят к гибели растений.

#### **4.2.3. Бактерии: симбионты, патогены**

Бактерии представляют собой одноклеточные бесхлорофильные организмы, живущие за счет готовых органических веществ.

Бактериальная клетка состоит из цитоплазмы, в которой в виде мелких зерен распределено ядерное вещество, представленное ДНК. Почти все фитопатогенные бактерии имеют палочковидную форму, средние размеры от 0,5 до 4,5 мкм в длину и 0,3–0,6 мкм в ширину.

При неблагоприятных условиях фитопатобактерии образуют фильтрующиеся формы (L-формы) без клеточных стенок, с наступлением благоприятных условий они восстанавливают свою первоначальную форму. В L-форме бактерии могут длительное время находиться в растениях скрытно, что затрудняет своевременную диагностику бактериозов.

Бактерии обладают способностью окрашиваться по Граму, что связано с особенностью клеточных стенок удерживать красители. Данное свойство широко используется в диагностике бактериозов.

По характеру питания фитопатогенные бактерии – гетеротрофы. облигатных паразитов среди них не установлено. Большинство – факультативные сапротрофы и факультативные паразиты.

Большинство фитопатогенных бактерий имеет в своем составе ферменты, расщепляющие клеточные оболочки и пектиновые вещества, белок, гидролизующие крахмал, расщепляющие хлорофильные зерна, с их помощью бактерии переводят содержащиеся в растительной клетке вещества в усвояемые формы.

Питаются бактерии осмотически, через оболочку клеток. Патогенные бактерии могут выделять токсины, которые, воздействуя на растение, нарушают его ферментативные системы, вызывая отмирание или увядание тканей и органов.

Бактерии размножаются вегетативным путем – простым делением материнской клетки пополам (при благоприятных условиях оно повторяется каждые 20–30 мин).

Большинство бактерий аэробы, хорошо размножаются в нейтральной и слабощелочной среде (рН 7,0–8,0) при повышенной влажности воздуха. Оптимальная температура для размножения бактерий 20–25 °С. Однако начинается оно при температуре 5–10 °С. При 40 °С бактерии погибают в течение 10 мин.

Бактерии не проникают в растения через покровные ткани. Заражение происходит через естественные отверстия – устьица, чечевички или повреждения покровных тканей. В растениях бактерии передвигаются по сосудистой системе. Распространение патогена от больных растений к здоровым осуществляется:

- 1) с помощью ветра, дождя, человека (при уходе за растением);
- 2) при механическом контакте больных и здоровых растений, особенно если на последних имеются механические повреждения;
- 3) с семенами и посадочным материалом (с семенами распространяются возбудители угловатой пятнистости листьев огурца, сосуди-

стого бактериоза капусты, с посадочным материалом – черной ножки картофеля);

4) с орудиями труда (сельскохозяйственные машины, ножи и другие инструменты) и тарой;

5) с насекомыми, птицами (бактериальный ожог плодовых переносят пчелы, мокрую бактериальную гниль картофеля в хранилище распространяет плодовая муха-дрозофила).

Источниками бактериальной инфекции являются послеуборочные остатки до полной их минерализации; почва (непродолжительное время); поверхность растений, где патоген может находиться некоторое время в неактивной фазе (возбудитель бактериального ожога плодовых – на поверхности почек); тело насекомых (возбудитель слизистого бактериоза капусты сохраняется в личинках капустной мухи); растительные ткани, где бактерии могут находиться в скрытой форме без обнаружения характерных симптомов болезни; семена и посадочный материал (основной источник инфекции).

Бактериозами называют болезни растений, вызываемые бактериями. Основные симптомы бактериозов:

а) некрозы – расширяющиеся участки отмерших клеток, имеющих бурую или черную окраску (бактериальный рак косточковых, угловатая пятнистость листьев огурца);

б) гнили – под действием соответствующих ферментов разрушается межклеточное вещество, вследствие чего пораженная ткань превращается в мягкую кашицеобразную массу с характерным запахом (мокрая бактериальная гниль картофеля);

в) опухоли, галлы – бактерии стимулируют усиленное деление клеток пораженной ткани (корневой рак плодовых деревьев);

г) угнетение растений – ненормальное развитие отдельных органов (незавершенное формирование кочана у капусты при поражении ее сосудистым бактериозом);

д) образование бактериального экссудата (слизистых выделений) на поверхности пораженных органов (угловатая пятнистость листьев огурца).

Часто для бактериозов характерно сочетание различных симптомов. При поражении черной ножкой картофеля происходят увядание стеблей в период вегетации и гниль клубней в период хранения.

Методы диагностики бактериозов:

1. Тщательное изучение симптомов болезни (визуальная диагностика).
2. Микроскопический анализ срезов пораженной ткани с использованием красителей, облегчающих распознавание бактерий.

3. Изоляция и подробное изучение возбудителя (характер роста колоний, окраска, способность вызывать на искусственно инфицированных растениях те же симптомы, что и на исследуемом растении при естественном поражении).

Для идентификации бактерий используют такие признаки, как структура ДНК, состав клеточной стенки, окраска по Граму, реакция на сыворотку (серологический метод).

#### 4.2.4. Вредители сельскохозяйственных растений

Сельскохозяйственные культуры повреждают различные представители животного мира. Повреждая возделываемые человеком растения, **вредители** снижают не только урожайность, но и ухудшают качество продукции. При этом потери от вредителей могут достигать 5–50 %, а в благоприятные для их роста и развития годы урожай культуры может быть потерян полностью. Мировые потери от деятельности насекомых, клещей, слизней и других вредителей составляют четвертую часть от ущерба, наносимого всеми вредными организмами. И за последние десятилетия они увеличились более чем в 2 раза, несмотря на увеличение более чем в 10 раз объема защитных мероприятий.

Для эффективного контроля вредоносности вредителей необходимо глубокое познание их морфологических особенностей, биологии, многообразия, экологии, систематического положения, что позволит повысить урожай и качество сельскохозяйственных культур за счет устранения потерь урожая от деятельности вредителей.

Насекомые представляют класс *Insecta*, который относится к типу членистоногие – *Arthropoda*.

Тело насекомого делится на три основных отдела: голову, грудь и брюшко. Каждый отдел имеет придатки.

Придатками головы являются ротовые органы, усики и глаза (сложные и простые). Сложные глаза называются фасеточные, состоят из многочисленных мелких глазков (омматидиев), располагаются по бокам головы, выполняют зрительную функцию. У самцов некоторых мух занимают почти всю голову. Простые глаза (глазки) могут как быть, так и отсутствовать, если имеются, то чаще в количестве трех.

Усики или антенны представляют одну пару членистых образований. Они служат органом обоняния и осязания у насекомых. Нередко у самцов они крупнее, чем у самок. Строение усиков разнообразно у отдельных видов и групп насекомых, и этот признак широко

используются в диагностике и систематике насекомых. Различают следующие основные типы усиков: щетинковидный, нитевидный, четковидный, пиловидный, гребневидный, перистый, булавовидный, головчатый, пластично-булавовидный, коленчатый, веретеновидный, щетинконосный, неправильный.

Для насекомых, повреждающих сельскохозяйственные растения, характерны два основных типа ротовых органов – грызущий и колюще-сосущий. Грызущие ротовые органы являются первичными, предназначены для приема твердой пищи. Они состоят из непарных верхней и нижней губы и парных верхних и нижних челюстей. На нижней губе и челюстях имеются вытянутые членистые образования – щупики, по наличию двух пар которых у насекомых определяют грызущий ротовой аппарат.

Колюще-сосущие ротовые органы характерны для насекомых, питающихся клеточным соком растений с проколом субстрата. Колюще-сосущий ротовой аппарат состоит из тех же частей, что и грызущий, но они видоизменены, имеют другие назначения и названия. Верхняя губа сохранила свое название, расположена у основания хоботка. Хоботок образовался из нижней губы, выглядит в виде массивной иглы. В приеме пищи не участвует, служит футляром для колющих щетинок в спокойном состоянии и упором во время питания. Четыре колющие щетинки образовались из четырех челюстей и служат для прокалывания растительной ткани и всасывания пищи.

От способа питания и строения ротовых органов зависит характер повреждения, по которому можно диагностировать вредителей и выбрать группу инсектицидов для борьбы с ними. Так, для уничтожения насекомых, имеющих грызущие ротовые органы, можно применять инсектициды кишечного или контактного действия, тогда как против насекомых с сосущими ротовыми органами следует использовать инсектициды системного, контактного действия или фумиганты.

Придатками груди являются органы передвижения – ноги и крылья. Класс насекомых характеризуется наличием трех пар членистых ходильных конечностей (ног) и чаще двумя парами крыльев. Ноги крепятся по одной паре к каждому сегменту груди и имеют соответствующие названия: передние ноги – к передней груди, средние ноги – к средней груди и задние ноги – к задней груди. Передние крылья крепятся к средней груди, задние – к задней груди.

Ноги насекомых имеют сложное строение, их строение изменяется в зависимости от выполняемых функций. У насекомых специа-

лизируется чаще одна пара ног (передняя или задняя), а другие остаются ходильными. Соответственно образу жизни и уровню специализации у отдельных групп насекомых встречаются различные типы ног. Так, например, у вредителей бывают прыгательные, копательные, ходильные ноги, у насекомых с другим образом жизни и питания – бегательные, хватательные, плавательные, собирательные ноги.

Крылья насекомых представляют собой двухслойную складку покровов тела, которые сближаются, затвердевают и образуют тонкую эластичную пластинку. Между складками расположены трубковидные утолщения (жилки). Все крылья насекомых классифицируют по трем признакам: по консистенции, плотности, по жилкованию и по опушению. По консистенции и жилкованию различают следующие типы крыльев: жесткие, или роговые (у жуков), кожистые (у клопов), сетчатые, перепончатые. Жесткие и кожистые выполняют защитную функцию, сетчатые и перепончатые – летательную. У насекомых крылья могут быть однородными или разнородными. Однородными будут крылья, если обе пары одинаковые по консистенции, т. е. сетчатые или перепончатые. Разнородные – если передние и задние различаются по консистенции. Крылья, сплошь покрытые чешуйками (у бабочек) или короткими волосками (у ручейников), называются покрытыми, без них – голыми. Крылья являются одним из главнейших признаков классификации насекомых на отряды.

На брюшке у некоторых насекомых имеются видимые придатки: яйцеклады (у самок), грифельки (у самцов), церки (у представителей обоих полов).

Индивидуальное развитие, или онтогенез, насекомых проходит в два этапа – развитие внутри яйца, или эмбриональное, и развитие после выхода из яйца, или постэмбриональное.

Постэмбриональное развитие насекомых не является простым ростом и увеличением размера тела, оно характеризуется прохождением определенных фаз развития: личинки, часто куколки и далее взрослого насекомого, или имаго. Такой тип онтогенеза получил название развития с превращением, или метаморфоза.

В зависимости от фаз постэмбрионального развития у насекомых различают два основных типа превращений – неполный и полный.

Неполное превращение характеризуется прохождением трех фаз (стадий): яйцо, личинка, взрослое насекомое (имаго). При этом типе превращения личинки основными чертами схожи со взрослыми насе-

комыми и называются имагообразными, или первичными. Основные черты сходства имагообразных личинок с имаго: форма и окраска тела; тип ротовых органов; тип усиков; наличие зачаточных крыльев; строение и типы ног.

По неполному превращению развиваются следующие отряды насекомых: Прямокрылые, Полужесткокрылые, Равнокрылые, Бахромчатокрылые и др.

Полное превращение характеризуется прохождением четырех фаз: яйцо, личинка, куколка, имаго. В этом случае личинки по вышеуказанным чертам коренным образом отличаются от взрослых насекомых и называются неимагообразными, или вторичными. Поэтому куколка необходима для преобразования несхожей со взрослым насекомым личинки в имаго. Таким образом, сущность превращения заложена в организации личинки, в ее сходстве или отличии от имаго. Для определения типа превращения насекомого достаточно иметь в наличии лишь две стадии – личинку и имаго. По полному превращению развиваются следующие отряды насекомых: Жесткокрылые, Перепончатокрылые, Двукрылые, Чешуекрылые, Сетчатокрылые и др.

У представителей отрядов с полным превращением различают следующие типы неимагообразных личинок насекомых: безголовка (личинки отряда Двукрылые), безножка (личинки отрядов Жесткокрылые, Перепончатокрылые), истинная личинка (личинка отряда Жесткокрылые), гусеница (личинки отряда Чешуекрылые), ложногусеница (личинки отряда Перепончатокрылые).

Также у насекомых с полным превращением различают следующие три типа куколок: свободные, или открытые (у большинства представителей отрядов Жесткокрылые, Перепончатокрылые, а также у некоторых представителей отряда Двукрылые); покрытые (у большинства представителей отряда Чешуекрылые и некоторых представителей отряда Жесткокрылые); бочонкообразные, или скрытые (у представителей отряда Двукрылые).

Класс *Insecta* включает 34 отряда насекомых. Из них важнейшее значение в условиях Республики Беларусь имеют 8 отрядов, включающие основных вредителей сельскохозяйственных культур. Главными признаками, по которым класс *Insecta* делится на отряды, являются типы ротовых органов, число пар крыльев и их строение, превращение.

Наряду с насекомыми, которые наиболее разнообразны по обилию видов и степени вредоносности, в сельском хозяйстве встречается

много вредителей из позвоночных и беспозвоночных животных, способных наносить значительный ущерб урожаю культурных растений: грызуны, брюхоногие моллюски, нематоды, клещи.

**Нематоды** относятся к типу первичнополостные, или круглые черви – *Nemathelminthes*, классу *Nematoda*. Нематоды, питающиеся растениями, или фитогельминты, обычно небольших размеров (0,5–5,0 мм длиной). Форма тела у них нитевидная и веретеновидная, реже грушевидная или шаровидная. Тело их не сегментировано, но различают в нем три отдела: головной, или передний, включающий головную капсулу и глоточный участок; собственно тело, или средний, границами которого служат начало средней кишки спереди и анальное отверстие сзади; хвостовой, или задний, отдел начинается за анальным отверстием.

В центре головной капсулы расположено ротовое отверстие, окруженное головными буграми и подвижными губами. Вслед за ним открывается ротовая полость (стома). У типичных фитогельминтов стенки стомы образуют копые или стилет, и тогда просвет ротовой полости становится капиллярным. С помощью стилета нематоды прокалывают пищевой субстрат и всасывают частично переваренную пищу, т. е. по механизму воздействия на растения ротовые органы нематод колюще-сосущие и представлены стилетом.

Тело нематод покрыто эластичной, прочной белковой кутикулой, у фитонематод кутикула чаще кольчатая. Колец различное количество, и они имеют определенную и специфическую для возраста и вида ширину.

Нематоды – раздельнополые животные с выраженным половым диморфизмом, характеризующимся наличием вторичных половых признаков. В процессе развития нематоды проходят фазу яйца, личинки и взрослой особи, т. е. развиваются с превращением. Личинки имеют 4 возраста, разделенные линьками.

Подкласс **Клещи** (*Acari*) и подкласс Пауки (*Aranea*) относятся к классу Паукообразные (*Arachnida*), типа Членистоногие (*Arthropoda*). Подкласс Клещи включает три отряда: Клещи-сенокосцы, Паразитиформные и Акариформные. Причем наиболее важное хозяйственное значение для человека имеют представители двух последних отрядов.

Тело клещей характеризуется небольшими (микроскопическими) размерами, у большинства групп оно не сегментировано. Различают два основных отдела: передний, или гнатосому, представляющую комплекс ротовых конечностей, и собственно тело, или идиосому,

несущую ходильные конечности. В отличие от насекомых у взрослых клещей число пар членистых ходильных конечностей не постоянно – от четырех до двух пар, за редким исключением до одной пары.

Ротовые органы у клещей бывают грызущие, например, у амбарных клещей и колюще-сосущие, например, у паутиных клещей, но они устроены иначе, чем у насекомых. Кожные покровы клещей состоят из слабохитинизированной кутикулы, гиподермы и базальной перепонки.

В течение индивидуального развития клещи проходят фазу яйца, личинки, нимфы и взрослого клеща, т. е. они развиваются с превращением. Личинка имеет 3 пары ног, т. е. на одну пару меньше, чем нимфы и взрослые особи.

По широкой приспособленности к различным местообитаниям клещи приближаются к насекомым. Многие их виды являются серьезными вредителями ценных сельскохозяйственных растений. Так, при отказе от мероприятий по борьбе с обыкновенным паутиным клещом потери урожая огурца и томата в защищенном грунте могут достигать 30–50 %. Земляничный клещ может снизить урожай ягод до 40–70 %. Почковый клещ до сих пор также остается опасным вредителем для черной смородины в большинстве районов мира, где возделывается эта культура. Большой вред зерну, муке, крупе и другим продуктам в период хранения причиняет еще одна специфическая группа так называемых амбарных клещей. Повреждение ими зародышей семенного зерна приводит к резкому снижению всхожести посевного материала. Мука, заселенная клещами, приобретает неприятный привкус и запах; при этом резко снижаются ее хлебопекарные качества. Продукты, в сильной степени поврежденные клещами, нельзя использовать в пищевых и кормовых целях.

**Голые слизни** относятся к отряду Стебельчатоглазые улитки – *Stylommatophora*, подклассу Легочные – *Pulmonata*, классу Брюхоногие моллюски – *Gastropoda*, типу Моллюски, или Мягкотелые, – *Mollusca*. Тело голых слизней не сегментировано, но состоит из 3 отделов – головы, туловища и ноги. На голове расположены 2 пары щупалец, которые при раздражении втягиваются внутрь головы, и ротовое отверстие, окруженное кожными складками, или губами. Оно ведет в ротовую полость. Ротовые органы голых слизней протирающие, по механизму действия на пищевой субстрат – грызущие. Сверху глотки в ротовую полость свисает непарная роговая челюсть. Из глотки выступает подушкообразный язык, сверху покрытый тонкой роговой пленкой, усаженной микроскопическими роговыми зубчиками, которые составляют терку.

На верхней стороне тела лежит мантия. Нога подстилает туловище и отделена от него ясной кольцевой бороздкой. Нижняя сторона ноги (подошва) гладкая (ариониды) или разделена двумя продольными бороздами на 3 полосы (лимациды).

Кожа голых слизней лишена кутикулы, представлена гиподермой, покрытой слизью. Голые слизни также яйцекладущие животные, из яиц отрождается молодь, т. е. молодые особи, которые постепенно (без линек) вырастают во взрослых особей.

**Вредные грызуны** относятся к двум отрядам класса Млекопитающие (*Mammalia*) – Грызуны и Зайцеобразные. При этом наибольший вред сельскохозяйственному производству наносят грызуны, которых насчитывается более 1500 видов. Отряд отличается не только видовым разнообразием и множеством адаптивных форм, но и высокой численностью отдельных видов.

Грызуны существенно отличаются по образу жизни, местообитанию, строению тела, характеру питания, типу размножения. Также они различаются по характеру потребляемой ими растительной пищи. Многие виды поедают зеленые части растений, служащие им также источником воды. Для других видов необходима более калорийная пища, и основу их рациона составляют семена. При отсутствии тех или иных необходимых виду кормов они достаточно легко переходят на другой тип питания, например, в зимнее время обгрызают кору деревьев. Это свойство грызунов делает их весьма опасными вредителями.

Грызуны наносят существенный вред как пищевые конкуренты человека и домашних животных. Они повреждают сельскохозяйственные культуры в период вегетации и созревания урожая, а также высеянные семена и собранные кормовые запасы.

Наиболее вредоносны в нашей стране мышевидные грызуны (полевки, мыши). В плодовых садах зимой некоторые виды грызунов и зайцеобразных обгрызают кору деревьев, нанося особенный урон молодым саженцам. При численности 300 нор/га обыкновенной полевки на полях люцерны уничтожается до 32 % растительности.

Наибольший ущерб урожаю наносят насекомые, что объясняется, прежде всего, их биологическими особенностями, обилием видов, высокой плодовитостью и быстротой размножения. Вредители классифицируются по систематическому принципу и по характеру питания. Растительоядные вредители разделяются на полифагов, или многоядных, питающихся растениями разных семейств; олигофагов, или огра-

ниченноядных, питающихся растениями разных видов одного семейства; монофагов, или одноядных, питающихся преимущественно растениями какого-либо одного вида. Большой ущерб урожаю разных культур наносят многоядные вредители (шелкуны, медведка, луговой мотылек, совка-гамма и др.). Многочисленны олигофаги (например, шведские мухи, зеленоглазка, пьявица синяя и др., питающиеся исключительно злаковыми растениями; клубеньковые долгоносики, гороховые плодоярки, гороховая тля и др. повреждают бобовые растения; капустная белянка, капустная моль, крестоцветные блошки, капустная муха и др. питаются крестоцветными растениями). Из одноядных очень вредны гороховая зерновка, питающаяся горохом, клеверный долгоносик – клевером, и т. д. Вредных насекомых и клещей классифицируют также по группам повреждаемых ими культур – вредители хлебных злаков, вредители овощных культур и т. д., что для практических целей удобно.

Различают два основных типа повреждений растений.

1. Грызущие насекомые объедают растения грубо или частично с краев листа, скелетируют листья, обгладывают паренхиму и т. д., перегрызают или частично надгрызают листья, стебли и побеги, проедают ходы, минируют листья и стебли, выгрызают под корой луб, камбий и древесину и т. д.

2. Колюще-сосущие насекомые, например, тли, клопы и др. перед питанием вводят в растения выделения слюнных желез, ферменты которых вызывают ряд биохимических изменений, приводящих к изменению окраски, деформации, образованию галлов. Зачастую те или иные вредители в своем питании приурочены к определенным органам растений. Отсюда группы вредителей корней, стеблей, листьев, бутонов, цветков, плодов и т. п. Важной видовой особенностью вредителей является также в той или иной степени выраженная избирательность в отношении возрастного и физиологического состояния повреждаемого органа растения. Так, тли предпочитают питаться молодыми тканями, вишневый слизистый пилильщик – взрослыми тканями и т. д.

Условия жизни и существования организмов, т. е. внешняя среда, создается из совокупности факторов среды, или экологических факторов. Эти экологические факторы непрерывно воздействуют на вредителей, создавая те или иные условия их существования.

Жизнь любого насекомого возможна только в определенном температурном интервале. Температура, как ниже оптимума, так и выше его, приводит к замедлению развития, а при ее экстремальных

значениях – к гибели насекомых. Температура может влиять и на состояние кормового растения, увеличивая или уменьшая его ценность, а также на популяции конкурентов, хищников и паразитов.

По степени требовательности к влажности среды, насекомые проявляют различную избирательность. Среди них можно различить крайне влаголюбивых – гигрофилов (жужелицы карабусы, стрекозы, комары); умеренно влаголюбивых – мезофилов (озимая совка) и сухолюбивых – ксерофилов (чернотелки, пустынная саранча).

Избыток влажности воздуха обычно не приводит к гибели, а, прежде всего, сказывается на длительности развития. Недостаток влажности переносится хуже, наблюдается депрессия, снижается плодовитость и часто вызывает гибель насекомых. Поэтому в жарких и засушливых условиях у фитофагов увеличивается вредоносность для компенсации испаренной влаги.

Почва представляет собой весьма важную среду обитания, и с ней связано в тот или иной период своей жизни громадное количество видов насекомых, которые вместе с другими многочисленными представителями беспозвоночных (дождевые черви, многоножки, нематоды, пауки) входят в общий биоценотический комплекс населяющий почву.

В жизни почвообитающих вредителей существенную роль играют физические и химические свойства почвы и прежде всего механический состав, структура, плотность почвы, ее влажность и температура, аэрация, содержание органических веществ, химический состав. Так, правильные приемы обработки почвы снижают численность насекомых-вредителей, влияют на размножение, выживаемость и в конечном итоге – на повреждаемость растений. Проведение известкования создает неблагоприятные условия для обитания насекомых-фитофагов, предпочитающих кислую среду обитания.

Таким образом, знание биоэкологических особенностей развития фитофагов позволяет изменять указанные экологические факторы с целью снижения численности и вредоносности вредных организмов.

#### **4.2.5. Сорные растения**

Сорные растения – это растения, не возделываемые человеком, но приспособившиеся к произрастанию в посевах культурных растений и наносящие им вред. Наряду с сорняками в посевах могут встречаться и засорители, т.е. культурные растения другого вида или сорта, являющиеся также нежелательными компонентами агробиоценоза.

Например, *ромашка непахучая*, *метлица полевая* в посевах озимой пшеницы является сорняком, а растения *озимой ржи* в этих же посевах считаются засорителем.

На полях Республики Беларусь встречаются более 300 видов сорных растений, среди которых наиболее распространенными и вредоносными являются 30–40 видов. По данным исследователей, в разрезе агроклиматических зон республики в одинаковой степени засоряют посевы зерновых культур: из однолетних – *василек синий*, *галинсога мелкоцветная*, *виды горца*, *звездчатка средняя*, *марь белая*, *метлица обыкновенная*, *мятлик однолетний*, *незабудка полевая*, *пастушья сумка*, *пикульник обыкновенный*, *подмаренник цепкий*, *просо куриное*, *ромашка непахучая*, *фиалка полевая*; из многолетних – *бодяк полевой*, *дрема белая*, *мята полевая*, *осот полевой*, *подорожник большой*, *пырей ползучий*, *чистец болотный*, *полынь обыкновенная*.

Сорняки причиняют ощутимый ущерб сельскому хозяйству. Сорняки, вредители и болезни растений ежегодно уносят до 25 % урожая в развитых и до 40 % в развивающихся странах. Потери урожая сельскохозяйственных культур в мире от сорняков и других вредных организмов составляют: зерновых – 500–510 млн. т, сахарной свеклы – 65–75, картофеля – 125–135, овощей – 78–79 млн. т. Оцениваются они в 75 млрд. долларов США.

Потери урожая зерна озимых зерновых культур в Беларуси от сорных растений составляют в среднем 14,8–7,2 %. При наличии 5 сорняков на 1 м<sup>2</sup> посевов картофеля урожайность его клубней снижается на 2,4 %, 25 шт/м<sup>2</sup> – на 10,9 %, 50 шт/м<sup>2</sup> – на 19,4 %, 100 шт/м<sup>2</sup> – на 31,5 % и при 200 шт/м<sup>2</sup> – на 43 %. При отсутствии мер борьбы с сорняками недобор урожая сахарной свеклы достигает 80 %.

Отрицательное влияние сорных растений на рост и развитие возделываемых культур является следствием многих факторов и может быть как прямым, так и косвенным.

Прямое неблагоприятное влияние сорняков выражается, прежде всего, в том, что они, конкурируя за свет, влагу, элементы минерального питания, ухудшают условия жизни культур.

Такие сорняки, как *редька дикая*, *марь белая*, *ромашка непахучая*, *виды осотов*, развивая мощную вегетативную массу и возвышаясь над посевом, затеняют культурные растения. Кроме того, это приводит к снижению температуры почвы на 1–4 °С, что в некоторой степени ухудшает деятельность почвенных микроорганизмов, снижается их активность.

Многие сорные растения (*горчица полевая*, *овсюг*, *василек синий*, *амброзия полыннолистная* и др.) в отдельные периоды вегетации расходуют в 1,5–2 раза больше влаги, чем культурные растения. В результате этого влажность почвы в корнеобитаемом слое может снижаться на 2–5 %. Например, для образования одного грамма сухого вещества пшеница расходует 3,9 г воды, картофель – 1,4, овес – 5,8, а *ярутка полевая* – 10,0, *торица полевая* – 12,0, *гречишка вьюнковая* – 7,1 г. Результаты исследований показывают, что с одного квадратного метра сильно засоренного поля за 30 дней может испариться 130–140 кг воды, в то время как на чистых посевах при таких же условиях погоды – 35–40 кг воды.

Сорняки по выносу элементов питания превосходят культурные растения. Если пшеница среднеурожайного поля выносит за период вегетации с гектара 45–50 кг азота, то *осот розовый* (*бодяк*) – 138 кг, а калия – 117 кг (в пять раз больше, чем пшеница). Некоторые виды сорных растений усваивают элементы питания более интенсивно, чем культурные растения. Так, если у яровой пшеницы, льна и проса коэффициент использования азота равен 36–56 %, то у *метлицы полевой*, *ромашки непахучей*, *мари белой*, *горчицы полевой*, *подмаренника цепкого* он колеблется от 56 до 70 %.

Разнообразно и косвенное отрицательное влияние сорных растений. Они способствуют размножению и распространению вредителей и болезней, которые поражают культурные растения. Сорняки из семейства Крестоцветные (Капустные) служат очагами размножения бабочки-капустницы, капустной тли, крестоцветных блошек, рапсового клопа и др. *Горчица полевая*, *редька дикая*, *пастушья сумка* являются резервуарами грибных заболеваний – килы капусты, плесени белой, мучнистой росы. *Пырей ползучий* служит промежуточным растением – хозяином стеблевой, желтой и корончатой ржавчины зерновых культур. *Щетинники*, *василек синий*, *марь белая*, *бодяк полевой* – переносчики корневой гнили, мозаики злаковых культур. Отдельные виды сорняков (*марь белая*, *щирца запрокинутая*, *вьюнок полевой* и др.) содержат вирус X в скрытом виде, что приводит к массовому заражению культурных растений. Заражение этим вирусом посадок картофеля приводит к недобору урожая на 17 % и более.

На засоренных полях уборка урожая сильно затруднена. Сырая хлебная масса плохо обмолачивается, снижается до 60 % производительность используемой уборочной техники, увеличиваются травмируемость и потери зерна. На полях, засоренных корневищными и корнеотпрысковыми сорняками (*пыреем ползучим*, *хвощом полевым*),

тяговое усилие при обработке почвы возрастает на 20–30 %, что увеличивает износ рабочих органов почвообрабатывающих орудий и расход ГСМ.

Сорные растения ухудшают качество растениеводческой и животноводческой продукции. Так, наличие в урожае незрелых влажных плодов или соцветий сорняков (*соплодия мари, полыни, осота*) значительно повышает влажность зерна, что ставит его под угрозу порчи. Примесь семян *куколя обыкновенного, плевела опьяняющего* в размалываемом зерне в количестве 0,5 % делает муку ядовитой, наличие *полыни* придает муке горьковатый привкус. Сорняки на пастбищах, в сене или зеленом корме могут вызвать отравление скота (*лютик едкий, лютик ползучий, хвощ полевой*). Поедание некоторых видов сорных растений (*чеснок дикий, полынь и др.*) снижает качество молока. Наличие сорных растений в посевах зерновых культур приводит к их полеганию, формированию щуплого зерна, повышает его пленчатость, уменьшает содержание белка и т. д.

Сорняки вызывают заболевания людей, известные в народе под названием «сенная лихорадка» или «пыльцевая болезнь». Данное заболевание вызывает пыльца следующих сорных растений: *лебеда раскидистая, марь белая, марь амброзиевидная, щирица колосистая, полынь холодная, пижма, подорожник ланцетолистный, пырей ползучий, тысячелистник обыкновенный, амброзия*.

Широкое распространение на полях, огромная конкурентоспособность сорняков обусловлены также и рядом их биологических особенностей, из которых можно выделить следующие:

*Высокая плодовитость* сорных растений. Подсчитано, что одно культурное растение при самых благоприятных условиях способно дать 1200–1500 семян (зерен), а большинство сорняков образует от 1000 до 15000 семян. Обильным плодоношением отличается большинство так называемых мусорных сорняков. Например, *подорожник большой* дает до 390 тыс. семян, *гулявник* – до 730 тыс., *марь многосемянная* – до 3 млн., *чернобыльник* – до 10,5 млн. шт.

*Различные способы распространения* семян сорных растений. В процессе эволюции сорняки выработали приспособления у семян и плодов для их распространения с помощью ветра, воды, птиц, животных, человека и сельскохозяйственных орудий.

*Высокая долговечность и жизнеспособность* семян сорных растений. Семена многих сорняков пребывают в почве десятилетиями и не теряют своей всхожести. Так, семена *овсюга, мари белой, торницы полевой* способны сохранять всхожесть при нахождении в почве на

протяжении 5–7 лет, *звездчатки средней*, *горчицы полевой*, *щиряцы запрокинутой*, *донника желтого* – 30 лет, *нивяника*, *щавеля курчавого* – свыше 40 лет. Кроме того, попадая в неблагоприятные условия, семена многих видов сорных растений не теряют всхожести. Так семена *щиряцы белой*, *ярутки полевой*, *мышья сизого*, *подмаренника цепкого* и *донников* при поедании животными сохраняют всхожесть, пройдя через их желудочно-кишечный тракт.

*Недружность прорастания семян.* Семена большинства сорных растений, осыпавшиеся на почву, осенью не прорастают или прорастает лишь незначительное их количество, т. е. на растении формируются разнокачественные по степени спелости семена. Например, у растений *мари белой* формируется три типа семян: крупные плоские семена коричневого цвета – дают всходы в год созревания, осенью; более мелкие, коричневого цвета, с толстой оболочкой – дают всходы на второй год после созревания и мелкие, блестящие семена, черного цвета – прорастают на третий год после созревания.

*Наличие семенного и вегетативного способов размножения.* У ряда многолетних, наиболее злостных, сорных растений вегетативное размножение преобладает над семенным размножением. На 1 м<sup>2</sup> при сильной засоренности почвы *осот желтый* может иметь на корнях размножения до 18 тыс. почек, а *пырей ползучий* на корневищах – до 26 тыс. почек возобновления, что соответствует в пересчете на 1 га для осота 180 млн. почек, а для пырея – 260 млн. почек при длине корней и корневищ 246 км и 1265 км соответственно.

*Специализация сорняков и лучшая приспособляемость к условиям окружающей среды.* Многие сорные растения выработали приспособительные признаки, позволяющие им постоянно удерживаться в посевах определенных культур. Так, *плевел льняной* приспособился настолько к посевам льна-долгунца, что растения сорняка очень сходны по внешнему облику с культурой, а их семена при очистке трудно разделить. Аналогичные свойства выработали *овсюг*, засоряющий посевы овса, ячменя и яровой пшеницы, *куруное просо* – в посевах проса и суданской травы, *костер ржаной* – в посевах озимой ржи. Кроме того, ряд сорных растений (*бодяк полевой*, *вьюнок полевой*, *хвоц полевой*) имеют мощную, глубокопроникающую корневую систему, что дает им возможность использовать влагу и питательные вещества из более глубоких слоев почвы. Всходы ранних яровых сорняков появляются при более низких температурах, чем у яровых культурных растений, т. е. значительно раньше.

*Видовое многообразие и различные биологические особенности сорняков* не позволяют рекомендовать защитные мероприятия непосредственно для каждого вида и каждой разновидности сорных растений. Поэтому необходимо, используя сходные биологические особенности у различных видов по времени появления всходов, темпам роста и развития, продолжительности жизни и вегетации, способности и способам размножения, объединить их в агробиологические группы (рис. 4.1).

В основу классификации сорняков положены важнейшие биологические признаки: способ питания, продолжительность жизни и способ размножения растений.

По *способу питания* сорняки разделяют на паразитные и зеленые растения. Паразитные сорняки в своих органах не имеют хлорофилловых зерен и поэтому не могут синтезировать органическое вещество. Для жизни они используют пластические вещества зеленых растений, на которых паразитируют. Они в свою очередь делятся на полных паразитов и полупаразитов. Полные паразиты могут быть разделены на стеблевые и корневые по месту прикрепления к растению-хозяину. К стеблевым паразитам относят все виды повилики, паразитирующих на стеблях растений, а к корневым – все виды заразих, паразитирующих на их корнях. Полупаразиты таких делений не имеют, т. е. являются только корневыми.

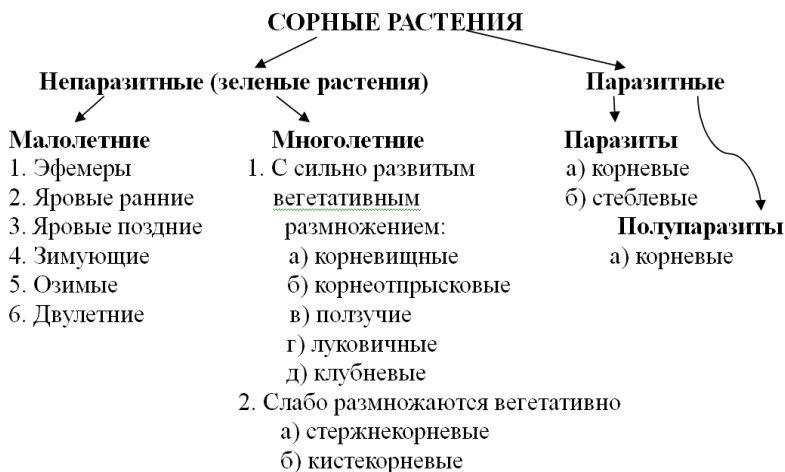


Рис. 4.1. Агробиологическая классификация сорных растений

Непаразитные (зеленые) сорные растения самостоятельно продуцируют органическое вещество из углекислого газа и воды в процессе фотосинтеза. Они делятся на две группы в зависимости от продолжительности жизни и способа размножения. Первую группу составляют малолетники, размножающиеся преимущественно семенами и плодоносящие один раз в жизни (эфимеры, яровые ранние, яровые поздние, зимующие, озимые, двулетники). Ко второй группе относят все многолетние растения с различными способами размножения и плодоносящие неоднократно (корневищные, корнеотпрысковые, стержнекорневые, кистекорневые, дерновые, ползучие, луковичные, клубневые).

## 5. ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

### 5.1. Почва как основное средство сельскохозяйственного производства

#### 5.1.1. Почвообразование и структура почвы

Почвообразование – сложный природный процесс образования почв из горных пород под воздействием комплекса факторов.

Преобразование горной породы в почву (почвообразование) представляет собой цепь сложных механических, физических, химических, физико-химических, биологических явлений, чередующихся во времени и взаимосвязанных между собой. Почвы, в отличие от горных пород, обладают плодородием – способностью удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла для нормальной жизнедеятельности и создания урожая.

В результате процессов выветривания горные породы теряют свои первоначальные свойства, приобретают рыхлое сложение, способность поглощать и удерживать влагу, становятся водо- и воздухопроницаемыми.

Внешний облик сформировавшейся почвы, ее свойства зависят от сочетания конкретных условий, именуемых факторами почвообразования, под влиянием которых протекал почвообразовательный процесс (климата, растительности, рельефа, почвообразующей породы, производственной деятельности человека).

**Факторы почвообразования.** Существующая теория почвообразовательного процесса строится на учении В. В. Докучаева о факторах почвообразования, где он рассматривал почву как переменную функцию от климата, материнских пород, растительных и животных организмов, рельефа местности, возраста страны. В настоящее время к названным факторам добавлена производственная деятельность человека. По своему влиянию на почвообразовательный процесс все факторы равноценны и незаменимы.

**Климат.** Под атмосферным климатом понимают среднее состояние атмосферы в той или иной точке земного шара, характеризующееся средними показателями метеорологических элементов (температура, осадки, влажность воздуха и т. д.), а также их крайними значениями в

течение суток, сезона, года. С точки зрения влияния климата на процессы почвообразования, наиболее важное значение имеют такие показатели, как температура и количество выпадающих осадков, с которыми связаны водные и тепловые свойства почв и интенсивность биологических процессов. Климат оказывает как прямое, так и косвенное влияние на почвенные процессы.

*Рельеф.* Роль рельефа как фактора почвообразования сводится в основном к перераспределению солнечной радиации и осадков в зависимости от экспозиции и крутизны склонов. С рельефом связаны водный, тепловой, питательный, солевой режимы почв, интенсивность окислительно-восстановительных процессов. Склоны различной крутизны и экспозиции получают неодинаковое количество тепла. От рельефа зависит характер распределения атмосферных осадков и глубина залегания грунтовых вод. Перераспределяя климатические элементы, рельеф оказывает влияние на состав растительности, темпы разложения и накопления органического вещества, морфологию почв. С рельефом связано развитие эрозионных процессов.

*Биологический фактор.* Зеленые растения, животные, микро-организмы образуют в природе сложные ценозы, под совместным воздействием которых, а также за счет продуктов их жизнедеятельности осуществляются основные звенья почвообразования: синтез и разрушение органических веществ, биологическая аккумуляция и миграция продуктов почвообразования, разрушение и образование новых минералов. Все эти явления определяют сущность почвообразовательного процесса и формирование основного свойства почв – плодородия.

Наиболее существенная роль в почвообразовании принадлежит высшим *зеленым растениям*. В процессе жизнедеятельности зеленые растения накапливают биомассу, часть которой в виде корневых остатков и опада ежегодно возвращается в почву. Таким образом, они служат не только источником органического вещества в почве, но с их участием осуществляется биологический круговорот веществ, следствием которого является аккумуляция потенциальной энергии, азота и зольных элементов в верхних слоях почвообразующей породы, формирование почвенного профиля и в конечном итоге плодородия почвы. Характер участия зеленых растений в процессах почвообразования зависит от типа растительности и интенсивности биологического круговорота. Среди почвенной фауны более или менее существенное значение в жизни почвы имеют следующие группы

организмов: простейшие (корненожки, инфузории), беспозвоночные (дождевые черви), насекомые (жуки, муравьи), позвоночные (различные грызуны).

*Почвообразующие породы.* Почвообразующие породы являются материальной основой, на которой формируется почва. Породы передают почвам гранулометрический, минералогический и химический состав, физические и химические свойства, которые со временем подвергаются существенным изменениям под влиянием почвообразовательного процесса.

*Производственная деятельность человека.* В настоящее время на фоне природных факторов существенное влияние на направленность и интенсивность процессов почвообразования оказывает производственная деятельность человека. Весь комплекс мероприятий, связанных с использованием почв в сельскохозяйственном производстве, направлен на улучшение их основного свойства – плодородия. Под влиянием обработки, удобрений, мелиорации в почвах увеличивается содержание элементов питания растений, возрастает количество гумуса и улучшается его качественный состав, изменяется в положительную сторону водный, воздушный и тепловой режимы, физические свойства, активизируются микробиологические процессы.

*Время.* Важное значение в формировании и развитии почв имеет фактор времени. При изучении почв различают их абсолютный и относительный возраст. Абсолютный возраст – время от начала формирования почвы до наших дней. Он может исчисляться годами (почвы минеральных карьеров, насыпные почвы) и миллионами лет. Наиболее старыми являются ненарушенные тропические почвы, более молодые – почвы северных территорий, где почвообразование началось после последнего оледенения. Относительный возраст характеризует скорость протекания почвообразовательного процесса, быстроту смены стадий почвообразования; зависит от климатических условий, рельефа, состава и свойств почвообразующих пород. Почвы южных зон, одинаковые по абсолютному возрасту с северными, будут сравнительно более старыми по сравнению с ними же.

*Строение почвенного профиля* – это внешний его облик в вертикальном разрезе, обусловленный наличием определенных горизонтов, и их чередование в определенной последовательности. Формирование тех или иных горизонтов, связано с протекающими в почве процессами и характером использования почв. Каждый горизонт имеет свое название и буквенное обозначение.

Изучение и описание почв, установление их таксономических рангов лучше всего проводить в полевых условиях на примере почвенного профиля. Почвенный профиль представляет собой вертикальный разрез почвенной толщи на глубину до 2 м.

Пример почвенного разреза представлен на рис. 5.1.



- Ап 0–30 – пахотный горизонт: моренный суглинок легкий, серого цвета с буроватым оттенком, пронизан корнями растений, свежий, уплотненный, мелкокомковатой структуры, присутствуют валунчики, переход в нижележащий горизонт ясный, почти ровной линией;
- А<sub>в</sub>В<sub>1</sub> 30–65 – элювиально-иллювиальный горизонт: моренный суглинок легкий, красновато-бурого цвета с белесыми пятнами и отдельными черными пунктациями марганцевых конкреций, свежий, плотный, плитчато-ореховой структуры, присутствуют валунчики разных размеров, переход заметный;
- В<sub>с</sub> 65–80 – переходный к почвообразующей породе горизонт: моренный суглинок легкий, красновато-светлокорицевого цвета, сырой, уплотненный, ореховато-плитчатой структуры, присутствуют валунчики разных размеров, переход постепенный;
- С<sub>г</sub> 80–120 – почвообразующая порода: моренный суглинок легкий, буровато-коричневого цвета со слабо выраженным сизоватым оттенком; сырая, плотная, плитчатой структуры, присутствуют валунчики различных размеров

Рис. 5.1. Почва: дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощных моренных легких суглинках

*Структура.* Под структурой понимают агрегаты, на которые способна распадаться почва. Структурное состояние почв зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса, карбонатов. Структура отсутствует у песчаных почв, хорошо выражена у окультуренных суглинистых и глинистых. В зависимости от формы агрегатов выделяют три основных типа почвенной структуры: кубовидная, призмовидная, плитовидная (рис. 5.2).

I. Кубовидная – структурные агрегаты развиты одинаково по трем взаимно перпендикулярным осям. В зависимости от размера и прочности агрегатов делится на роды: глыбистая, комковатая, ореховатая, зернистая. Глыбистая структура имеет место в иллювиальных горизонтах дерново-подзолистых почв на тяжелых породах, комковатая – в верхних горизонтах, зернистая – в гумусовом горизонте дерновых почв.

II. Призмовидная – структурные агрегаты развиты по вертикальной оси. Характерна для иллювиальных горизонтов солонцов, солодей, солонцеватых почв. Выделяют следующие роды: столбовидная, столбчатая, призматическая.

III. Плитовидная – структурные агрегаты развиты по горизонтальным осям. Встречаются преимущественно в подзолистых горизонтах подзолистых, дерново-подзолистых почв. Подразделяются на плитчатую, пластинчатую, листоватую, чешуйчатую.

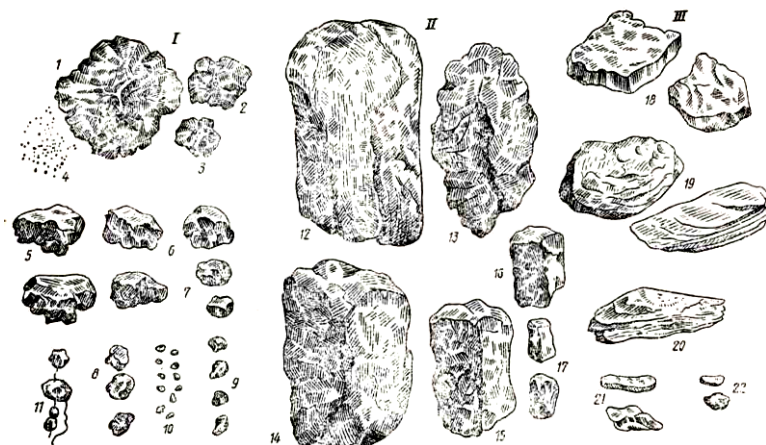


Рис. 5.2. Главнейшие виды почвенной структуры по С. А. Захарову:

I тип: 1 – крупнокомковатая; 2 – среднекомковатая; 3 – мелкокомковатая; 4 – пылеватая; 5 – крупноореховатая; 6 – ореховатая; 7 – мелкоореховатая; 8 – крупнозернистая; 9 – зернистая; 10 – порошистая; 11 – «бусы» из зерен почвы.

II тип: 12 – столбчатая; 13 – столбовидная; 14 – крупнопризматическая; 15 – призматическая; 16 – мелкопризматическая; 17 – тонкопризматическая.

III тип: 18 – сланцеватая; 19 – пластинчатая; 20 – листоватая; 21 – грубочешуйчатая; 22 – мелкочешуйчатая

**Классификация почв по гранулометрическому составу.** В состав почв фракции механических элементов входят в различных соотношениях. Поскольку отдельные фракции различаются по свойствам, то и почвы будут обладать неодинаковыми свойствами в зависимости от содержания в них тех или иных фракций.

Почвы различного гранулометрического состава можно объединить в несколько групп с учетом их физических, физико-химических,

химических свойств. В настоящее время получила применение классификация почв и пород по гранулометрическому составу, предложенная Н. А. Качинским (табл. 5.1).

Таблица 5.1. **Классификация почв и пород по гранулометрическому составу (по Н. А. Качинскому)**

Название почв (пород) по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (мельче 0,01 мм), %	Содержание физического песка (крупнее 0,01 мм), %
Песок рыхлый	0–5	100–95
Песок связный	5–10	95–90
Супесь рыхлая	10–15	90–85
Супесь связная	15–20	85–80
Суглинок легкий	20–30	80–70
Суглинок средний	30–40	70–60
Суглинок тяжелый	40–50	60–50
Глина легкая	50–65	50–35
Глина средняя	65–80	35–20
Глина тяжелая	Более 80	Менее 20

Примечание. Классификация дана для почв таежно-лесной зоны.

Руководствуясь этой классификацией, основное название почвы по гранулометрическому составу дают по содержанию физической глины (частицы менее 0,01 мм) и физического песка (частицы более 0,01 мм). Например, при содержании физической глины 22,27 % и физического песка 77,73 % почва по гранулометрическому составу – суглинок легкий.

**Простейшие методы определения гранулометрического состава почвы.** Для определения гранулометрического состава почвы существует ряд лабораторных и упрощенных полевых методов. Следует отметить, что с высокой степенью достоверности гранулометрический состав может быть определен только в лабораторных условиях. Однако все лабораторные методы требуют специального оборудования и продолжительны по времени.

Гранулометрический состав почвы с достаточной степенью точности можно определить, используя мокрый метод (полевой). При этом методе образец растертой почвы увлажняют до тестообразного состояния, при котором почва становится наиболее пластичной. В карбонатных почвах для разрушения водопрочных агрегатов при смачивании вместо воды применяют 10%-ный раствор HCl. Из под-

готовленной почвы на ладони скатывают сначала шарик диаметром 2–3 см, который потом раскатывают в шнур толщиной около 3 мм и затем сворачивают в кольцо диаметром около 3 см (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Полевой метод определения гранулометрического состава почвы

1. Не образуется ни шарик, ни шнур – песок рыхлый.
2. Шарик скатывается, при попытке раскатать его в шнур распадается, образуются зачатки шнура – супесь.
3. Шарик скатывается и раскатывается в шнур. Когда толщина шнура при раскатывании приближается к 3 мм, шнур начинает распадаться – легкий суглинок.
4. Шарик хорошо раскатывается в шнур заданной толщины, при сворачивании в кольцо шнур растрескивается и частично распадается – суглинок средний.
5. Шарик легко раскатывается в шнур, кольцо получается с трещинами – суглинок тяжелый.
6. Смоченный образец почвы очень пластичен, жирный на ощупь, шнур образует сплошное кольцо – глина.

**Органическая часть почвы** по своему составу неоднородна и представлена остатками зеленых растений, микроорганизмов, обитающих в почве животных различной степени разложения и

гумусом. Органическое вещество почвы является аккумулятором энергии и питательных веществ и играет важную роль в формировании свойств почвы и ее плодородии.

**Источники гумуса почвы.** Источниками гумуса в почвах являются органические остатки. Главная роль в их образовании принадлежит зеленым растениям. Количество органического вещества, поступающего в почву, и его состав зависят в первую очередь от характера растительности. Под травянистой растительностью важным источником органического вещества в почве являются корневые системы растений, масса которых в метровой толще таежно-лесной зоны составляет 6–13 т/га. Количество надземной массы, поступающей в почву, находится в пределах 0,5–13 т/га в год.

Количество биомассы, ежегодно поступающей в почву под лесами в этой зоне, не превышает 0,5–6,2 т/га. Остатки микроорганизмов, обитающих в почве, и почвенной фауны составляют примерно 100–200 кг сухого вещества на 1 га. Значительная часть поступающих в почву органических остатков со временем превращается в гумус. В культурных агроценозах наряду с корневыми и пожнивными остатками важным источником гумуса являются органические удобрения.

**Значение гумуса в почвообразовании и плодородии почв.** С содержанием гумуса и его качеством тесно связаны процессы почвообразования и плодородие почв. На начальной стадии почвообразования гумус и другие продукты разложения органических веществ активно участвуют в выветривании горных пород и минералов. В дальнейшем гумусовым веществам принадлежит важная роль в формировании почвенного профиля и морфологических признаков почв. На карбонатных породах под травянистой растительностью, при ее отмирании и разложении, образуется гумус, в составе которого преобладают гуминовые кислоты. Закрепляясь в верхней части почвенного профиля, они играют важную роль в формировании темноокрашенного гумусового горизонта (черноземы, дерново-карбонатные почвы). Содержание гумуса в верхних горизонтах этих почв достигает 12 и более процентов.

Под древесной растительностью на кислых породах при разложении лесного опада образуется гумус с высоким содержанием фульвокислот и ряда низкомолекулярных органических соединений (лигнин, фенолы, аминокислоты, органические кислоты и др.). Перемещаясь вглубь по профилю почвы с нисходящими потоками воды, фульвокислоты вызывают разрушение минеральной части и вынос продуктов

разрушения в нижележащие горизонты. В результате формируется профиль почвы, в котором в верхней части образуется подзолистый горизонт, сменяемый на некоторой глубине иллювиальным.

В гумусе накапливаются и длительное время сохраняются все основные элементы питания растений, в том числе 80–95 % почвенного азота. Углекислый газ, выделяющийся при разложении гумуса, накапливаясь в приземном слое воздуха, увеличивает продуктивность фотосинтеза и выход биологической продукции. Непосредственно гумусом растения практически не питаются. Элементы питания, содержащиеся в гумусе, становятся доступными растениям после его минерализации.

Почвы, богатые гумусом, обладают благоприятными водно-физическими и тепловыми свойствами, отличаются высокой микробиологической активностью. Гумус способствует закреплению в почве и разрушению токсических веществ.

### 5.1.2. Почвы Республики Беларусь

*Географическое положение, условия почвообразования на территории Беларуси.* Беларусь расположена в западной части Восточно-Европейской равнины в бассейнах рек верхнего Днепра, Западной Двины и Немана. Общая площадь республики 207,6 тыс. км<sup>2</sup>. Протяженность территории с запада на восток 650 км, с севера на юг 560 км.

Природные условия почвообразования на территории Беларуси довольно разнообразны. По среднегодовому количеству осадков республика в целом расположена в зоне достаточного увлажнения. Наибольшая сумма осадков (700 мм) за год выпадает на Новогрудской возвышенности. Свыше 650 мм выпадает в пределах Минской, Витебской и Слонимской возвышенностей, Оршанско-Могилевского плато. На территории Полоцкой, Вилейской, Неманской, Полесской низменностей выпадает менее 600 мм осадков. Около 70 % выпадающих осадков приходится на теплый период. Весной и осенью почвы обычно насыщены влагой и превращение органических остатков протекает в условиях, способствующих образованию подвижных гумусовых кислот. С мая по август в отдельные годы испаряется влаги больше, чем выпадает осадков, что способствует формированию восходящих токов влаги и перемещению минеральных веществ в верхние горизонты из нижерасположенных.

Температурный режим характеризуется постепенным понижением температуры с юго-запада к северо-востоку. Среднегодовая температура воздуха колеблется от 7,3 °С в Брестской области до 4,4 °С в Витебской. Общая продолжительность вегетационного периода составляет 190–205 дней. Сумма положительных температур (выше 0 °С) составляет 2400–3100 °С; сумма эффективных температур (выше 5 °С) – 2300–3000 °С; активных температур (выше 10 °С) – 2000–2700 °С. Гидротермический коэффициент изменяется от 1,0 в южной части до 1,5 в северной, за теплый период – соответственно 0,8–1,2.

В течение теплого времени года 2–3 раза наблюдаются засушливые периоды продолжительностью от 10 до 20 и более дней. Обычно они приходятся на апрель – май и сентябрь – октябрь.

Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом колеблется от 70 дней на юго-западе до 130 дней на северо-востоке. Средняя глубина промерзания почвы – 40–70 см, максимальная – до 135 см.

Последние весенние заморозки приходятся на первую декаду июня, первые осенние – на первую декаду сентября.

По характеру растительности Беларусь относится к подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов.

Рельеф Беларуси формировался на протяжении длительного времени под воздействием различных геологических процессов, основное место среди которых занимает деятельность ледников. Современная поверхность представляет собой обширные хол

, □ ЪК

Волковысскую, Новогрудскую, Минскую, Оршанскую. Характерным элементом рельефа Белорусской гряды являются вторичные моренные равнины, возникшие в результате денудационных и эрозионных процессов.

3. Центральнo-Белорусская равнина – характеризуется плоско-волнистой поверхностью с небольшим уклоном в сторону Полесской низменности. Преобладающими формами рельефа являются обширные зандровые и вторично-моренные равнины, сменяемые иногда аллювиальными и озерно-болотными низинами.

4. Восточно-Белорусское плато – представляет собой ледниковые и водно-ледниковые образования почти повсеместно перекрытые чехлом лессовых пород. В междуречьях рельеф плато равнинный. По долинам рек и ручьев сильно изрезан оврагами. Характерной особенностью ландшафта территории является наличие большого количества западин (блюдец), образовавшихся вследствие выщелачивания лессов и других карбонатных пород.

5. Полесская низменность – располагается в пределах Брестской и Гомельской областей, представляет собой плоскую равнину с общим уклоном поверхности с северо-запада на юго-восток. Местами сильно заболочена.

Территория Беларуси характеризуется довольно густой гидрологической сетью, состоящей из рек, ручьев, озер, искусственных водохранилищ, суходольных и мелиоративных каналов. Речная сеть относится к двум бассейнам: Черноморскому – Днепр с притоками и Балтийскому – Буг, Неман, Западная Двина, Ловать. Реки Беларуси относятся к смешанному типу водного питания: атмосферное и грунтовое. Преобладает атмосферное. Важную роль в общей системе гидрографической сети играют озера, являющиеся регуляторами стока рек. Водный режим отдельных территорий зависит как от геоморфологии местности – рельефа и характера почвообразующих пород, так и от количества выпадающих осадков.

В целом республика расположена в зоне, где сочетание природных условий способствует формированию дерново-подзолистых почв, однако существенное различие по отдельным областям и районам в количестве выпадающих осадков, температуре, гидротермическом режиме, характере почвообразующих пород на фоне сложного и неоднородного рельефа создают многообразие условий для формирования почвенного покрова. Основными почвенными процессами являются: подзолистый, дерновый, болотный, которые могут протекать как в чистом виде, так и в сочетаниях.

## **Краткая характеристика основных типов почв Беларуси.**

**Дерново-карбонатные почвы.** Среди выделенных в республике почв отличаются наиболее высоким естественным плодородием. Формируются на плотных и рыхлых карбонатных породах (известняки, доломиты, морены, мел, лесс, карбонатные морены) под травянистой растительностью. Занимают 0,3 % площади Беларуси. Наибольшие площади сосредоточены в Гродненской, Брестской, Могилевской областях.

**Бурые лесные почвы.** Встречаются на повышенных элементах рельефа в центральных и западных районах небольшими участками среди дерново-подзолистых почв. Заняты в основном хвойно-широколиственными и хвойными лесами. Содержание гумуса в верхнем горизонте достигает 8–9 %; реакция почвы слабокислая, кислая. Заняты в основном высокопродуктивными древостоями.

**Подзолистые почвы.** Широкого распространения на территории Беларуси не получили. Встречаются под хвойными (еловыми) лесами на выровненных слабодренированных участках в северной и центральной частях республики. Характерной морфологической особенностью этих почв является отсутствие четко выраженного гумусово-аккумулятивного горизонта. Более целесообразно их использовать в качестве лесных угодий.

**Дерново-подзолистые почвы.** Дерново-подзолистые почвы являются преобладающими на территории республики и занимают 47 % площади пахотных угодий. Формируются в условиях промывного типа водного режима на бескарбонатных породах различного генезиса и гранулометрического состава под смешанными лесами с травянистым или мохово-травянистым напочвенным покровом под воздействием двух процессов: дернового и подзолистого.

**Дерново-подзолистые заболоченные почвы.** На территории Беларуси занимают более 3 млн. га. Образуются в результате длительного периодического переувлажнения застойными атмосферными или неглубоко залегающими грунтовыми водами. В формировании почвенного профиля принимают участие дерновый, подзолистый, болотный процессы.

Основные массивы дерново-подзолистых заболоченных почв заняты лесами, низкопродуктивными лугами. В естественном состоянии, как правило, по всему профилю имеют сильнокислую реакцию с рН 3,5–5,5; ненасыщенны основаниями, обладают неблагоприятным водно-воздушным режимом. Содержание гумуса – 2,0–6,0 %.

**Дерновые заболоченные почвы.** Дерновые заболоченные почвы формируются в условиях близкого залегания от поверхности жестких грунтовых вод или накопления и застоя атмосферных в результате сочетания двух процессов: дернового и болотного.

**Болотно-подзолистые почвы.** Почвы данного типа распространены под хвойными лесами по окраинам верховых болот. Формируются они в понижениях рельефа или на плоских бессточных равнинах, где наблюдается скопление и застой поверхностных (атмосферных) вод или близкое залегание опресненных (мягких) грунтовых вод.

**Торфяно-болотные почвы низинного и верхового типа.** Торфяно-болотные почвы занимают 14,4 % территории Беларуси. Из них примерно 13 % приходится на долю низинных болот. Низинные торфяно-болотные почвы формируются в условиях постоянного избыточного увлажнения. Торфяно-болотные почвы верхового типа на территории Беларуси занимают 1,4 % от общей площади. Формируются в замкнутых бессточных понижениях на водоразделах, сложенных породами тяжелого гранулометрического состава в условиях увлажнения застойными атмосферными водами. Распространены преимущественно в северной и центральной частях республики.

**Аллювиальные (пойменные) дерновые и дерновые заболоченные почвы.** *Пойма* – часть территории речной долины, периодически заливаемая полыми водами. В Беларуси наиболее обширные поймы расположены в долинах рек Днепра, Припяти, Сожа, Березины, Немана и их притоков. Наибольшее распространение пойменные почвы получили в Гомельской, Брестской и Могилевской областях.

**Аллювиальные болотные почвы.** Формируются в притеррасной, а также в депрессиях рельефа центральной поймы, в условиях близкого залегания от поверхности грунтовых вод, а также накопления и застоя паводковых вод. Кроме болотного процесса в формировании данного почвенного типа принимают участие поемный и аллювиальный. Это проявляется в обогащении торфа минеральными веществами, а также минеральными частицами (аллювием и делювием), приносимыми с паводковыми потоками с прилегающих территорий. В естественном состоянии заняты влаголюбивой травянистой растительностью: осоки, камыши, канареечник, из древесных и кустарниковых присутствуют ольха и ива.

**Аллювиальные старопойменные дерновые и дерновые заболоченные почвы.** Формируются на первых надпойменных террасах, гривообразных возвышенностях центральной поймы, т. е.

на территориях, уже длительное время не подвергающихся поемным процессам или же затапливаемых только в годы с очень высоким уровнем полых вод – раз в 20–30 лет. Значительные площади этих почв сосредоточены в пойме Припяти и Западной Двины, небольшими участками встречаются в поймах всех крупных рек республики.

**Антропогенные почвы.** К этому типу отнесены почвы, которые в результате хозяйственной деятельности человека полностью утратили свои естественные признаки и свойства.

### 5.1.3. Плодородие почв и его воспроизводство

В соответствии с современными представлениями под плодородием следует понимать способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и физико-химической средой, благоприятной для нормального роста и развития.

Плодородие подразделяется на естественное и искусственное.

*Естественное* – формируется в процессе развития почв под влиянием природных факторов почвообразования. Как уже отмечалось выше, почвообразовательный процесс происходит под влиянием пяти основных факторов. В этой связи складываются самые различные условия для образования и генетического развития почв, а следовательно, и различного естественного плодородия. Так, например, естественное плодородие дерново-подзолистых почв значительно уступает плодородию черноземов.

*Искусственным* называется плодородие, которое формируется в результате деятельности человека. Человек, воздействуя на почву с низким естественным плодородием, изменяет ее свойства в нужном направлении. Обогащает элементами питания, улучшает водно-физические свойства, регулирует реакцию почвенного раствора и режимы почвы, тем самым создавая благоприятные условия для развития растений. Характер воздействия зависит от уровня развития науки и техники, размера материальных затрат и возможности мобилизации природного плодородия. Следовательно, искусственное плодородие накладывается на естественное, в той или иной степени изменяя его.

*Потенциальное* – это суммарное плодородие почвы. Оно характеризуется общими запасами и формами элементов питания, свойствами, режимами и факторами, способными обеспечить растения необходимыми условиями жизни. Почва может обладать высоким потен-

циальным плодородием. Высоким потенциальным плодородием обладают черноземные почвы, более низким – дерново-подзолистые и совсем низким – подзолистые. Высоким уровнем потенциального плодородия отличаются торфяные почвы.

*Эффективное* плодородие – это та часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при данных конкретных условиях. Оно зависит не только от уровня природного плодородия, но и от эффективности дополнительно привнесенных факторов роста растений, от условий использования почв в производстве, от условий развития научно-технического потенциала и интенсификации земледелия в целом.

Плодородие, как и почвообразование в целом, находится в тесной связи с процессами превращения, аккумуляции и передачи вещества, что является причиной количественных и качественных изменений факторов и условий плодородия. Оно представляет собой такое свойство, которое способно к воспроизводству как в природных условиях, так и в условиях сельскохозяйственного использования почв. Воспроизводство плодородия может быть неполным, простым и расширенным. Эти категории применимы в основном к потенциальному плодородию, изменяющемуся относительно медленно по сравнению с весьма динамичным – эффективным.

*Неполное воспроизводство* происходит при нарушении равновесия между расходом элементов питания, воды и других показателей, слагающих почвенное плодородие, и их восстановлением. При этом ухудшаются свойства почвы, влияющие на ее плодородие, снижается способность обеспечения растений факторами, необходимыми для их жизни и развития в многолетнем цикле. К сожалению, это довольно широко распространенное явление, когда из-за недостаточного внесения органических и минеральных удобрений снижается содержание гумуса, ухудшаются агрохимические и физические показатели плодородия. Неполное воспроизводство плодородия имеет негативные последствия не только в природном, но и в социально-экономическом отношении.

*Простое воспроизводство* происходит на фоне уравновешенной интенсивности баланса элементов плодородия. Отсутствуют заметные изменения свойств почвы, влияющие на ее плодородие. В условиях простого воспроизводства продуктивность сельскохозяйственных культур остается на одном уровне или незначительно изменяется.

При интенсификации земледелия простого воспроизводства плодородия крайне недостаточно в связи с низкой окупаемостью средств интенсификации. Поэтому необходимость расширенного воспроизводства очевидна.

*Расширенное воспроизводство* осуществляется при улучшении комплекса свойств почвы, повышении ее способности обеспечивать растения необходимыми факторами жизни в многолетнем цикле. Оно проявляется при оптимизации агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы на фоне высокой агротехники ведения земледелия с интенсивностью баланса питательных веществ свыше 100 %. Расширенное воспроизводство хорошо прослеживается при коренном улучшении свойств почвы. Поэтому в условиях интенсификации земледелия одной из наиболее важных задач является обеспечение расширенного воспроизводства почвенного плодородия.

Наряду с понятием «плодородие почвы» используется термин «окультуривание почвы». Окультуривание – это процесс изменения важных природных свойств почвы в благоприятную сторону путем научно обоснованного воздействия на эти свойства агроメリоративного комплекса. Развитие этого процесса приводит к неизменному повышению почвенного плодородия, которое находится в тесной взаимосвязи с плодородием. По степени окультуренности почвы можно разделить на слабоокультуренные (содержание гумуса 1,5–2,5, рН 4,5–5,0), среднеокультуренные (содержание гумуса 2,5–3,0, рН 5,1–5,5) и хорошоокультуренные (содержание гумуса 3,0–5,0, рН 5,6–6,5).

## **5.2. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур**

Комплекс агротехнических приемов в агрономии включает: 1) научно обоснованные системы обработки почвы; 2) рациональные севообороты; 3) систему применения удобрений; 4) подбор наиболее ценных, адаптированных сортов (гибридов); 5) использование семенного материала высокого качества; 6) оптимизацию площади питания растений (сроки и способы посева, норма высева и глубина посева); 7) тщательный уход за посевами и защиту растений; 8) своевременную и высококачественную уборку урожая; 9) комплексную качественную доработку продукции; 10) соблюдение правил и режимов хранения продукции.

### 5.2.1. Основы обработки почвы

Обработка почвы – важное звено в системе агротехнических мероприятий, направленных на создание оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур, так как она является универсальным средством воздействия на многие физические, химические и биологические свойства почвы.

*Механическая обработка почвы* – это воздействие на нее рабочими органами машин и орудий с целью создания оптимальных условий для жизни сельскохозяйственных растений, повышения плодородия и защиты почвы от водной и ветровой эрозии.

Качественная и своевременно проведенная обработка почвы коренным образом улучшает почвенные условия жизни сельскохозяйственных культур. Поэтому ее считают одним из факторов повышения плодородия и окультуренности почвы.

В первую очередь механическая обработка изменяет строение пахотного слоя, оптимизируя его плотность. Оптимизация плотности почвы способствует активизации микроорганизмов, т. е. превращению труднодоступных для растений элементов питания в легкодоступные.

В разрыхленной почве увеличивается содержание воздуха, повышается газообмен, что способствует активизации почвенных микроорганизмов.

Правильной обработкой почвы можно предотвратить эрозионные процессы.

Незаменима роль механической обработки почвы в уничтожении сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. В пахотном слое почвы находится огромное количество семян и органов вегетативного размножения сорняков, способных образовать новые растения. Все они успешно уничтожаются приемами обработки почвы. Обработка обеспечивает подавление многих скрытостеблевых вредителей сельскохозяйственных культур, ряда заболеваний, передающихся через почву.

С помощью механической обработки в почву заделываются растительные остатки, органические и минеральные удобрения, запахиваются сидераты, создаются условия для хорошей заделки семенного материала сельскохозяйственных культур на оптимальную глубину.

Обработкой почвы в сочетании с применением удобрений, известковых материалов удается создавать глубокий высокоплодородный пахотный слой.

Следовательно, обработка почвы решает комплекс необходимых при возделывании сельскохозяйственных культур задач. Ее нужно проводить дифференцированно в зависимости от конкретных почвенных условий, биологических особенностей культур, характера засоренности полей, применяемых систем удобрений, эрозионных процессов и т. д.

Основными задачами механической обработки почвы являются:

- изменение строения и агрегатного состава обрабатываемого слоя почвы для создания благоприятного для растений водного, воздушного, теплового и питательного режимов, обеспечения активизации микробиологических процессов, более мощного развития корневых систем культурных растений;
- усиление круговорота питательных веществ путем вовлечения их из более глубоких горизонтов почвы;
- очищение почвы от сорных растений, их семян и вегетативных органов размножения, а также возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур;
- заделка в почву растительных остатков и удобрений;
- предупреждение эрозионных процессов и связанных с ними потерь воды и питательных веществ;
- лишение жизненности многолетней растительности при обработке полей из-под многолетних трав, целинных и залежных земель;
- изменение формы поверхности почвы с целью регулирования водного и теплового режимов;
- создание оптимальных условий для заделки семян на оптимальную глубину, ухода за растениями и уборки урожая.

Для обработки почвы в настоящее время применяется большой набор различных орудий и машин.

**Способы и приемы обработки почвы.** Для осуществления главной задачи механической обработки почвы – создания оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур – применяют различные способы и приемы обработки почвы.

Различают отвальный, безотвальный, роторный и комбинированный способы.

Отвальный – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на почву с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя для изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в верти-

кальном направлении в сочетании с усиленным рыхлением и перемешиванием почвы, подрезанием и заделкой наземных органов растений и удобрений в почву.

Все виды отвальной обработки (старопахотных земель, пласта многолетних трав, залежей и т. д.) проводятся плугами разных конструкций.

Безотвальный – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на почву без изменения расположения и дифференциации обрабатываемого слоя по плодородию в вертикальном направлении в целях рыхления или уплотнения почвы, подрезания подземных и сохранения надземных органов растений на поверхности почвы. При этом сохраняется стерня (жнивье) на поверхности почвы. Безотвальный способ обработки почвы осуществляется плугами со снятыми отвалами, плоскорезами, чизельными плугами, чизельными культиваторами, дискаторами, тяжелыми культиваторами.

Роторный – воздействие на почву вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин для устранения дифференциации обрабатываемого слоя по сложению и плодородию активным крошением и тщательным перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием однородного слоя почвы. Роторная обработка осуществляется фрезами.

Комбинированные способы – различные сочетания отвального, безотвального и роторного способов обработки почвы, разной по глубине и срокам осуществления.

Применение того или иного способа обработки обусловлено задачами, типом почвы и степенью ее окультуренности, климатическими условиями, биологическими особенностями возделываемых культур.

Приемы механической обработки почвы – однократное воздействие на почву почвообрабатывающими орудиями или машинами с целью осуществления одной или нескольких технологических операций на определенную глубину.

В зависимости от глубины выделяют 4 группы приемов обработки почвы: поверхностная, обычная (средняя), глубокая и сверхглубокая.

1. Приемы поверхностной обработки почвы – механическое воздействие почвообрабатывающими орудиями и машинами на поверхность почвы до 15 см. К приемам поверхностной обработки относятся прикатывание, боронование, дискование, лущение стерни,

культивация, выравнивание, шлейфование, гребневание, грядование, бороздование, лункование, окучивание, комбинированная агрегатная обработка, фрезерование.

2. Приемы обычной (средней обработки почвы) – воздействие почвообрабатывающими машинами на почву определенным способом на глубину 16–25 см. Приемами обычной обработки являются вспашка, безотвальное рыхление.

3. Приемы глубокой обработки – периодическое воздействие почвообрабатывающими орудиями и машинами на почву определенным способом в целях увеличения мощности обрабатываемого слоя без существенного изменения генетического сложения на глубину 25–35 см. Это вспашка с припахиванием нижележащего слоя почвы, чизельная обработка, щелевание, кротование почвы, вспашка плугами с почвоуглубителями, вспашка плугами с вырезными корпусами.

4. Приемы сверхглубокой обработки – периодическое воздействие на почву специальными почвообрабатывающими орудиями и машинами с целью коренного изменения генетического сложения почвы с взаимным перемещением слоев и горизонтов в вертикальном направлении на глубину более 35 см. К приемам сверхглубокой обработки относятся плантажная двухслойная вспашка и плантажная трехслойная вспашка.

Минимальная обработка почвы. В условиях интенсификации земледелия среди агротехнических приемов обработке почвы отводится ведущая роль в создании урожая, так как этот прием является универсальным средством воздействия на многие физические, химические и биологические свойства почвы. Только путем механического воздействия на почву рабочими органами машин и орудий можно создать оптимальные условия для роста корневой системы культурных растений, проявления высокой эффективности удобрений, химических средств защиты растений от сорной растительности, болезней и вредителей. Вместе с тем обработка почвы один из трудоемких агротехнических приемов, требующих больших затрат энергетических и трудовых ресурсов, используемых для возделывания сельскохозяйственных культур. Обработка почвы связана со значительными расходами нефтепродуктов, которые достигают от 15 до 40 % общих затрат топлива в агропромышленном комплексе.

Существующие технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают проведение в год большого количества (10–15) операций полевых работ с применением тяжелых машин.

В результате этого уплотняется не только пахотный, но и подпахотный горизонт, усиливается минерализация органического вещества, разрушается структура почвы, усиливается проявление эрозионных процессов. Проведение обработки почвы связано не только с большими затратами горючего, но и привлечением большого количества механизаторов, что в конечном итоге увеличивает себестоимость продукции.

Поэтому разработка и внедрение в производство энергосберегающих систем обработки почвы с минимальными расходами горючесмазочных материалов и других ресурсов, обеспечивающих получение экономического эффекта, является весьма актуальной проблемой земледельческой отрасли.

Одним из таких направлений совершенствования системы обработки почвы является минимальная обработка.

*Минимальная обработка почвы* – научно обоснованная обработка, обеспечивающая снижение энергетических затрат путем уменьшения числа и глубины обработок, совмещение операций в одном рабочем процессе или уменьшение обрабатываемой поверхности поля и применение при необходимости гербицидов.

Применение минимальной обработки почвы на современном этапе обеспечивает экономию времени, повышение производительности труда, накопление и сохранение влаги, сокращение сроков выполнения полевых работ при высоком их качестве как одного из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Минимализация обработки почвы может быть осуществлена следующими путями:

- сокращение числа и глубины основных, предпосевных и между-рядных обработок почвы в севообороте в сочетании с применением гербицидов для борьбы с сорняками;

- замена глубоких обработок более производительными мелкими или поверхностными с использованием широкозахватных плоскорезущих, чизельных, дисковых и других орудий;

- совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почво-обрабатывающих и посевных агрегатов;

- уменьшение обрабатываемой поверхности поля путем обработки лишь части почвы, где располагаются рядки семян, с оставлением необработанной в междурядьях;

- посев в необработанную почву специальными сеялками (нулевая обработка).

### 5.2.2. Необходимость чередования культур в севообороте

В комплексе всех агротехнических мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвы, важная роль отводится севооборотам.

**Севооборотом** называется научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и на территории или только во времени. Каждый севооборот включает определенное число полей. Чередование культур во времени – это смена их по годам на одном поле. Чередование по полям означает, что каждая культура севооборота последовательно проходит через все поля.

Если культура ежегодно возделывается на одном и том же поле от двух до восьми лет подряд, то такие посевы принято называть *повторными*. А если культура возделывается на одном и том же поле более восьми лет подряд, то ее будут называть *бессменной*.

Когда на всей площади пашни возделывается одна культура, то она называется *монокультурой*. Часто этими терминами пользуются как синонимами. В нашей республике примеров монокультуры нет. В зарубежных странах это могут быть посевы хлопчатника или риса.

**Научные основы чередования культур. Причины химического порядка.** Возделываемые сельскохозяйственные культуры выносят неодинаковое количество элементов питания из почвы. Если зерновые культуры берут из почвы в среднем примерно одинаковое количество азота и калия, а фосфора – половину этого количества, то картофелю необходимо калия в 1,5 раза больше, чем азота, и почти в 4 раза больше, чем фосфора.

В результате неодинакового выноса элементов питания при бессменном возделывании культуры происходит обеднение почвы отдельными элементами. При чередовании культур питательные вещества потребляются более равномерно и исключается одностороннее истощение почвы.

Чередование культур необходимо также и потому, что различные культуры имеют неодинаковую способность усваивать питательные вещества почвы. Корневая система таких культур, как лен, сахарная свекла, пшеница, способна усваивать элементы питания только из доступных легкорастворимых соединений. Такие же культуры, как люпин, гречиха и некоторые другие, выносят фосфор из труднорастворимых форм и после разложения их корней и растительных остатков оставляют для последующих культур доступные его формы.

Анализируя причины химического порядка, необходимо учитывать, что имея различную по глубине проникновения корневую сис-

тому, растения извлекают питательные вещества из разных горизонтов почвы. Бобовые культуры, имеющие глубоко проникающую в почву корневую систему, извлекают эти вещества из глубоких слоев, не истощая поверхностный слой пашни. В тоже время злаковые культуры, имея мочковатую корневую систему, используют питательные вещества из верхних слоев почвы.

Чередование культур с различными корневыми системами позволяет полнее использовать питательные вещества из почвы.

Вынося из почвы много питательных веществ, растения оставляют после уборки разное количество корней и растительных остатков. Растительные остатки имеют неодинаковую массу и химический состав. В результате культуры по-разному влияют на обогащение почвы питательными веществами, частично компенсируют их вынос из почвы. В этом смысле особенно выделяются бобовые, способные усваивать азот из воздуха и обогащать им почву. Так, клевер первого года пользования может оставлять в слое почвы 0–20 см до 66 кг/га азота, что равноценно внесению почти 2 ц/га аммиачной селитры. Кроме того, бобовые растения обогащают почву кальцием и фосфором.

**Причины физического порядка.** В зависимости от биологических особенностей и агротехники сельскохозяйственные культуры неодинаково влияют на физические свойства почвы: плотность, структуру и строение пахотного слоя почвы. Поэтому в процессе их произрастания и после уборки условия водного, воздушного и теплового режимов почвы складываются по-разному: более благоприятно – на почвах с оптимальным строением пахотного слоя. На таких почвах растения меньше страдают от недостатка влаги в засушливые периоды ввиду лучшей их водоудерживающей способности и лучше переносят условия избыточного увлажнения в связи с лучшей их водопроницаемостью.

**Причины биологического порядка.** Биологические причины чередования культур заключаются прежде всего в том, что при длительном возделывании культуры на одном и том же участке отмечается быстрый рост засоренности посевов сорными растениями определенных видов, распространение специфических вредителей и болезней растений, накопление токсических веществ в почве.

Многие сорные растения приспособляются к определенным культурным растениям. Так, куколь обыкновенный, ярутка полевая, пастушья сумка, василек синий, метлица обыкновенная на территории Беларуси произрастают преимущественно в посевах озимых пшеницы и ржи. Куриное просо, щетинник, щирица засоряют главным образом

посевы картофеля, кукурузы. Яровые сорняки – марь белая и редька дикая приспособлены к яровым культурам. Особенно сильно страдают от сорняков посевы льна. Быстро засоряются повторные посевы яровой пшеницы, ячменя, овса, люпина.

**Экономические причины.** Экономические причины чередования культур обусловлены тем, что в результате повышения урожайности культур в севообороте по сравнению с повторными и бессменными посевами увеличивается выход продукции с 1 га севооборотной площади в денежном выражении, повышается чистый доход, снижается себестоимость продукции. В севообороте более рационально и эффективно используется рабочая сила, сельскохозяйственная техника. Это приводит к повышению эффективности использования земли, что является конечной целью любого севооборота.

В связи с большим разнообразием применяемых севооборотов их принято классифицировать. Севообороты подразделяются на две большие группы: типы и виды.

*Типы* севооборотов выделяют по их производственному назначению. Они различаются главным видом производимой продукции, определяющей направленность его специализации (зерно, корма, технические культуры, овощи и т. д.) (табл. 5.2).

По этому признаку севообороты делят на *полевые, кормовые и специальные*. Каждый из них включает разные виды, различающиеся по структуре основных групп культур.

Таблица 5.2. Классификация севооборотов Республики Беларусь

Типы севооборотов	Виды севооборотов
Полевые	Зернотравяно-пропашные (плодосменные) Зернотравяные Зернопропашные Пропашные Сидеральные
Кормовые: прифермские	Пропашные Травяно-пропашные Зернопропашные
сенокосно-пастбищные	Травапольные Зернотравяные
Специальные	Пропашные Травяно-пропашные Зернотравяные Почвозащитные

*Полевые севообороты* предназначены в основном для производства зерна, технических культур и картофеля. Кормовые культуры – клевер, клеверо-злаковые смеси, однолетние травы, кукуруза в них занимают незначительный удельный вес.

*Кормовые севообороты* предназначены преимущественно для производства сочных и грубых кормов. Более половины всей площади в них отведено для возделывания кормовых культур – силосных, корнеплодов, многолетних и однолетних трав на зеленый корм, сенаж, силос, сено. Зерновые культуры в таких севооборотах занимают небольшой удельный вес. Они подразделяются на два подтипа: прифермские и сенокосно-пастбищные. Прифермские севообороты размещают вблизи животноводческих ферм для производства корнеплодов, силоса, сенажа, зеленого корма. Сенокосно-пастбищные севообороты вводят обычно на луговых угодьях для выращивания многолетних и однолетних трав на сено и для пастбища. Удаленные от ферм улучшенные луга используются как сенокосы, а близлежащие – как пастбища или применяется комбинированное сенокосно-пастбищное использование. В условиях Беларуси в большинстве хозяйств культурные пастбища закладываются на пахотных землях вблизи ферм. Они, как правило, перезалужаются и принимают вид кормовых севооборотов.

*Специальные севообороты* предназначены для возделывания культур, требующих особых условий выращивания, специальной агротехники, повышенного плодородия почвы и выполнения особой агротехнической роли. К ним относятся овощные, плодопитомниково-вые, садово-ягодные и почвозащитные.

### **5.2.3. Понятие о системе применения удобрений**

Высокая эффективность удобрения обеспечивается только при условии применения их в научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенных и климатических условий, особенностей питания культур, чередования их в севообороте, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов. Различают системы удобрения в хозяйстве, в севообороте и системы удобрения культур.

Под *системой удобрения в хозяйстве* понимается комплекс агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий по рациональному применению удобрений в целях повышения урожайности культур и плодородия почв. Она включает следующие звенья:

накопление, приобретение, хранение и учет удобрений; рациональное их распределение по объектам использования; подготовку, транспортировку и внесение удобрений; контроль за действием удобрений и определение их эффективности.

*Система удобрения в севообороте* – это научно обоснованный многолетний план применения удобрений в севообороте с учетом плодородия почв, предшественников, биологических особенностей растений и сортов, состава и свойств удобрений, составляемый на полную ротацию севооборота хозяйства.

*Система удобрения культуры* предусматривает определение потребности в органических и минеральных удобрениях, видов и форм удобрений, установление сроков и способов их внесения под культуру.

Действие полного минерального удобрения и навоза на урожай сельскохозяйственных культур зависит от *уровня потенциального плодородия почв и влагообеспеченности*. Наиболее высокое действие удобрений на урожай наблюдается при достаточном естественном увлажнении и орошении. В этих условиях применяют более высокие дозы удобрений. При недостатке влаги эффективность минеральных и органических удобрений снижается.

При выборе видов и форм удобрений, способов их внесения, определении доз обязательно *учитывают содержание подвижных форм питательных элементов в почве, ее гранулометрический состав, поглонительную способность, реакцию и буферность*.

Доза удобрений определяется также с учетом *особенностей питания растений и агротехники* возделывания культур в севообороте. Культуры, более требовательные (сахарная и кормовая свекла, кукуруза, картофель и др.), нуждаются в более высоких дозах удобрений. *Разные сорта* одной и той же культуры могут сильно различаться по требовательности к режиму питания и отзывчивости на удобрения. Скороспелые сорта более требовательны к условиям питания, чем позднеспелые. Учитывается также чувствительность культур (особенно в молодом возрасте) к концентрации питательных элементов в почвенном растворе, к реакции среды, а также особенности корневой системы (мощность, глубина проникновения и т. д.).

Важно установить правильное *соотношение между азотными, фосфорными и калийными удобрениями*. Избыточное азотное питание может вызвать усиленный рост ботвы у корне- и клубнеплодов и задержать формирование товарной части урожая, снизить его качество или вызвать полегание зерновых культур и льна.

При построении системы удобрения в севообороте учитывают также *народнохозяйственное и агротехническое значение* различных культур. Ведущие культуры севооборота должны получать удобрения в первую очередь и в больших количествах. Кроме того, такие культуры, как сахарная свекла, кукуруза, картофель, не только потребляют больше питательных элементов, но и лучше оплачивают удобрения прибавкой урожая. Севообороты с большим удельным весом технических, кормовых и овощных культур требуют высокой обеспеченности органическими и минеральными удобрениями.

При разработке системы удобрения учитывается *порядок чередования культур, предшественники и их урожайность*. От предшествующей культуры и уровня ее урожайности зависит количество пожнивных и корневых остатков и содержащихся в них элементов питания. В зависимости от культур севооборота определяются дозы и время известкования и внесения удобрений. При высокой насыщенности севооборота картофелем, корнеплодами и другими калиелюбивыми культурами нужно вносить большие дозы калийных удобрений. После пропашных культур увеличивается потребность в удобрениях последующих культур. Под культуры, идущие после хорошо удобренных предшественников, дозы удобрений можно уменьшить. После многолетних бобовых трав и зернобобовых, обогащающих почву азотом, но потребляющих много фосфора и калия, потребность в азотных удобрениях уменьшается, а значение фосфорных и калийных удобрений усиливается.

Важно *правильно сочетать органические и минеральные удобрения*. При совместном внесении органических и минеральных удобрений ослабляется отрицательное влияние физиологической кислотности и повышенной концентрации питательных элементов, особенно сильное оно при высоких дозах минеральных удобрений. При внесении половинных доз навоза и минеральных удобрений, как правило, получают более высокие прибавки урожая, чем при отдельном применении полной дозы каждого из этих удобрений. Особенно эффективно совместное внесение навоза и минеральных удобрений на супесчаных, песчаных, слабокультуренных суглинистых дерново-подзолистых почвах. Когда органических удобрений недостаточно для всех полей севооборота, их необходимо, прежде всего, вносить вместе с минеральными под пропашные и озимые культуры. В этом случае органические удобрения будут оказывать последствие на остальные культуры севооборота, под которые вносят только минеральные удобрения.

Различают три приема внесения удобрений: основное (допосевное), припосевное (рядковое) и подкормку (послепосевное). Вносить удобрения можно осенью, весной, летом и зимой. Способы внесения минеральных удобрений принято разделять на разбросной с последующей заделкой плугом, боронами и культиваторами и локальный – с помощью машин, вносящих удобрения на заданную глубину в виде лент, гнезд, очагов и т. д. Эффективным способом внесения минеральных удобрений является также запасное внесение.

Для исключения негативного влияния высоких доз удобрений вводятся экологические ограничения на применение удобрений. Для минеральных удобрений разработан справочник контроля предельных доз удобрений, позволяющий исключить возможные ошибки при разработке системы удобрения.

#### 5.2.4. Подбор сортов (гибридов)

**Сортом** называется совокупность сходных по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам культурных растений, созданных и размноженных для возделывания в соответствующих природных и производственных условиях с целью повышения урожайности, качества продукции и экономической эффективности производства.

Сорта сельскохозяйственных культур по своему происхождению подразделяются на следующие типы: местные и селекционные.

**Местные сорта** созданы в результате действия естественного и искусственного отбора в определенной местности.

По ценности и значимости местные сорта приравняются к селекционным. Некоторые местные сорта, являющиеся результатом народной селекции, находятся в Государственном реестре сортов и используются для производственных посевов.

В Беларуси к местным сортам относятся: сорта клевера лугового Минский позднеспелый местный, Слуцкий раннеспелый местный; люцерна Брагавская местная; тимopheевка Белорусская местная; райграс однолетний Ивацевичский местный; лук репчатый Стригуновский местный; слива местная Красная.

**Селекционные сорта** создаются в научно-исследовательских учреждениях на основе научных методов селекции.

В зависимости от способов выведения селекционных сортов получают: сорта-популяции, сорта-линии, сорта гибридного происхождения, сорта-мутанты, сорта-полиплоиды, сорта-клоны.

*Сорта-популяции* – это совокупность фенотипически сходных растений одного вида. Сорта-популяции создают путем массового отбора перекрестноопыляющихся (рожь, гречиха, кукуруза, свекла, клевер) или самоопыляющихся растений.

*Сорта-линии* – получают путем индивидуального отбора растений самоопыляющихся культур (пшеница, ячмень, овес, горох, лен, люпин узколистный).

*Линия* представляет собой потомство, размноженное от одной гомозиготной особи у самоопыляющихся культур.

Потомство, полученное от одной особи у перекрестноопыляющихся культур, называется *семьей*.

*Сорта гибридного происхождения* – создаются путем скрещивания генетически различных родительских форм с последующим отбором ценных растений для дальнейшего их размножения.

Если предусматривается создание и использование генетически сложных гибридов в течение длительного времени путем ежегодных пересевов, то такие формы называют *гибридными популяциями*.

*Сорта-мутанты* – получают в результате использования мутагенов.

*Сорта-полиплоиды* – получают в результате увеличения числа хромосом исходного сорта в  $n$ -е количество раз.

*Сорта-клоны* – получают методом индивидуального клонового отбора у вегетативно размножаемых культур (картофель, топинамбур, лук, чеснок, земляника).

*Клон* – это генетически однородное потомство, отобранное от одного вегетативно-размноженного растения.

*Гибрид* – организм, сочетающий признаки и свойства генетически различающихся родительских форм.

Гибриды в зависимости от способа получения подразделяются: на простые, двойные, трехлинейные, многолинейные, межлинейные, сортолинейные, линейно-сортовые, межсортовые, на основе ЦМС.

*Простые гибриды* – получают от скрещивания двух линий  $A \times B$ ; характеризуются высокой степенью гетерозиса (35–45 %).

*Двойные гибриды* – получают от скрещивания двух простых гибридов  $(A \times B) \times (C \times D)$ .

*Трехлинейные гибриды* – получают от скрещивания простого гибрида с самоопыленной линией  $(A \times B) \times C$ .

*Многолинейные гибриды* – получают от скрещивания четырех линий и более.

*Межлинейные гибриды* – к ним относятся простые, двойные, трехлинейные и многолинейные.

*Сортолинейные гибриды* – образуются в результате гибридизации сорта с одной или несколькими линиями.

*Линейно-сортовые гибриды* – получают в скрещиваниях, когда в качестве материнского компонента используется самоопыленная линия или простой гибрид, а опыление проводят пыльцой сорта.

*Межсортные гибриды* – образуются в результате гибридизации нескольких сортов.

*Гибридов на основе ЦМС* – для их получения используют стерильные аналоги, фертильные закрепители стерильности и фертильные восстановители фертильности.

Хороший сорт должен обеспечивать высокую урожайность, поэтому к нему как основе сельскохозяйственного производства предъявляются определенные требования:

1) сорт должен обладать высокой продуктивностью, т. е. способностью формировать большую урожайность при оптимальных условиях выращивания за счет хорошего развития элементов структуры урожайности;

2) сорт должен обладать определенной продолжительностью всего вегетационного периода и отдельных его фаз развития, соответствующих почвенно-климатическим условиям зоны возделывания;

3) сорт должен быть отзывчивым на агротехнические приемы выращивания;

4) сорт должен обладать устойчивостью к воздействию неблагоприятных условий, переносить недостаток влаги, повышенный и пониженный температурный режимы, толерантностью к болезням и вредителям;

5) сорт должен иметь высокое качество продукции.

Под *высоким качеством продукции* понимают как высокое содержание в урожае того вещества, ради которого растение возделывается (белка в зерне пшеницы, сахара в корнях сахарной свеклы и т. д.), так и качество добываемого продукта (масла, крахмала);

6) сорт должен быть пригодным для механизированного возделывания, т. е. допускать обработку междурядий без повреждения растений, не иметь потерь при уборке машинами.

В разных зонах и у различных культур каждое из этих свойств сорта может иметь большее или меньшее значение для урожайности.

В целом сорт должен удовлетворять всему комплексу перечисленных требований и обладать отличимостью, однородностью и стабильностью (ООС).

В процессе возделывания сорта могут терять свои свойства, поэтому необходимо устранять причины, вызывающие ухудшение сортов с учетом биологических особенностей культуры:

1. Для перекрестников основным условием сохранения типичности сорта является обязательное соблюдение пространственной изоляции между сортами и репродукциями одного сорта.

2. На семенных посевах перекрестников, самоопылителей и вегетативно размножающихся культур с целью повышения сортовой чистоты проводятся видовые и сортовые прополки, при которых удаляются все отличающиеся от сорта растения видовой и сортовой принадлежности.

3. В случае выявления при апробации сверхдопустимого количества видовых или сортовых примесей, а также растений, зараженных пыльной, твердой головней и спорыньей, необходимо выбраковывать посеvy из числа сортовых.

4. Соблюдение высокого уровня технологии возделывания сортов на семенных посевах способствует получению модификационно улучшенных семян с высокими урожайными свойствами.

### **5.2.5. Подготовка семян к посеву**

В агрономии под термином *семена* понимают материал сельскохозяйственных растений, который используется для посева с целью получения продукции (урожая). Это понятие несколько шире, чем ботаническое, согласно которому семя – это орган размножения и расселения растения, развивающийся из семязачатка после оплодотворения. В сельскохозяйственном производстве в качестве семян как посевного материала могут использоваться собственно семена сельскохозяйственных растений (бобовые, капустные, пасленовые, льновые и др.), саженцы (плодовые, ягодные), плоды (орешек гречихи, зерновка злаков, семянка подсолнечника), соплодия (клубочки свеклы), вегетативные органы (клубни картофеля и топинамбура, луковицы лука и чеснока), меристемные материалы, полученные биотехнологическими методами, и другие генеративные и вегетативные части растений, предназначенные для размножения.

Семена, предназначенные для посева (посадки), должны соответствовать требованиям, к которым относят сортовые и посевные качества. Требования к качеству семян сельскохозяйственных растений устанавливает Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

**Сортовые качества семян** сельскохозяйственных растений – совокупность признаков, характеризующих принадлежность их семян к определенному сорту. К ним относятся подлинность и сортовая чистота семян (типичность у перекрестноопыляемых культур).

*Подлинность* – это соответствие семян сорту (эталону), указанному в сопроводительных документах. Подлинность определяют путем лабораторного сортового контроля (сравнивая генетическую структуру семян исследуемого сорта с эталоном) или грунтовым контролем (в полевых условиях сравнивают морфологические признаки семян и выращенных из них растений с описанием сорта-эталона).

*Сортовая чистота* – отношение числа семян (или растений) данного сорта к общему числу обследованных семян (или растений). Чистота определяется путем проведения апробации сортовых посевов в поле. Апробации подлежат все сортовые посевы, семена с которых предназначены для реализации. Проводят апробацию специалисты инспекций по семеноводству, карантину и защите растений в соответствии с инструкциями, утвержденными для каждой сельскохозяйственной культуры. Апробатор проверяет документы на высеянные семена; осматривает посев, определяет его границы и соблюдение пространственной изоляции (для перекрестников); путем прохода по диагоналям поля отбирает апробационный сноп, одновременно оценивая наличие сорных и карантинных растений в посевах; затем, анализируя растения в снопе, устанавливает сортовую чистоту, наличие примесей, болезней. Результаты апробации оформляются актом, который подтверждает сортовые качества семян. В случае выявления несоответствий сортовым требованиям выдается акт выбраковки посева, семена с которого уже не могут использоваться для посева.

Согласно государственным стандартам, сортовые семена подразделяются на следующие основные **категории**: оригинальные семена (ОС); элитные семена (ЭС); репродукционные семена (РС), гибридные семена ( $F_1$ ).

*Оригинальные семена* получают селекционно-семеноводческие учреждения-оригинаторы сортов. Это семена самого высокого качества, их получение – первый этап размножения сорта.

После пересева оригинальных семян получают *элитные семена*. К ним относятся суперэлита и элита, производство которых осуществляют специализированные хозяйства (элитхозы). Элитные семена представляют собой потомство лучших типичных растений сорта, наиболее полно передающих его морфологические, биологические качества, урожайные и другие хозяйственно полезные свойства. Следовательно, элита представляет собой лучшие после оригинальных сортовые семена, поступающие для производственного семеноводства с целью их размножения и использования в товарных посевах.

*Репродукционными* называются семена, полученные при последующем размножении (пересеве) семян элиты. Их выращивают в сельскохозяйственных предприятиях, коммерческих и фермерских хозяйствах путем пересева. Урожай семян с участка, засеянного элитой, будет относиться к первой репродукции (РС1), пересев семян РС1 на следующий год дает вторую репродукцию (РС2) и т. д.

*Гибридные семена* – семена, получаемые от скрещивания генетически отличающихся растений (родительских форм). Гибриды, как правило, превосходят показатели родителей. Это явление называется *гетерозисом*. В настоящее время у многих культур (томаты, огурцы, рапс и др.) в производстве высеваются не сорта, на создание которых затрачивается около 10 лет, а продуктивные гетерозисные гибриды ( $F_1$ ). Недостатком их является то, что при пересеве на следующий год они теряют свои ценные свойства, поэтому требуется постоянное воссоздание гибридных семян путем ежегодного повторения исходного скрещивания. Дополнительные затраты на получение гибридных семян приводят к удорожанию их в сравнении с обычными сортами.

К каждой категории предъявляются определенные требования, в случае несоответствия которым семена переводятся в более низкую категорию.

Перед посевом семена также подвергаются контролю качества. Совокупность признаков семян растений, характеризующих их пригодность для посева (посадки), – **посевные качества семян**. К ним относятся: чистота, всхожесть, энергия прорастания, жизнеспособность, крупность и выравненность, влажность, степень зараженности вредителями и болезнями и др.

Посевные качества определяются путем проведения анализа отобранных от партий семян проб. Анализ проводят государственные инспекции по семеноводству, карантину и защите растений.

*Чистота* – это содержание в пробе семян основной культуры (в процентах по массе).

*Всхожесть* отражает количество семян (в %), способных формировать нормальные жизнеспособные проростки. Различают лабораторную и полевую всхожесть. Полевая всхожесть характеризует количество семян, проросших после посева в поле. Лабораторная всхожесть определяется путем проращивания семян в оптимальных условиях в течение установленного срока (обычно 7–8 сут). Всхожесть определяет густоту посева, тем самым существенно влияя на урожайность.

Имея показатели чистоты (Ч) и всхожести (В), определяют *посевную годность* (ПГ) семян по формуле

$$\text{ПГ} = \text{Ч} \cdot \text{В} : 100.$$

Одновременно с оценкой лабораторной всхожести определяется *энергия прорастания* – количество (в %) нормально проросших семян за более короткий срок (обычно 3–4 сут). Она характеризует способность семян давать в полевых условиях дружные и ровные всходы.

*Жизнеспособность* семян – это количество в пробе (в %) живых семян. Как правило, ее определяют методом окрашивания (например, растворы индигокармина и фуксина окрашивают только мертвые ткани, а тетразола – живые) при необходимости срочного установления качества семян и причины их низкой всхожести.

Крупность характеризуется *массой 1000 семян* и определяется путем подсчета и взвешивания двух проб по 500 зерен. Крупные семена содержат больший запас питательных веществ, обеспечивают дружные всходы и хороший стартовый рост. Данный показатель необходим для определения весовой нормы высева семян.

*Выравненность* отражает содержание (в %) основной фракции семян по массе и величине, определяемое путем просеивания через сита с разными отверстиями.

*Влажность* – это содержание влаги в семенах (в %), определяемое по убыли массы навески до и после высушивания (при 105 °С). Этот показатель отражает состояние зрелости семян, условия их послеуборочной доработки и хранения.

*Зараженность семян болезнями и заселенность вредителями* определяют путем осмотра проб и учета пораженных семян (в %) либо количества вредителей (в шт.).

Результаты анализа посевных качеств семян сравниваются с утвержденными для каждой культуры требованиями (табл. 5.3).

Таблица 5.3. Требования к сортовым и посевным качествам семян овса посевного (пленчатые формы) (*Avena sativa*)

Наименование признаков	Допустимые значения для различных категорий				
	ОС	ЭС	РС1	РС2, 3	РСп
<b>Требования к сортовым качествам семян</b>					
Сортовая чистота, %, не менее	99,9	99,7	98,0	98,0	97,0
Зараженность посева головней, %, не более	0			0,3	0,5
<b>Требования к посевным качествам семян</b>					
Чистота семян, %, не менее	99,0	99,0	98,0	98,0	97,0
Содержание семян других культурных растений, кроме семян озимой ржи, шт/кг, не более	0	10	50	100	230
Содержание семян сорных растений, всего шт/кг, не более	0	10	40	40	70
В том числе: трудноотделимых (овсюг)	0	0	–	–	–
ядовитых (гелиотроп опушенноплодный, триходесма седая)	0				
Примесь мешочков головни и их частей, %, не более	0			0,002	
Примесь склероциев спорыньи, %, не более	0	0,01	0,03		0,05
Всхожесть, %, не менее	92	92	90	90	87
Влажность, %, не более	15,5				
Заселенность живыми вредителями и их личинками, кроме клеща, шт/кг	0				
Наличие клеща, шт/кг, не более	0	0	20	20	20

В случае их соответствия семена признаются *кондиционными* и семенной инспекцией выдается *удостоверение о качестве семян*, позволяющее использовать их для посева. Если же при анализе выявлено несоответствие хотя бы по одному из ключевых показателей (чистота, всхожесть, зараженность болезнями и заселенность вредителями) семена признаются *некондиционными*, такие партии использовать для посева недопустимо.

#### **Способы подготовки семян к посеву.**

Посевные качества семян могут быть улучшены путем сортировки, обработки препаратами, уничтожающими семенную инфекцию, повышающими всхожесть и т. д. Различают следующие способы подготовки семян к посеву: механические (очистка, калибровка); химические (протравливание, опудривание, инкрустация); физические (обогрев, термическое обеззараживание, лазерная, ультразвуковая, электромагнитная обработка, закаливание); физиологические (проращивание, стратификация, скарификация, намачивание, барботирование).

*Механическая* предпосевная подготовка семян осуществляется специализированными машинами и агрегатами. После уборки комбай-

ном семена содержат много примесей – семена сорных растений, камешки, кусочки почвы и др. Для их удаления проводится *очистка и сушка* семян на семяочистительных машинах и комплексах. Для точной обработки зерна используют КЗС-20, КЗС-25, КЗС-40. *Сортирование (калибровка)* семян по величине и массе проводится на машинах ЗВС-20, МЗС-10, МЗС-25, К-531, ОПВ-20А, МС-4,5. Для разделения семян по плотности используют пневмостолы СПС-5, ПСС-2,5.

**Химические способы** основаны на обработке семян химическими соединениями и имеют массовое распространение в производстве.

*Протравливание* – это обработка семян средствами защиты и регуляторами роста для предотвращения развития болезней, ускорения прорастания. Важно отметить, что в соответствии с современными требованиями протравливание является обязательным приемом подготовки семян к посеву. Химическое протравливание выполняют сухим способом (наносит порошковидные препараты на поверхность семян), полусухим (смачивают семена водой, а затем опудривают препаратами) и влажным (замачивание в растворе препарата). В отраслевых регламентах возделывания сельскохозяйственных растений указаны протравители семян для каждой из культур. Поскольку почти все современные протравители выпускают в форме смачивающихся порошков (с. п.), в настоящее время применяют почти исключительно сухое протравливание с увлажнением (не более 10 л воды на 1 т семян). Протравливают семена на машинах КПС-10, ПС-10А, ПСШ-5, Мобитокс-Супер и др.

Обработка микроэлементами, стимуляторами роста и другими физиологически активными веществами позволяет обеспечить семена дополнительными питательными элементами на начальном этапе роста. Обработку семян проводят за несколько дней до посева. Для различных культур необходимы разные элементы: для свеклы столовой – борные удобрения, для капусты – борные и молибденовые, для лука – медные, для зерновых – медные и марганцевые.

Для роста бобовых культур необходимо образование симбиоза с клубеньковыми бактериями (пор. *Rhizobiales*), которые, поселяясь на корнях, усваивают из атмосферы азот и снабжают им растение. Без симбиоза с бактериями бобовые отстают в росте, плохо развиваются, потери урожайности культуры достигают 30–40 %. Каждому роду бобовых соответствует свой штамм бактерии. Семена бобовых культур перед посевом обрабатываются соответствующими бактериальными препаратами (Сапронит, Ризоторфин, Ризобактерин). Этот прием называется *инокуляция*.

При посеве мелкосемянных культур (морковь, овощные), а также семян с плохой сыпучестью (клубочки свеклы) для обеспечения равномерности высева в рядки и предотвращения «забивания» высевающих аппаратов используют их *дражирование (инкрустацию)* – обволакивание специальными растворами, которые, затвердевая на воздухе, образуют твердую оболочку, подобно драже. Для этого используют гуминовые препараты, клеящие составы, питательные вещества, стимуляторы роста, витамины и др. Проводят обработку на инкрустаторах-дражироваторах. Для качественного инкрустирования температура должна быть 20–25 °С.

**Физические способы** основаны на использовании источников тепла, излучения и иных воздействий на семена.

*Воздушно-тепловой обогрев* применяют для предпосевной обработки семян тыквенных (тыква, огурец), что позволяет не только повысить всхожесть, но и стимулирует заложение большего количества женских (плодоносящих) цветков на растении. Прогревание проводят в течение 2–4 ч при температуре 50–60 °С.

Семена озимых зерновых после уборки (в июле – августе) находятся в состоянии физиологического покоя, чтобы обеспечить дружные всходы при использовании для посева (в сентябре) свежесобранных семян, также необходимо провести их обогрев. Для этого семена рассыпают слоем до 10 см на открытом воздухе и выдерживают до 3–5 дней на солнце или 5–7 дней под навесом, периодически перемешивая.

*Гидротермическое обеззараживание* – это чередование обработки семян горячей, а затем холодной водой для повышения стрессоустойчивости растений. Эффективно гидротермическое обеззараживание для семян пшеницы и ячменя, зараженных пыльной головней. При этом семена выдерживают в течение 4 ч в воде при температуре 28–32 °С для стимуляции роста грибницы головни, находящейся внутри семян. Затем их на 7–10 мин помещают в горячую воду (50–53 °С) для уничтожения головни. После семена сушат и высевают.

*Закаливание* заключается в воздействии на семена пониженных температур (0–5 °С) для стимулирования прорастания и повышения устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов среды. Закаливают семена теплолюбивых культур (томата, перца, баклажана, арбуза, дыни).

Для улучшения посевных качеств семена также подвергают различным обработкам на специальных установках: *плазменной* (выдерживание в газовой камере с низким давлением), *лазерной* (облучение

инфракрасным лазером), *ультразвуковой* и *электромагнитной*. Данные способы в настоящее время еще не имеют массового применения.

**Физиологические способы** направлены на изменение физиологического состояния зародыша, выведения семян из состояния покоя.

*Проращивание* является эффективным приемом выведения из покоя клубней картофеля. Для этого за месяц до посадки их выкладывают на стелажках тонким слоем (2–3 клубня) или в сетчатых мешках, ящиках в светлых теплых (12–15 °С) помещениях при относительной влажности воздуха 80–85 %. В процессе проращивания из пазушных почек («глазков») клубней появляются проростки (до 0,5 см). Проращивание повышает урожайность картофеля на 2–3 т/га.

Многие семена (например, бобовых культур) покрыты плотной оболочкой, которая не только предохраняет семя от повреждений и инфекции, но также препятствует поступлению воды, а следовательно, задерживает их прорастание. Такие семена характеризуются продолжительным покоем. Для выведения их из покоя, ускорения набухания и прорастания семена пропускают через специальные терки, которые царапают поверхность, нарушая целостность покровов. Такой прием предпосевной обработки называется *скарификация*, а соответствующие машины – скарификаторами. Для повышения всхожести семян овощных культур (лука, моркови) используют *барботирование* – пропускание семян через газожидкостную смесь на протяжении нескольких часов. Барботирование также повреждает защитную оболочку семени, насыщая его кислородом, выводит зародыш из состояния покоя, стимулируя его рост.

Для стимуляции прорастания семян растений с длительным глубоким покоем (косточковые, семечковые, овощные растения) применяют *стратификацию* – проращивание в холодном (1–5 °С) влажном (75 %) субстрате (песок, торф). Длительность стратификации зависит от культуры (грецкий орех – 50–80, груша – 75–100, виноград – 12–140 дней). Предварительно семена можно замочить в воде (15–20 °С) для набухания. Время замачивания определяется особенностью семян (тыквенные – до 2 ч, пасленовые (томат, перец) – 10–12 ч).

*Намачивание* ускоряет прорастание, позволяя сократить период набухания семян. Семена намачивают в 2–3 приема, чтобы обеспечить их смачивание, но не допустить загнивания. Продолжительность намачивания зависит от состояния семян и характера их покровов. Семена тыквенных, капустных и бобовых растений замачивают в течение

12–20 ч, пасленовых, астровых – 24–40 ч. Эффективно проводить намачивание в растворе микроэлементов и регуляторов роста.

При подготовке семян к посеву используются разные способы и их сочетания. Комплексная обработка семян включает в себя мероприятия по их очистке, сушке, доработке, обеззараживанию, физиологической активации и др.

### 5.2.6. Посев и посадка

Правильность проведения посева и посадки в значительной степени определяют величину и качество урожая возделываемых сельскохозяйственных культур. Посев производится семенами, а посадка – рассадой, сеянцами, саженцами, органами вегетативного размножения растений (клубнями, луковицами). К посеву предъявляются следующие агротехнические требования: норма высева семян (определяется видом и сортом культуры); способ посева (семена в почве должны быть заделаны на нужную для данной культуры глубину, во влажный слой почвы, при оптимальном значении плотности сложения почвы); срок посева и др.

Одним из наиболее важных требований агротехники возделывания любой сельскохозяйственной культуры является *правильное размещение растений* по площади поля. Чем меньше необходимая (оптимальная) площадь питания каждого растения, тем больше растений можно разместить на единице площади. Под площадью питания обычно подразумевают площадь поверхности почвы, приходящуюся на одно растение. По существу, ею определяется и объем почвы, и количество питательных веществ, и условия развития надземной части растения.

Расчет площадей питания и количества растений на 1 га бывает необходим при определении потребности семян, рассады, воды, удобрений, при установлении норм выработки и др.

Площадь питания одного растения определяется перемножением расстояний между рядами и в рядах между растениями и выражается в квадратных мерах.

Правильный выбор площади питания имеет решающее значение для получения высокого урожая. Это объясняется такими причинами, как внедрение в производство новых сортов растений с определенными требованиями к площади питания; уровень культуры земледелия; окультуренность почв; применение удобрений.

При оптимальной площади питания растений складывается наиболее благоприятное соотношение между ассимилирующей поверхностью листьев растений и интенсивностью фотосинтетических процессов. При тесном размещении растений всегда уменьшается число ветвей и степень их облиственности. У хлебных злаков резко снижается способность к кущению, особенно за счет продуктивной кустистости. У кукурузы при уменьшении площади питания образуется меньше пасынков.

Густота посевов определяется хозяйственной целью возделывания сельскохозяйственных культур, их обеспеченностью отдельными факторами жизни растений. Например, кукуруза может возделываться на зерно и силос, лен – на волокно и семена (в последнем случае площадь питания каждого растения льна должна быть больше, чем при возделывании льна на волокно). Густота посевов определяется также почвозащитной ролью растений, их конкурентоспособностью по отношению к сорным растениям.

Размещение семян в почве, площадь питания каждого растения, ее форма на практике определяются выбранным способом и нормами посева. *Способы посева* сельскохозяйственных культур делятся на разбросные и рядовые.

*Разбросной посев* существует с первых дней возникновения земледелия. При нем семена распределяются по полю неупорядоченно – разбросными сеялками с последующей заделкой семян боронами. Разбросной способ посева имеет много недостатков: неравномерность распределения семян по площади, неодинаковая глубина заделки семян, потери посевного материала в виде незаделанных в почву семян и др. Данный способ посева иногда используется для высева семян трав и их смесей на пастбищах с неровным рельефом поверхности, для подсева под озимые зерновые многолетних трав, для посева яровых зерновых культур в ранневесенний период на торфяно-болотных почвах (по корке) и на суглинистых переувлажненных почвах.

Основным способом посева сельскохозяйственных культур в настоящее время является *рядовой*. Семена при этом способе высеваются рядами равномерно, заделываются на одинаковую глубину. Рядовой способ посева может быть сплошным и широкорядным. По этому признаку сельскохозяйственные культуры делятся на культуры сплошного сева (непропашные) и пропашные (кукуруза, свеклы и др.), в посевах которых может проводиться междурядная обработка.

Для культур сплошного сева применяются рядовой, узкорядный, широкорядный, перекрестный и перекрестно-диагональный способы посева. Рядовой способ посева состоит в том, что семена в почве размещаются с шириной междурядий 12,5–15,0 см, а в рядке – на расстоянии 1,5–2,0 см друг от друга. Этим способом высевают семена сельскохозяйственных культур, которые дают хороший урожай при небольшой площади питания каждого растения (до 30 см<sup>2</sup>). К этим культурам относятся зерновые, горох, гречиха, однолетние и многолетние травы и др. Площадь питания каждого растения имеет форму вытянутого прямоугольника.

*Узкорядные* посевы (семян льна, зерновых) имеют междурядья меньше 10 см (обычно 7,5 см) и обеспечивают более равномерное распределение семян на поле при одном проходе сеялки. Площадь питания растений имеет менее вытянутый прямоугольник, чем при обычном рядовом посеве, так как семена в рядках размещаются на расстоянии 3–4 см.

При *широкорядном* способе посева ширина междурядий составляет от 25 до 90 см. Этот способ посева иногда используют при возделывании многолетних трав для получения семян, других непропашных культур. Данные посевы и посадки допускают механизированную обработку почвы в междурядьях для борьбы с сорными растениями, рыхления почвы, окучевания картофеля.

При *ленточном* посеве семена растений размещаются лентами в 2–3 рядка. Расстояние между отдельными рядками, «строчками», внутри каждой ленты составляет от 7,5 до 15 см, а между лентами – 25–60 см и более. Ленточный посев применяется для растений с небольшой площадью питания. Однако в связи с медленным их ростом в начальный период развития эти культуры сильно угнетаются сорняками, что обуславливает проведение их прополки. В зависимости от количества рядков в ленте посевы бывают двух-, трехстрочными и более. Ленточным способом сеют просо, столовую свеклу, морковь, лук, лекарственные и другие растения.

*Перекрестный* способ посева – это тот же рядовой способ, но при этом посев проводится в двух пересекающихся направлениях: одна половина нормы высева семян сеется при одном направлении прохода сеялок, а вторая – при другом. В этом случае семена более равномерно распределяются по полю, чем при рядовом способе посева, так как расстояние между семенами в рядках увеличивается за счет увеличения числа рядков. Площадь питания растений принимает форму, близ-

кую к квадрату. К недостаткам перекрестного способа посева относится необходимость двукратного прохода посевного агрегата по одному и тому же полю, что увеличивает затраты труда, удлиняет срок сева и уплотняет дополнительно почву. На полях прямоугольной формы применяется перекрестно-диагональный способ посева – в двух направлениях по диагонали поля, что позволяет сократить ширину поворотных полос и уменьшить время и длину холостых проходов сеялки, в результате чего повышается производительность труда.

*Гребневой* посев проводится на специально образуемых гребнях в районах распространения избыточно увлажненных почв. Гребни быстрее прогреваются весной, в них создаются лучшие водно-воздушный и питательный режимы почв. Избыточная влага отводится по бороздам. Так высаживают главным образом овощные культуры.

При *пунктирном* посеве семена высеваются одиночно, и они равномерно распределяются в рядках. Такой способ посева используется при возделывании кукурузы, сахарной свеклы и ряда других культур. Посев производится специальными сеялками точного высева.

При *гнездовом* способе посева семена высеваются по несколько штук в одно место, в гнезда, расположенные на определенном расстоянии друг от друга. Всходы, появляющиеся группой, легче прорастают, лучше преодолевают почвенную корку, но развитие корневой системы растений в гнездах ухудшается.

В ряде случаев применяются подпокровный посев или *подсев*, когда подсевают семена многолетних трав под зерновые культуры. Связано это с тем, что большинство многолетних трав в первый год жизни слабо развиваются, не дают хозяйственного урожая и при высеве в чистом виде сильно зарастают и подавляются сорными растениями.

При посеве любой культуры должна соблюдаться прямолинейность рядков и точность установки маркеров, что не допускает просевы и изменение ширины стыковых междурядий. Поворотные полосы после сева основного массива следует взрыхлить чизельными культиваторами на глубину пахотного горизонта, предпосевную обработку провести заново и засеять с установленной нормой высева для выравнивания урожая на поворотных полосах и в основном массиве.

Важное значение для роста растений имеет **глубина заделки семян**. Если семена высеять в одно время, но на разную глубину, то семена, заделанные очень мелко, прорастают раньше других, но затем всходы их развиваться не могут, так как верхний слой почвы быстро высыхает. При глубокой заделке семян всходы имеют тонкие слабые

стебли и короткие корни. Если семена заделаны в почву слишком глубоко, ростки не могут достичь поверхности земли и растения погибают. Глубина заделки семян зависит от ряда факторов:

- крупности семян: чем крупнее семена, тем глубже их заделывают в почву (кукуруза – на 5–7 см, лен – на 1,5–2,0 см);

- характера прорастания: на меньшую глубину заделывают семена культур, выносящих при прорастании на поверхность почвы семядоли (люпин, фасоль, соя, свекла);

- типа и гранулометрического состава почвы: на торфяниках и легких почвах глубина заделки семян на 2–3 см больше, чем на почвах дерново-подзолистых и тяжелых;

- влажности почвы: в засушливых условиях семена заделываются глубже, чем при оптимальной влажности.

Густота стояния растений в посеве зависит от такого показателя, как **норма высева семян**. Это количество или масса высеянных семян на 1 га. Ее величина изменяется в зависимости от предшественника (снижается при размещении по благоприятным); уровня агротехники (на плодородных почвах увеличивается для пропашных и снижается для зерновых); сроков и способов посева (при посеве яровых после оптимальных сроков и в пересохший верхний слой почвы увеличивается на 5–10 %, при узкорядном посеве больше, чем на широкорядном). Кроме этого норма высева на семенных участках ниже по сравнению с товарными посевами; при планировании подсева многолетних трав у зерновых культур она снижается на 10–15 %; короткостебельные сорта интенсивного типа высеваются с большей нормой высева.

**Качество посева** полевых культур зависит от качества предпосевной обработки семян, подготовки семян к посеву, регулировки посевных агрегатов и технологии посевных работ.

Основной показатель качества посева – высев заданного количества семян каждым сошником на одинаковую глубину. Он зависит от регулировки сеялки и предпосевной обработки почвы.

Во время посева фактическую глубину заделки семян необходимо контролировать промерами в нескольких местах поля. Отклонение от заданной глубины заделки должно быть не более  $\pm 15\%$ . Также не допускается наличие незаделанных семян на поверхности поля.

Очень важно следить за фактическим высевом семян каждым сошником. Если установлено заметное отклонение от нормы (более 3 %), сеялку дополнительно регулируют, очищают засорившиеся сошники.

При посеве любой культуры соблюдение установленных сроков сева является важнейшим вопросом агротехники. Для каждой зоны сроки сева уточняются в зависимости от складывающихся погодных условий, влажности почвы, сортовых особенностей и т. д. Посев должен быть проведен в сжатые сроки. Следует помнить, что на посевах с нарушением сроков посева применение средств интенсификации на единицу получаемой продукции возрастает в сравнении с посевами оптимальных сроков, что сказывается на повышении себестоимости получаемой продукции.

Основная оценка качества посева проводится после появления всходов. Учитывают равномерность и густоту всходов, прямолинейность рядков, отсутствие прорывов и огрехов.

### 5.2.7. Уход за посевами и посадками

Ключевая задача агрономии – это управление ростом и развитием растения с целью получения максимальных урожаев высокого качества. Исходя из биологических особенностей культуры, ее потребности к факторам внешней среды разрабатываются оптимальные агротехнические приемы возделывания, позволяющие создать наиболее комфортные условия для растений от посева до уборки, а также обеспечивающие сохранение продукции.

Различают следующие способы управления ростом и развитием:

- хирургические (обрезка деревьев и кустарников, прищипывание, пасынкование, удаление старых больных побегов и прививки);
- химические (внесение удобрений, регуляторов роста, средств защиты растений);
- физиологические (регулирование покоя, онтогенеза, конкуренция растений в посевах и др.);
- селекционные (выведение сортов целевого назначения);
- физические (регулирование светового, теплового и водного режимов (в закрытом грунте), воздействие электромагнитным и гамма-излучением и др.);
- биотехнологические (культура *in vitro*, методы эмбриогенеза, клеточной и генной инженерии).

На основе данных способов формируются **агротехнические приемы** ухода за растениями, которые включают: регулирование водно-воздушного режима почвы путем ее обработки, рыхления, боронования и т. д.; регулирование густоты стояния оптимизацией

нормы высева семян, а также послевсходовой прополкой, букетировкой или прореживанием всходов; управление ростом и развитием растений за счет внесения удобрений, регуляторов роста, а также борьба с сорняками, вредителями и болезнями.

Послевсходовую обработку почвы по срокам выполнения подразделяют на до- и послевсходовую. Обработка почвы после посева, но до появления всходов, сводится главным образом к прикатыванию и боронованию. После появления всходов проводят боронование, рыхление почвы в междурядьях и окучивание пропашных культур, щелевание почвы, посевы многолетних трав и особенно озимых культур в случае выпирания их узла кушения прикатывают.

*Послепосевное прикатывание* проводят одновременно с посевом или сразу после него. Прикатывание спелой почвы улучшает контакты ее твердой фазы с семенами, способствует лучшему ее прогреванию, улучшает водный режим, восстанавливая капиллярный поток влаги из нижних слоев к семенам и тем обеспечивая быстрое и дружное прорастание семян. Послепосевное прикатывание повышает полевую всхожесть и густоту всходов, способствует лучшему развитию корневой системы. До создания интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур эффективным приемом ухода за посевами считалось до- и послевсходовое боронование. Оно разрушает почвенную корку, уничтожает сорняки, создает лучшие условия для уменьшения испарения влаги из почвы и доступа воздуха к корням молодых растений.

*Довсходовое боронование.* Проводят чаще всего на тех полях, где высевают крупносемянные культуры. Их семена высевают глубоко в почву, и при движении бороны ее зубья не достигают проростков культурных растений. Посевы зерновых и зернобобовых культур боронуют через 3–5 дней, сахарной свеклы, кукурузы, картофеля – через 4–6 дней после посева или посадки. В этот период сорные растения находятся в стадии «белых нитей» и хорошо уничтожаются бороной, не причиняя вреда проросшим семенам культурных растений. Довсходовое боронование следует заканчивать при достижении длины проростка 10–15 мм, так как после образования первичной корневой системы и сцепления росточков с почвой рабочие органы борон могут вызывать их обламывание и изреживание посевов.

Боронование особенно эффективно в посевах пропашных культур в целях уничтожения прорастающих сорняков в фазе «белых нитей», особенно если период от посева (посадки) до появления всходов,

например у картофеля, продолжительный. В годы с холодным весенним периодом, когда задерживается прорастание семян пропашных культур (сахарная и кормовая свекла, кукуруза) и создаются хорошие условия для развития сорняков, проводят двукратное довсходовое боронование с разрывом в 4–5 дней.

*Послевсходовое боронование* проводят на полях озимых и яровых культур, многолетних трав. Ранневесеннее боронование посевов озимых зерновых и многолетних трав осуществляют по мере созревания почвы при первой возможности выхода техники в поле, его сочетают с азотной подкормкой. Ранневесеннее боронование посевов зерновых культур начинается на супесчаных и песчаных (быстрее прогреваемых) почвах сцепкой борон БП-0,6, а на суглинистых – БЗСС-1,0 поперек рядков со скоростью не выше 5–7 км/ч. На торфяных почвах, а также при выпирании узла кущения боронование посевов озимых и многолетних трав не проводят, а с целью усиления контакта растений с почвой прикатывают гладкими водоналивными катками.

*Рыхление почвы в междурядьях пропашных культур.* На посевах пропашных культур, возделываемых без применения гербицидов, кроме боронования и прикатывания систематически проводят рыхление почвы между рядками растений. Рыхлением почвы в междурядьях уничтожают всходы сорных растений, создают мульчирующий слой, который уменьшает испарение воды с поверхности почвы и появление на ней трещин. Кроме того, рыхление способствует лучшему использованию осадков и создает условия для мобилизации питательных веществ.

Первую междурядную обработку в посевах сахарной свеклы, столовых и кормовых корнеплодов в начале появления всходов растений, как только обозначатся рядки, называют шаровкой. Ее проводят на глубину 4–6 см для уничтожения всходов сорняков, разрыхления почвенной корки, сохранения влаги в почве и ускорения всходов свеклы. Каждая последующая междурядная обработка делается с заглублением на 2–3 см и может достигать 9–10 см.

В посевах кукурузы первую междурядную обработку проводят в фазе 3–5 листьев па глубину 8–10 см, вторую – в фазе 7–8 листьев, третью – при высоте растений 60–70 см. Каждая последующая обработка – на 2–3 см мельче предыдущей, чтобы избежать повреждения корневой системы растений.

Уход за картофелем при безгербицидной технологии состоит из двух довсходовых направленных обработок междурядий культиваторами-окучками с сетчатой бороной.

Первая обработка проводится через 5–7 дней после посадки на глубину 6–8 см. Вторая – через 5–8 дней после первой на глубину 14–16 см (на среднесуглинистых почвах), 10–12 см (на супесчаных). При недостатке влаги глубина первых рыхлений составляет 8–10 см, последующих – 6–8 см.

*Окучивают* растения пропашных культур для присыпания почвой основания стеблей растений с одновременным рыхлением верхнего слоя и для уничтожения сорной растительности, создания лучших условий для уборки урожая. При окучивании картофеля нижняя часть стеблей со всех сторон присыпается почвой, что при наличии достаточного количества влаги способствует образованию столонов и повышению урожайности клубней.

Первое послеуборочное окучивание картофеля проводят при высоте растений до 10 см на 8–10 см культиватором с активными или пассивными рабочими органами при скорости движения агрегата 8–10 км/ч. До смыкания рядков проводят еще 1–2 окучивания. При использовании на посевах картофеля гербицидов число обработок сокращают до 1–2. В данном случае окучивание проводится только перед смыканием растений в рядках.

*Щелевание почвы* применяют в системе ухода за посевами на склонах, занятых озимыми и многолетними травами, для предотвращения эрозии и накопления влаги в почве, а также для борьбы с вымоканием в пониженных местах.

На склонах щели нарезают поперек, в направлении, близком к горизонтальным местности. Для предотвращения вымокания посевов в пониженных местах («блюдцах») щели нарезают от края «блюдца» в радиальном направлении.

В плодоводстве и овощеводстве широко используются **хирургические способы регулирования роста**, развития и продуктивности растений. Для культур, отличающихся интенсивным ветвлением (томаты), необходимо проводить удаление части боковых побегов – *пасынкование*. Это улучшает налив оставшихся на растении плодов, они формируются более крупными, качественными. С этой же целью у перцев проводят удаление лишних бутонов (рис. 5.4).

Для того чтобы усилить боковое ветвление, наоборот, удаляют верхушку побега – *пинцировка*, или прищипка. Удаление кончика корня для стимуляции интенсивного ветвления называется *пикировкой*.

В плодоводстве важную роль играет *обрезка* побегов (рис. 5.5).



Рис. 5.4. Хирургические способы управления побегообразованием и плодоношением

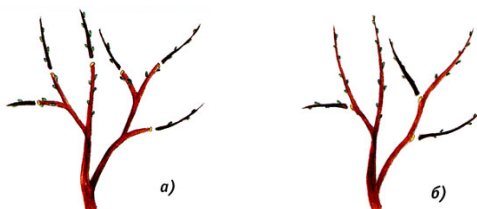


Рис. 5.5. Способы обрезки плодовых деревьев: а – укорачивание; б – прореживание

Укорачивание стимулирует ветвление, а прореживание направлено на оптимизацию светового режима и повышение продуктивности плодовых веточек. У кустарников (малина) осенью проводят полную обрезку надземных побегов для стимулирования побегообразования и плодоношения в следующем году.

У трав с этой же целью проводят *подкашивание*.

В садах также применяют обрезку старых и больных побегов, что способствует омоложению растения.

В последнее время большое внимание в агрономии уделяется применению **регуляторов роста растений**. Это природные и синтетические биологически активные вещества на основе гормонов растений (фитогормонов). Природные фитогормоны делят на две группы: стимуляторы (ауксины, гиббереллины и цитокинины) и ингибиторы роста и развития (абсцизины и этилен). Все они действуют на рост и развитие клеток, тканей и органов, регулируют прохождение этапов органогенеза. Однако у каждой группы выявлены свои специфические функции. Так, ауксины контролируют верхушечный рост и корнеобразование, гиббереллины – рост органов в длину растяжением, цитокинины отвечают за побегообразование и ветвление. Ингибиторы роста регулируют переход от вегетативной к

репродуктивной фазе онтогенеза, процессы старения и покоя. Причем абсцизины, как правило, работают в условиях стресса, особенно водного, а этилен контролирует физиологическое старение и торможение роста при повреждении растения. Все группы фитогормонов работают в комплексе, составляя единую гормональную систему. Регуляция роста и развития растений осуществляется путем различных сочетаний гормонов в клетке. Обработка растений тем или иным регулятором позволяет управлять процессами роста и развития растения.

Эффективным стимулятором роста на начальных этапах органогенеза является *ауксин*. Он широко используется при вегетативном размножении растений, обработка им черенков способствует усилению образования корней. С этой же целью его часто добавляют в смеси для протравливания и инкрустации семян. Также обработка ауксином вызывает закрепление завязей на растении и увеличение количества плодов. С возрастом в растении активность ауксина снижается и недостаток его приводит к образованию отделительного слоя и опадению листьев и плодов.

Обработка растений *гиббереллином* вызывает усиление роста органов в длину. Он стимулирует прорастание покоящихся семян картофеля, вызывает цветение длиннодневных растений в условиях недостаточного освещения, что используется в теплицах при выращивании цветочных культур в зимний период. А вот если опрыскивать гиббереллином цветущее растение, то он способствует развитию бессемянных (партенокарпических) плодов. Гиббереллин, как и ауксин, стимулирует увеличение плодов, их разрастание, что широко используется в виноградарстве, он повышает урожайность винограда в 2–3 раза.

*Цитокинин* повышает устойчивость растений к внешним факторам, поэтому его применяют при обработке семян и по всходам культур. Он также задерживает старение листьев за счет дополнительного образования хлорофилла и хлоропластов, тем самым продлевает период активной вегетации растений. Цитокинин, в отличие от ауксина, блокирует рост побега верхушкой и стимулирует боковое ветвление, поэтому может применяться вместо хирургической пинцировки. Эта особенность цитокинина применяется и в цветоводстве, например, при инициации цветения орхидей. А совместно с ауксином он способствует укоренению черенков. Выявлено регуляторное действие цитокинина на формирование репродуктивных органов у растений с разнополыми цветками (тыквенные) – он вызывает большее

образование пестичных цветков (97 %), что приводит к росту продуктивности. Как и другие стимуляторы, цитокинины выводят семена из состояния покоя, стимулируют прорастание свежесобранных клубней картофеля. В условиях, неблагоприятных для роста и развития корневой системы (засуха, переувлажнение), снижается синтез цитокинина и надземные органы, испытывая недостаток гормона, отстают в росте, происходит пожелтение листьев в результате разрушения хлорофилла. Поэтому обработка вегетирующих растений цитокинином в условиях стресса повышает их устойчивость, а зачастую и полностью снимает симптомы повреждения.

В отличие от стимуляторов, ингибиторы роста угнетают рост, контролируя развитие, плодообразование и старение.

*Абсцизовая кислота* (АБК) тормозит рост растений в неблагоприятных условиях, особенно при недостатке влаги, контролируя переход в состояние покоя. Способность АБК в условиях водного дефицита закрывать устьица, препятствуя испарению воды в процессе транспирации, используется в овощеводстве при пересадке рассады, что повышает ее приживаемость. Угнетая рост, АБК стимулирует созревание плодов, опадение семядолей, листьев и зрелых плодов.

Основная физиологическая роль *этилена* – контроль за старением организма и созреванием плодов и семян. Это широко используется в плодовоовощеводстве. Выдерживая плоды в газовой среде, содержащей этилен, осуществляют их дозаривание, а уменьшая количество этилена в среде, замедляют созревание и повышают лежкость и сохранность, увеличивают покой семян, клубней.

Урожайность перекрестноопыляемых растений зависит от условий и качества опыления, обеспечивающего формирование урожая. Среди насекомых-опылителей сельскохозяйственных растений важнейшая роль принадлежит медоносным пчелам. Известно, что польза, которую пчелы приносят растениеводству как опылители, более чем в 10–15 раз превышает прямой доход продуктов пчеловодства (меда и воска). Так, пчелы повышают урожай семенников красного клевера, подсолнечника в полтора раза, гречихи – на 60 % и т. д. Люцерна, рапс, овощные семенники (капуста, репа, брюква, редис, редька, лук) и все бахчево-овощные культуры (арбузы, дыни, тыквы, кабачки, огурцы) дают значительную прибавку урожая, если во время цветения их посещали пчелы. Почти все известные плодово-ягодные культуры (яблоня, груша, вишня, малина, клубника, смородина) при опылении пчелами улучшают качество и на 50 % увеличивают количество плодов.

При производстве *пчелоопыляемых* культур организуют вывоз улей в поле в период цветения растений, а также выпуск пчел и шмелей в теплицах при выращивании огурца.

В условиях недостаточного водного режима эффективным способом ухода является **орошение**.

*Способ полива* – это совокупность приемов, устройств и технического оборудования, применяемых для распределения поливной воды по полю.

В настоящее время существуют несколько способов полива. Однако основными являются дождевание и поверхностные способы, которые чаще всего применяются на практике.

Орошение дождеванием является наиболее перспективным и основным способом полива в Республике Беларусь. При этом способе вода посредством разбрызгивающих аппаратов выбрасывается в воздух, распадается на капли и падает на растения и почву в виде дождя.

Поверхностное орошение является самым древним способом орошения и наиболее распространенным в настоящее время в районах засушливого земледелия.

В зависимости от характера распределения поливной воды по полю и способа перевода в почвенную влагу поверхностное орошение может быть подразделено на четыре основные группы (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Классификация поверхностных способов полива

1. Полив по бороздам, при котором вода в почву поступает преимущественно в боковом направлении (капиллярный ток) и частично в вертикальном (гравитационный ток).

2. Полив по полосам, когда вода поступает в почву преимущественно гравитационным током при продвижении струи по полосам.

3. Полив затоплением, при котором поливная вода распределяется по всей поверхности участка и просачивается в почву в вертикальном направлении в результате гравитационного тока (в основном после прекращения подачи воды).

4. Выборочное затопление, при котором водой затапливаются небольшие участки у отдельных растений (применяется сравнительно редко).

Наиболее целесообразно применять поверхностное орошение при следующих условиях: на средних и слабых по водопроницаемости почвах; на ровной поверхности поля с преобладающими уклонами 0,002–0,01; если грунтовые воды расположены на глубине более 4,5 м от поверхности; когда орошение производят большими поливными нормами и создают надежные запасы влаги в почве.

Поверхностным самотечным способам полива присущ и ряд серьезных недостатков: применение тяжелого ручного труда; большой объем планировочных работ при сложном микрорельефе местности; разрушение структуры почвы и потребность в дополнительном рыхлении междурядий (при поливе культур, высеянных широко-рядным способом); ухудшение воздушного режима почвы; неравномерность увлажнения почвы по длине поливных борозд и полос, что иногда приводит к подъему уровня грунтовых вод и засолению или заболачиванию орошаемых участков; низкий коэффициент использования пашни вследствие прокладки открытой распределительной и поливной сети; снижение эффективности механизации сельскохозяйственных процессов.

В зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения, в том числе и в Беларуси, в силу специфичности почвенно-рельефных и климатических условий, а также в связи с отмеченными недостатками поверхностные способы полива практически не встречаются.

### **5.2.8. Системы защиты растений**

Система мероприятий по защите растений – это комплекс методов и способов по снижению численности особо опасных вредных организмов, в том числе при достижении экономического порога вредоносности, по уменьшению их воздействия на растения и (или)

растительную продукцию. Она включает в себя совокупность методов, применение которых оказывает неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность вредителей, возбудителей заболеваний и сорных растений.

**Организационно-хозяйственные мероприятия.** В связи с тем, что в последнее время все большее внимание уделяется экологическим проблемам, возрастает значение организационно-хозяйственных мероприятий. Эти мероприятия имеют профилактическую направленность и не требуют больших материальных затрат. Они сводятся к мерам, направленным на создание неблагоприятных условий для распространения и размножения вредных организмов, включают следующие приемы.

1. Оптимизация структуры посевных площадей и насаждений. Многолетняя практика многих сельскохозяйственных предприятий показывает, что увеличение в структуре посевных площадей доли какой-либо одной культуры или нескольких культур, принадлежащих к одному и тому же ботаническому семейству, приводит через определенное время к устойчивому возрастанию численности вредителей. Так, известны случаи массового размножения капустной совки при значительном увеличении площадей, занятых под посевы гороха, повышения численности вредителей капусты при расширении посевов ярового рапса. Высокое насыщение севооборотов зерновыми культурами также приводит к массовому размножению злаковых вредителей.

2. Размещение возделываемых культур только по наиболее благоприятным почвам с оптимальным для них уровнем кислотности. Так, для озимой и яровой пшеницы наиболее оптимальными являются почвы с рН 6–7,5, озимую рожь можно возделывать на участках с повышенной кислотностью (рН 5,3–5,5).

3. Соблюдение пространственной изоляции между посевами (до 1–2 км). Это относится и к полям прошлогоднего сева. У свеклы данное мероприятие позволяет избежать заражения пероноспорозом, ржавчиной, церкоспорозом, мучнистой росой, переселения свекловичной листовой тли; у льна-долгунца – ржавчиной; клеверов – клеверным долгоносиком-семяедом, клубеньковыми долгоносиками; рапса – рапсовым цветоедом; моркови – морковной мухой.

Семенные участки размещают на расстоянии не менее 1 км от товарных посевов, благодаря чему уменьшается распространение заболеваний на овсе, ячмене, пшенице.

Более отдаленное размещение яровых зерновых культур от озимых позволяет избежать перезаражения от них мучнистой росой и ржавчиной, перезаселения злаковыми мухами.

Семенные посадки картофеля для избежания перезаражения их вирусными болезнями следует отдаленно размещать от товарных, а также приусадебных участков, картофелехранилищ, посадок пасленовых культур.

Пространственная изоляция от производственных насаждений семенных посевов многолетних бобовых и злаковых трав значительно улучшает их фитосанитарное состояние.

4. Подготовка складских помещений к приему нового урожая с обязательным проведением дезинфекции и дезинсекции.

5. Сбор и уничтожение послеуборочных остатков.

**Агротехнический метод.** С помощью данного метода в посевах культур поддерживается определенный фитосанитарный уровень в посевах. Он основан на проведении агротехнических мероприятий по подготовке почвы и уходу за растениями. Данный метод, с одной стороны, направлен на усиление развития растений, что способствует повышению их устойчивости к повреждениям, а с другой – на снижение поражаемости вредными объектами из-за создания неблагоприятных условий для их жизнедеятельности.

Метод не требует дополнительных затрат, в огромной мере способствует изменению экологической среды в нужную для земледельца сторону, что приводит к размножению энтомофагов и уменьшению численности вредных видов.

Из агротехнических приемов в борьбе с вредными объектами наиболее эффективны: севооборот, оздоровительные мероприятия в системе семеноводства, обработка почвы, удобрения и подкормки, сроки сева и уборки.

В системе защиты сельскохозяйственных культур агротехнические приемы имеют большое значение как профилактические мероприятия. Например, при защите льна в условиях специализации особое внимание уделяют посеву кондиционными семенами, своевременной уборке, месту в севообороте, посеву по лучшим предшественникам, качественной подготовке почвы.

*Севооборот.* Очень велика роль севооборота в системе агротехнических мероприятий. Растения в процессе жизнедеятельности способны выделять отдельные вещества (фитонциды), способные подавлять развитие некоторых микроорганизмов. В свою очередь микро-

организмы, развивающиеся в ризосфере культурных растений, могут выделять вещества, подавляющие жизнедеятельность последующих растений или же других микроорганизмов (антибиотики). Неблагоприятные сочетания этих процессов лежат в основе почвоутомления, от которого сильно страдают лен, клевер, горох и некоторые другие культуры.

Чередование культур в севообороте позволяет снизить запас зимующей инфекции (кила капусты, фузариоз пшеницы и др.). Зернобобовые культуры не должны возвращаться на прежнее поле ранее 3 лет. Их не следует высевать также после бобовых трав. Возбудители фузариоза и антракноза льна способны сохраняться в почве 5–6 лет, а рак картофеля и золотистая картофельная нематода – 7–10 лет.

Большое значение севооборот приобретает также при борьбе с вредителями. Озимая рожь и озимая пшеница, высеченные после вико-овсяной, горохо-овсяной смесей, люпина на силос, почти не повреждаются озимой совкой.

*Обработка почвы и уничтожение послеуборочных остатков.* Обработка почвы изменяет ее физические свойства – плотность, структуру, влажность, температуру, что оказывает влияние на обитающие в ней организмы.

По данным РУП «Институт защиты растений», послеуборочное лущение стерни в рекомендуемые агросроки на глубину 10–12 см и последующая за ним зяблевая вспашка с предплужниками способствуют уничтожению проволочника до 60 %. При этом уничтожаются также падалица, заселенная личинками шведских мух, сорняки и возбудители заболеваний.

Тщательное выравнивание полей под озимые зерновые культуры благоприятно сказывается на их развитии, предотвращая вымокание растений, поражение их снежной плесенью, корневыми гнилями.

При проведении зяблевой вспашки часть вредителей заделывается глубоко в почву и не может выбраться (луговой мотылек, свекловичная муха), часть выпашивается и уничтожается насекомоядными птицами, насекомыми-энтомофагами, подвергается воздействию неблагоприятных факторов внешней среды (дождь, иссушение).

Поля с высокой численностью личинок шелкоунов следует отводить под культуры позднего срока сева (гречиха, просо), что позволяет при проведении 2–3 культиваций до посева существенно снизить заселенность такими вредными объектами.

Культивация междурядий в садах приводит к гибели куколок зимней пяденицы, коконов яблонного пилильщика.

*Применение микро- и макроудобрений.* Органические и минеральные удобрения создают благоприятные условия для жизнедеятельности растений, повышая их иммунные силы. Известкование кислых почв снижает численность личинок щелкунов и клубеньковых долгоносиков, создает неблагоприятные условия для корнееда свеклы, черной ножки и килы капусты. Рассев пылевидного суперфосфата позволяет бороться с голыми слизнями.

Органические удобрения улучшают физические свойства почвы, повышают ее влагоемкость, водопроницаемость. Это благоприятствует созданию нормального водно-воздушного и температурного режимов, увеличению запаса элементов минерального питания, повышению устойчивости растений к вредителям и болезням.

На зерновых культурах внесение удобрений повышает их кустистость и ускоряет прохождение фаз развития. На растениях озимых зерновых культур, находящихся в фазе кущения, злаковые мухи заселяют только боковые стебли, при этом общая интенсивность повреждения посева данными вредителями уменьшается.

Оптимальные сбалансированные дозы фосфорных и калийных удобрений повышают устойчивость озимых зерновых к ржавчине и снежной плесени, кукурузы – к пузырчатой головне.

Вместе с тем при применении азотных удобрений следует учитывать, что при избытке они не только удлиняют период вегетации, задерживают прохождение фаз развития растений, но и повышают восприимчивость их к некоторым заболеваниям и вредителям (например, мучнистая роса злаковых, злаковые тли).

Внесение повышенных доз фосфорных удобрений на капусте значительно изменяет химизм растений, которые становятся менее благоприятным кормом для листогрызущих гусениц, питающихся на капусте. При этом у насекомых уменьшается плодовитость, происходит снижение их численности и вредоносности.

Использование микроэлементов способствует снижению заболеваемости растений. Так, на торфяно-болотных почвах медь значительно повышает устойчивость картофеля к фитофторозу. Внесение борных микроудобрений на свекле позволяет избежать такого заболевания как гниль сердечка. Применение цинка и бора уменьшает вредоносность кальциевого хлороза при возделывании льна-долгунца.

*Сроки посева и уборки растений.* Регулируя сроки посева, можно достичь несовпадения наиболее уязвимой фазы развития растений с периодом наибольшей вредоносности вредных организмов.

Ранние сроки посева позволяют значительно уменьшить поражаемость многих сельскохозяйственных культур болезнями. Ранние всходы яровой пшеницы и зернобобовых культур (горох, кормовые бобы) более устойчивы к фузариозным заболеваниям. При раннем посеве наблюдается более слабое поражение овса корончатой ржавчиной, яровой пшеницы – корневыми гнилями, ржавчиной, мучнистой росой, гороха – аскохитозом. Ранние сорта картофеля могут избежать такого заболевания как фитофтороз картофеля.

Также при ранних сроках сева ко времени массового заселения посевов вредителями растения яровых зерновых, зернобобовых, льна-долгунца, ярового рапса успевают окрепнуть и приобрести устойчивость к повреждениям от злаковых мух, клубеньковых долгоносиков, льняных и крестоцветных блошек. Вместе с тем ранний посев озимых зерновых культур приводит к сильному повреждению посевов злаковыми мухами, цикадками.

В условиях ранней благоприятной весны при раннем посеве ко времени массового появления вредителей всходов растения свеклы успевают дать вторую пару настоящих листьев, при этом посевы легче переносят повреждения.

Зачастую для усиления устойчивости картофеля к различным видам болезней применяется такое мероприятие как яровизация, что ускоряет рост и развитие культуры.

Ранняя посадка раннеспелых сортов картофеля способствует проведению уборки урожая до массового развития фитофтороза.

Но в ряде случаев ранние сроки посева могут привести к более сильному поражению растений. При посадке в непрогретую почву (ниже 7 °С) отмечается значительное развитие ризиктониоза, порошистой парши картофеля, плесневение семян кукурузы и др.

Для избежания заражения семенного материала вредителями и болезнями уборку участков зерновых и зернобобовых на семенные цели начинают с краевых полос около 30 м, зерно с которых идет на фуражные цели, а масса зернобобовых (лучше в молочную спелость зерна) – на корм скоту. При запаздывании с уборкой зернобобовых культур бобы растрескиваются, при этом осыпается много семян, что приводит к увеличению зимующих вредителей.

Запаздывание со сроками уборки зерновых культур, особенно в дождливую осень, приводит к развитию фузариоза колоса.

Семенные участки с сильно полегшим стеблестоем следует исключать из числа семеноводческих, так как посевные и урожайные качества их семян резко снижаются. Исключаются из числа убираемых на семена участки, имеющие превышающую допустимые нормы пораженность болезнями.

При своевременной уборке кукурузы на силос и при низком срезе в пожнивных остатках значительно снижается численность гусениц стеблевого кукурузного мотылька.

Борьба с потерями урожая при уборке ведет к уменьшению падалицы на полях и снижает численность мышевидных грызунов, скрытностеблевых вредителей злаковых культур, зараженность ржавчиной и мучнистой росой.

*Уничтожение сорняков на непроезженных площадях.* Сорные растения менее требовательны к почвенно-климатическим условиям произрастания, поэтому быстрее растут, заглушают посевы, резко снижают урожайность сельскохозяйственных культур. Многие из них являются резерваторами болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. Например, люцерновая и стеблевая совки, трипсы размножаются на вьюнке полевым. Гля, обитающая на большинстве видов сорняков, является переносчиком вирусов *X*, *K*, *S*, развивающихся на картофеле. Злаковые мухи (шведские, зеленоглазка, гессенская, меромиза) успешно развиваются на пырее ползучем. Пьявица, являясь вредителем зерновых культур, способна размножаться на овсюге.

Многие возбудители заболеваний (ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, пятнистости) культурных растений распространяются через сорняки.

Для мышевидных грызунов заросли сорных трав (около скотных дворов, различных построек, вдоль дорог, на межах и других участках, не занятых сельскохозяйственными культурами) служат удобным местом обитания и источником пищи даже зимой.

**Селекционно-семеноводческий метод.** Тщательно очищенные, отсортированные семена лучших районированных сортов должны использоваться в качестве посевного материала. Свыше 60 % всех опасных заболеваний сельскохозяйственных культур передаются с семенами или посадочным материалом.

Своевременное выявление зимующих на посевном материале возбудителей болезней и проведение соответствующих мероприятий по

их оздоровлению имеют большое значение в комплексе мероприятий по защите растений.

Мероприятия по оздоровлению семян производят с помощью очистки, сортировки, калибровки, что помимо прочего позволяет очистить их от примесей сорных растений, значительно увеличивающих влажность зерна (при этом создаются условия для развития болезней), а также засоряющих последующие посевы при высеве.

Система защиты сельскохозяйственных культур должна строиться вокруг сорта, который в той или же иной мере может противостоять заболеваниям и вредителям. Сорта одной и той же культуры отличаются по продолжительности вегетационного периода, темпам роста, строению покровных и механических тканей, по другим признакам, отвечающим за средообразующую роль растений в агрофитоценозе.

Например, сорт картофеля Сантэ имеет низкий стеблестой и, как следствие, лучше проветривается, за счет чего меньше вероятность закрепления возбудителя фитофтороза на растении.

Сорта пшеницы по-разному привлекают и повреждаются шведскими мухами в зависимости от кустистости, длины стебля, периода от всходов до кушения и т. д.

Устойчивость сортов зерновых культур к ржавчине связана с морфологическими и физиологическими особенностями растений. Если на листьях имеется восковой налет, установлена меньшая степень поражения данным заболеванием. Также устойчивые к этому патогену сорта имеют более тонкие стенки эпидермиса и меньшие устьица.

**Механический метод.** Основные направления механического метода – использование различных приемов и орудий, препятствующих передвижению, расселению вредных объектов. Основная цель проводимых мероприятий заключается в снижении численности вредных организмов, уменьшении наносимого ими вреда за счет сбора и уничтожения вредителей или пораженных заболеваниями растений или их частей.

Типичным применением данного метода являются фитопатологические прочистки – удаление на семенных участках картофеля, томатов растений, пораженных вирусными болезнями, а также черной ножкой. В садах используется удаление больных или заселенных частей растений (пораженные ржавчиной побеги яблони и груши, поврежденные калифорнийской и запятовидной щитовками ветви).

**Физический метод** связан с использованием токов высокой частоты, высоких и низких температур, ультразвука, радиационных

излучений. Примером физического метода в сельскохозяйственном производстве является использование высоких температур в борьбе с внутренней грибной инфекцией.

Применение высоких температур для подавления внутренней инфекции семян получило название термического обеззараживания семян. К заболеваниям зерновых культур, возбудители которых проникают внутрь семян, относятся пыльная головня пшеницы и ячменя, а также гельминтоспориоз, фузариоз и бактериоз. В настоящее время термическое обеззараживание (двухфазное и однофазное) применяется главным образом для обработки семян пшеницы и ячменя против пыльной головни. Сущность двухфазного обеззараживания заключается в намачивании семян в воде при температуре 28–52 °С в течение 3–5 ч, затем в горячей воде при температуре 52 °С 8 мин или при 53 °С 7 мин. В связи с громоздкостью двухфазное обеззараживание в последнее время применяется очень ограниченно. Однофазное обеззараживание заключается в прогревании семян в течение 3–4 ч в воде при температуре 45 °С или в течение 2 ч при 47 °С. После термического обеззараживания семена охлаждают и просушивают до кондиционной влажности.

Термическое обеззараживание действует как на внутреннюю, так и на внешнюю инфекцию, но при его применении следует соблюдать меры предосторожности от повторного заражения. Предотвратить или значительно уменьшить эти отрицательные последствия помогают дополнительное протравливание термически обеззараженных семян и посев их в хорошо подготовленную почву и в оптимальные сроки.

Термическое обеззараживание можно применять и против бактериозов и фомоза капусты путем прогревания семян в горячей воде в течение 18–20 мин.

**Биологический метод.** Данный метод основан на применении полезных организмов и продуктов их жизнедеятельности для регуляции численности сельскохозяйственных вредителей и плотности популяций возбудителей заболеваний культурных растений. Использование энтомофагов, гиперпаразитов, антагонистов и антибиотиков является основным направлением биологической борьбы с вредителями и болезнями растений.

Фитопатогенные микроорганизмы в большинстве случаев в процессе своего развития связаны с почвой. Именно там возбудители болезней растений чаще всего подавляются антагонистами. В первый год возделывания сельскохозяйственной культуры на каком-либо

участке фитопатогенных организмов бывает мало, на растении-хозяине возбудитель сравнительно меньше подвергается воздействию антагонистов. Поэтому при повторном многократном возделывании культуры фитопатогенные организмы накапливаются в таких количествах, что антагонисты не могут достаточно сдерживать их размножение.

Исследованиями в нашей стране установлено, что количество миколитических бактерий, вызывающих лизис грибов рода *Fusarium*, *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) (возбудителей корневых гнилей пшеницы), существенно изменяется в зависимости от культуры предшественника. В связи с этим на полях, где внедрены биологически обоснованные сево-обороты, болезни почвенного происхождения обычно не имеют практического значения.

В процессе специализации сельского хозяйства резко возрастает удельный вес площадей, занятых ведущей культурой, которую нередко возделывают на одних и тех же полях в течение ряда лет. Это приводит к нарушению биологического равновесия между фитопатогенными паразитами и антагонистами. В результате наблюдается сильное развитие болезней.

Непосредственное использование почвенных антагонистов в борьбе с болезнями растений осуществляется либо путем содействия их деятельности в природе, либо выделением их в культуру, массовым размножением и последующим активным применением. Содействие деятельности природных антагонистов различными агротехническими приемами (севообороты и чередование культур, внесение органических удобрений и др.) представляет собой биологический метод борьбы с болезнями в широком смысле. Выделение их в культуру, массовое размножение и активное применение для обеззараживания почвы или семян является биологическим методом борьбы в более узком смысле. Таким способом наиболее широко испытан в производственных условиях гриб триходерма.

*Биопрепараты.* В нашей республике на основе бактерий, грибов, антибиотиков применяется более 30 биопрепаратов, которые разрешены к применению в стране. Практически все биопрепараты против вредителей на основе бактерий (Битоксибациллин, Бацитурин и др.) содержат в себе *Bacillus thuringiensis* (тюрингская бацилла), которая обычно живет в почве и является ее естественным обитателем. Она распространена по всему земному шару. Ее инсектицидные свойства были открыты еще в 1911 г., но до 1950 г. не было разработано

достаточно препаратов на ее основе для сельского хозяйства. Данная бактерия производит специфический белок (дельта-эндотоксин), который парализует пищеварительную систему насекомых. Причем действует он избирательно, поражая только вредные объекты.

Грибные препараты, применяемые для борьбы с насекомыми вредителями, представлены препаратом Боверин зерновой-БЛ. Его недостатком является то, что он не является острозаразным для насекомых и поражает только ослабленных насекомых. В связи с этим при обработке посевов против колорадского жука рекомендуется применять половинную дозу инсектицида.

При производстве препарата Триходермин-БЛ, антагониста многих фитопатогенных грибов, маточную культуру гриба выращивают на агаризованных твердых и жидких питательных средах. Для выращивания грибной массы используют перегной, отходы зерна, свекловичный жом, мякину, солому, торф и различные растительные остатки.

В отличие от пестицидов антибиотики действуют избирательно, подавляя фитопатогенные бактерии и грибы и не оказывая отрицательного влияния в рекомендованных для применения нормах на рост и развитие культурных растений. Большинство антибиотиков хорошо проникает в органы и ткани растений, поэтому их действие менее зависимо от погодных условий.

Процесс инактивации антибиотиков в растениях проходит медленнее, чем в тканях животных. Однако благодаря высокой активности антибиотики могут применяться в очень низкой концентрации (сотые и тысячные доли процента), что позволяет исключить их токсическое действие на растения и избежать накопления остаточных количеств вредных веществ в урожае.

Существенный недостаток антибиотиков – сравнительно быстрое развитие устойчивости к ним патогенных микроорганизмов. Поэтому у нас запрещено использование в растениеводстве антибиотиков, применяемых в медицинской практике.

*Энтомофаги.* Согласно определению словаря по биологической защите растений, энтомофаги (*entomophagous, entomophage*) – паразиты, хищники, употребляющие в пищу насекомых. Существуют следующие способы применения энтомофагов: внутриареальное расселение, сезонная колонизация, интродукция и акклиматизация.

Сущность внутриареального расселения состоит в массовом переселении эффективных специализированных паразитов или хищников или же возбудителей болезней из старых очагов размещения в новые,

которые возникли. В нашей республике наработан опыт переселения теленомуса против кольчатого шелкопряда.

Сезонная колонизация предполагает выведение эффективных энтомофагов в биолaborаториях с последующим выпуском их в природные условия того агрофитоценоза, который подвергся поражению вредителями. Таким образом, в республике применяются трихограмма, златоглазка, фитосейулюс и некоторые другие энтомофаги.

Интродукция и акклиматизация применяются в основном для борьбы с вредными объектами, которые были завезены из-за рубежа. При этом главное подобрать на родине вредного объекта такую популяцию, которая наиболее полно соответствует условиям на новом месте обитания вредителя. Данный процесс более кратковременен по сравнению с акклиматизацией, в процессе которой энтомофаг попадает под действие естественного отбора, который определяет возникновение и развитие полезных адаптаций у завезенного объекта. Таким образом на территорию бывшего Советского Союза был ввезен хищный клоп подизус, применяемый против колорадского жука в южных районах.

**Химический способ** включает применение средств защиты (пестицидов). Основными способами применения химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками являются опрыскивание растений, предпосевная обработка (протравливание) семян, внесение в почву или на поверхность почвы жидких или гранулированных препаратов. Значительно реже применяются пестициды в форме жидких и твердых аэрозолей преимущественно для обработки складских помещений. Специальным способом химической борьбы с вредителями является фумигация газообразными веществами складских помещений, растительных грузов, теплиц и почвы, а также применение отравленных приманок.

**Опрыскивание.** Сущность опрыскивания заключается в нанесении раствора пестицида, эмульсии или суспензии в капельно-жидком состоянии на обрабатываемую поверхность с помощью опрыскивателей разных типов (ручных, тракторных, авиационных).

Имеет существенные преимущества перед другими способами: обеспечивает равномерное распределение действующего вещества и хорошее покрытие обрабатываемой поверхности; при добавлении в состав рабочих растворов смачивателей и прилипателей обеспечивается хорошая удерживаемость пестицидов на обрабатываемых объектах.

К недостаткам следует отнести сложность приготовления рабочих составов и соблюдения заданной нормы расхода жидкости и препарата, а также порчу аппаратуры в результате коррозии и большой расход жидкости, что увеличивает затраты на обработку.

По количеству рабочей жидкости, расходуемой на единицу площади, опрыскивания подразделяют на три основных вида: многолитражное, малообъемное и ультрамалообъемное.

При многолитражном наземном опрыскивании допускается относительно низкий уровень дробления рабочей жидкости до размера капель 120–130 мкм в диаметре. Норма расхода рабочей жидкости составляет: для обработки полевых культур (сахарной свеклы, картофеля и др.) – 300–600 л/га, ягодников – 800–1200 л/га, плодовых культур – 1000–2000 л/га. Многолитражное опрыскивание применяется в тех случаях, когда препарат обладает только контактной токсичностью и для получения максимальной эффективности требуется обильное смачивание; если препарат высокотоксичен для человека и санитарными органами допущен для применения в большом разведении, особенно при использовании ранцевой аппаратуры. Более высокие нормы расхода жидкости требуются и при работе с фунгицидами. Многолитражное опрыскивание сопряжено со значительными затратами, вызванными необходимостью подвоза большого количества воды и малой производительностью обработок.

В настоящее время основным способом применения пестицидов для обработки посевов и многолетних насаждений является малообъемное опрыскивание. Современные формы препаратов (концентраты эмульсий, тонкодисперсные смачивающиеся и растворимые порошки) позволяют применять рабочие жидкости повышенной концентрации, а современные опрыскиватели – увеличить дисперсность дробления жидкости для обеспечения достаточной плотности и равномерности отложения капель на обрабатываемой поверхности.

При малообъемном опрыскивании полевых культур уменьшенными выходными отверстиями распылителей норма расхода рабочей жидкости составляет 80–135 л/га. Для обработки ягодников норма расхода рабочей жидкости составляет 150–200 л/га, а садовых насаждений – 250–500 л/га. При использовании авиационной аппаратуры норма расхода рабочей жидкости для малообъемного опрыскивания составляет 25–50 л/га, садов – 200–400 л/га.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) – это опрыскивание готовыми препаратами без разбавления водой в форме жидких техниче-

ских продуктов пестицидов или их концентрированных растворов в органических растворителях с помощью специальной опрыскивающей аппаратуры для УМО. Норма расхода препарата при малообъемном опрыскивании составляет 0,5–5,0 л/га.

**Фумигация.** Введение пестицида в паро- или газообразном состоянии в среду обитания вредного организма называется фумигацией. Применяется для борьбы с опасными карантинными вредителями, вредителями запасов при их хранении и перевозке, вредителями и болезнями в защищенном грунте, с вредителями и болезнями семенного и посадочного материала, а также для уничтожения вредных грызунов, нематод и насекомых, обитающих в почве.

Фумигация весьма эффективна, так как ядовитые пары или газы вместе с воздухом хорошо проникают в различные пористые материалы, щели и мельчайшие отверстия, в которых могут гнездиться вредные организмы.

При хорошей герметизации объекта, соблюдении техники фумигации и необходимой экспозиции можно получить 100%-ный эффект обеззараживания. Все фумиганты высокотоксичны для человека и теплокровных животных. Техника проведения фумигации и ее эффективность зависят от свойств фумиганта, его состояния (жидкость, газ или твердое вещество). К основным свойствам фумигантов относятся: летучесть, скорость испарения, диффузия в воздухе, способность взрываться или воспламеняться, степень сорбции различными предметами, действие на металлы и другие материалы, токсичность, дегазируемость.

Работы с фумигантами проводят фумигационные отряды с соблюдением мер личной и общественной безопасности. Существуют следующие основные виды фумигационных работ: фумигация помещений (складов, зернохранилищ, элеваторов, теплиц и др.); камерная фумигация семян, посадочного материала, плодов и др. в специальных камерах, где обеспечивается полная герметизация, точное дозирование препарата и регулирование температуры; палаточная фумигация (для обработки особо ценных деревьев и кустарников); фумигация почвы (для уничтожения обитающих в ней нематод, филлоксеры и других вредителей и возбудителей болезней).

**Отравленные приманки** – это применение пестицида вместе с приманочным кормом для уничтожения вредных грызунов и насекомых. Для приготовления используют яды кишечного действия и кормовые средства, которые хорошо поедают грызуны и насекомые.

При применении отравленных приманок расход пестицидов минимальный, исключается возможность повреждения растений, уменьшается отрицательное влияние на полезную энтомофауну. Эффективность применения отравленных приманок в борьбе с вредителями зависит не только от токсичности препарата, но и от привлекательности корма. В качестве приманочного материала для борьбы с грызунами используют зерно злаковых культур, крупу, муку и др., против озимой совки – измельченные листья сорняков, свеклы и т. п. По степени увлажнения отравленные приманки готовят влажными, полусухими и сухими. В состав приманок добавляют клеящие вещества – растительное или минеральное масло, крахмал, клейстер и др.

***Предпосевная обработка семян и посадочного материала*** – это нанесение пестицида на семенной (посадочный) материал для уничтожения наружной или внутренней инфекции растительного или животного происхождения. При протравливании семян (посадочного материала) достигается следующее: обеззараживание семян от возбудителей, передающихся через семенной материал; сохранение посевных качеств семян во время хранения; защита высеванных семян и проростков от плесневения в почвенных условиях; снижение повреждения всходов почвообитающими вредителями при обработке семян комбинированными препаратами; ослабление отрицательного действия травматических повреждений семян в результате активации их защитных свойств и предохранения от развития микроорганизмов; повышение энергии прорастания семян и их полевой всхожести; улучшение зимовки озимых культур, что обеспечивает нормальную густоту всходов и повышение урожайности.

В зависимости от свойств препаратов, биологии вредных организмов, строения и других особенностей семян проводят протравливание с увлажнением, полусухое или влажное.

При влажном протравливании семена или посадочный материал погружают в раствор протравителя. В настоящее время влажное протравливание имеет ограниченное применение, используется главным образом для обработки семян овощных культур, проса и клубней семенного картофеля.

Полусухое протравливание семян или посадочного материала предусматривает обильное увлажнение раствором или суспензией препаратов и последующее томление протравленных семян. Расход рабочей жидкости определяется защищаемой культурой (до 30 л/т). Оба эти способа требуют обязательного просушивания семян.

Наиболее широко распространено протравливание семян способом с увлажнением. В этом случае норма расхода рабочей жидкости не превышает 5–15 л/га. Разновидностью этого способа является инкрустация семян, когда вместо воды суспензия готовится на водном растворе полимера натрий-карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) или поливинилового спирта (ПВС), обеспечивающих лучшую прилипаемость пестицида на обрабатываемой семенной поверхности.

**Карантин растений.** Включает в себя систему государственных мероприятий, направленных на защиту растительных богатств страны от завоза и вторжения из других стран карантинных и особо опасных вредных организмов, а в случае проникновения карантинных объектов – на локализацию и ликвидацию их очагов.

Карантинным объектом называется вид вредного организма, который отсутствует или ограниченно распространен на территории страны, но может быть занесен или же самостоятельно проникнуть извне, вызывая при этом значительные повреждения растительной продукции.

Способы распространения данных объектов разнообразны, они делятся на два основных пути: активный и пассивный. Активный путь – перелеты или перемещения вредителей. Пассивный связан с абиотическими факторами (перенос карантинных объектов с воздушными массами, с водными течениями), а также с деятельностью человека (в связи с возросшим потоком товарооборота материально-техническими ценностями между странами мира).

Карантинные объекты для Республики Беларусь входят в «Перечень вредителей, болезней растений и сорняков, являющихся карантинными объектами, для борьбы с которыми проводятся карантинные фитосанитарные мероприятия».

Карантин растений подразделяется на внешний и внутренний.

Внешний карантин растений направлен на защиту от ввоза особо вредных организмов, а также на предотвращение вывоза карантинных объектов, которые оговариваются в договорах со страной-импортером. Проводится путем досмотра продукции, поступающей из-за рубежа, при обнаружении карантинного объекта производят его уничтожение.

Целью внутреннего карантина растений является предотвращение распространения карантинных объектов внутри республики, своевременное выявление и ликвидация очагов развития карантинных объектов. Для этого систематически проводят обследования сельскохозяйственных угодий, мест хранения и переработки продукции и прилегающих к ним территорий.

### **Интегрированная система защиты культурных растений.**

Мировой опыт показывает, что любая из известных систем земледелия в условиях самой высокой и перспективной формы интенсификации сельского хозяйства невозможна без организованной защиты растений как фактора, определяющего стабильно высокие урожаи. Ежегодные потери от вредителей, болезней и сорняков по-прежнему остаются достаточно большими, достигают до  $\frac{1}{4}$  валового урожая, а по некоторым культурам и больше.

Развитие вредных организмов, в первую очередь вредителей и возбудителей заболеваний растений, происходит неравномерно. В зависимости от погодных, климатических, агроэкологических, антропогенных и других нередко непредсказуемых факторов они могут находиться в депрессии или достигать размеров эпизоотий или эпифитотий, приводя в ряде случаев к катастрофическим последствиям. В соответствии с этим и вред от них может значительно колебаться по годам. Средние цифры потерь свидетельствуют о значительных потенциальных возможностях роста урожая повреждаемых культур за счет эффективной борьбы с вредными организмами, о важном месте, которое занимает защита растений в системе мер, направленных на повышение эффективности сельскохозяйственного производства. В связи с этим без решения проблем защиты растений нельзя серьезно рассматривать задачи повышения эффективности и стабильности сельскохозяйственного производства.

Большое разнообразие вредных организмов (насекомые, клещи, нематоды, грызуны, грибы, бактерии, вирусы, сорные растения), динамичность их развития, разнообразие поражаемых культур предъявляют к защите растений особые требования.

Служба защиты растений должна быть высококвалифицированной и организационно-динамичной, располагать широким ассортиментом средств и методов защиты растений, мобильными и эффективными техническими средствами анализа фитосанитарного состояния посевов и сигнализации, высокопроизводительной техникой для обработки посевов и т. д.

В настоящее время химический метод защиты растений продолжает занимать ведущее место в защите растений, благодаря использованию средств защиты растений предотвращается основная часть потенциальных потерь.

Однако массовое применение пестицидов показало не только преимущества и перспективность, но и серьезные недостатки их широ-

кого использования: накопление в почве, водоемах, живых организмах, возникновение устойчивых популяций вредных организмов, появление новых, экономически значимых вредителей. Поэтому необходимо постоянно проводить работу как по совершенствованию химических средств защиты растений, так и использованию альтернативных путей борьбы с вредителями, болезнями и сорняками.

Однако многочисленные исследования и практический опыт показывают, что использование отдельных, даже исключительно эффективных приемов защиты растений не может обеспечить долговременного подавления численности вредных организмов. Этого можно достигнуть лишь при систематическом комплексном применении всех доступных мероприятий по защите растений.

На данном этапе мирового развития сельскохозяйственного производства сформировался и утвердился интегрированный подход к использованию средств и методов защиты растений, который направлен на поиск и выбор селективных средств воздействия на вредные организмы, обеспечивающий максимальное сохранение и усиление естественных механизмов регуляции их численности.

Интегрированная система мероприятий включает профилактические (агротехнические, селекционные, карантинные) и истребительные (химические, биологические, физико-механические и др.) методы, взаимно дополняющие друг друга и находящиеся в тесной взаимосвязи с организационными и технологическими приемами ведения хозяйства в целях предупреждения гибели растений и потерь урожая.

Система мероприятий предусматривает проведение в определенной последовательности предупредительных и истребительных мер борьбы, направленных на подавление размножения всего комплекса основных вредителей, возбудителей болезней культурных растений и сорной растительности. При этом основным направлением является профилактика, предупреждающая массовое размножение вредных организмов.

Интегрированные системы защиты растений основываются на ряде взаимосвязанных элементов:

- высокой агротехнике, обеспечивающей получение полноценных растений, устойчивых к различным неблагоприятным условиям, включая использование специальных агротехнических приемов по профилактике и подавлению развития отдельных вредных организмов;
- возделывании сортов, устойчивых к вредителям и болезням;

– использовании приемов, сохраняющих и активизирующих деятельность природных энтомофагов и других организмов, регулирующих численность вредителей, фитопатогенов и сорняков;

– использовании активных мер подавления вредных организмов (биологических и химических) на основе детального анализа агробиоценоза при объективной оценке ожидаемого развития вредных объектов и уровня ущерба.

Современная концепция интегрированной защиты растений от вредных организмов в обязательном порядке включает понятия: биологический и экономический пороги вредоносности.

Биологический порог вредоносности – плотность популяции или степень развития вредного организма, приводящая к минимальным статистически достоверным потерям продукции растительного происхождения.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) – плотность популяции или степень развития вредного организма, при которой экономически целесообразно применять защитные мероприятия (ГОСТ 21507-2013. Защита растений. Термины и определения).

При установлении порогов вредоносности вредного организма возникает ряд трудностей, связанных с вопросом об экономически значимых потерях урожая. Многие исследователи считают целесообразным ориентироваться не на окупаемость затрат (экономические пороги вредоносности), а на хозяйственно ощутимые потери урожая (биологический порог вредоносности). В области болезней растений чаще всего мы используем биологический или экономический порог вредоносности, в области сорных растений – биологический, в области вредителей – экономический порог вредоносности. Концепция порогов вредоносности является краеугольным камнем современной практики защиты растений. Используя пороги (как биологические, так и ЭПВ), можно оптимизировать уже сложившиеся системы защиты отдельных сельскохозяйственных культур, снизить угнетающее действие средств защиты растений на окружающую среду и растения. Приведенные показатели порогов вредоносности являются ориентиром для определения целесообразности проведения химических обработок. Они привязаны к основным единицам учета, принятым в системах мониторинга вредных объектов. В настоящее время в нашей стране разработаны пороги вредоносности для большинства вредных видов в посевах сельскохозяйственных культур.

Неотъемлемой частью интегрированной защиты растений являются прогноз и сигнализация численности вредителей и болезней, на основе которых планируется рациональное применение биологических, химических и других средств защиты растений. Прогноз позволяет с различной степенью заблаговременности судить о фитосанитарном состоянии посевов и насаждений, основывается на знании закономерностей возникновения и массового размножения вредных организмов в зависимости от различных факторов, особенно от погодных условий. Различают три вида прогнозов: многолетний, долгосрочный и краткосрочный. Для агрономов хозяйств и фермеров наибольший интерес представляют два последних вида прогноза. Долгосрочный прогноз (на один наступающий вегетационный период) используют для текущего планирования и своевременной организации работ по защите растений. Краткосрочный прогноз (на срок от нескольких дней до 1 месяца), составляемый для динамичных видов, способных быстро изменять свою численность под воздействием экологических факторов окружающей среды, позволяет более точно определить фитосанитарную обстановку в агроценозе и принять решение о целесообразности проведения намеченных мероприятий или их корректировке. Разновидностью краткосрочного прогноза является сигнализация, сущность которой состоит обычно в экстренном оповещении сельскохозяйственных производителей о наступлении оптимальных сроков борьбы с конкретными вредителями и болезнями. Основной целью любых видов прогноза является сокращение объемов истребительных мероприятий (в первую очередь химических), не снижая общей эффективности защиты растений.

Фитосанитарный мониторинг агробиоценозов является одним из обязательных элементов интегрированной защиты растений. Он предусматривает периодический сбор и анализ информации, по которой на основе прогноза развития и размножения сорняков, вредителей и болезней строится конкретная система защиты растений. При проведении фитосанитарного мониторинга регулярно учитывают следующие данные:

- фенологию и состояние посевов (посадок);
- распространение, фенологию, биологические особенности и динамику численности вредных организмов и их основных естественных врагов;
- поврежденность (пораженность) растений вредителями, возбудителями заболеваний и абиотическими факторами среды, засоренность сорняками;

– эффективность профилактических мероприятий, в том числе агротехнических и севооборота;

– эффективность текущих защитных мероприятий.

Видовой состав вредителей и болезней, за которыми ведется наблюдение, как правило, устанавливают заранее с учетом их вредоносности в предыдущие годы. Для заключения о фитосанитарном состоянии посевов полученные оценки численности сорняков, вредителей и болезней сопоставляют с их расчетными экономическими пороговыми вредоносности.

Основные методы учета плотности популяций вредителей: визуальный, почвенные раскопки, учет скрытых стеблевых вредителей, кошение энтомологическим сачком, учет с помощью ловушек.

Методика учета болезней зависит от типа поражения и особенностей развития заболевания. Основными элементами учета являются такие показатели, как распространенность и развитие болезни. Наблюдения осуществляют на стационарных участках и маршрутными обследованиями.

Основные методы учета сорной растительности: визуальный, количественный, количественно-весовой. Учет распространения сорных растений осуществляется при проведении систематического (сплошного) или оперативного обследований.

Для успешного выполнения мероприятий по борьбе с вредными объектами необходимо:

- 1) определить наиболее вредоносные объекты по каждой культуре;
- 2) знать биологию вредного объекта, реальный экономический уровень вредоносности с учетом складывающихся погодных условий и оценить возможные затраты на борьбу с ним;
- 3) определить вредные объекты, с которыми можно вести борьбу наиболее безопасными методами без применения ядохимикатов;
- 4) учитывать факторы, влияющие на прогноз развития вредного объекта;
- 5) вносить изменения и уточнения в существующую систему мероприятий, применяемых в текущем году;
- 6) возделывать сорта интенсивного типа, способные противостоять поражению вредным объектом;
- 7) рационально применять удобрения сельскохозяйственных культур;
- 8) осуществлять строгий семенной и сортовой контроль;
- 9) строго соблюдать севооборот, систему обработки почвы, оптимальные сроки посева, ухода за сельскохозяйственными культурами в период вегетации, сроки уборки;

10) строго соблюдать регламенты применения биологических и химических средств защиты, определив предварительно их целесообразность;

11) строго соблюдать технику безопасности и охрану труда при проведении защитных мероприятий.

Система мероприятий по интегрированной защите сельскохозяйственных культур включает следующие элементы:

1) внедрение сортов, обладающих повышенной устойчивостью к объектам, наиболее вредоносным для данной местности;

2) постоянное оздоровление посевного и посадочного материала;

3) термическую и химическую обработку семенного материала;

4) систему управления биотическими и абиотическими свойствами почвы, в которую входят:

– введение и освоение научно обоснованного севооборота;

– внесение навоза и минеральных удобрений;

– запашка сидеральных удобрений;

– искоренение сорных растений;

– обработка почвы с целью улучшения строения пахотного слоя, аэрации и влажности почвы;

– оптимальные сроки посева и посадки растений;

– агротехнические мероприятия, ограничивающие развитие вредных организмов в период вегетации;

5) применение химических средств защиты растений против вредителей и возбудителей болезней, которые могут находиться на вегетирующих растениях с соблюдением мер по недопущению загрязнения продукции остатками пестицидов;

6) карантинные мероприятия по предупреждению проникновения вредных объектов на территорию Республики Беларусь из-за рубежа.

При проведении химических защитных мероприятий следует учитывать, что опрыскивание льна, свеклы, рапса против блошек в начале заселения посевов можно проводить в виде краевых обработок шириной 50–60 м. Проведение химической борьбы на полях, где обитают энтомофаги, ведущие хищный образ жизни, наиболее обоснованно, когда они находятся в фазах развития, которые наиболее устойчивы к действию инсектицидов. При этом наиболее помогают ранневесенние и поздние осенние обработки, особенно в садах. При использовании пестицидов предпочтение следует отдавать препа-ратам, проявляющим избирательность действия и не влияющим отрицательно на полезных насекомых, что особенно важно в интегрированных системах защиты посевов от вредных организмов.

Для предотвращения возникновения устойчивости у вредителей к инсектицидам следует соблюдать ядооборот, т. е. чередовать применение инсектицидов из различных химических классов.

В посевах овощных следует высевать культуры, обеспечивающие дополнительное питание энтомофагов (рапс, фацелия, гречиха).

Таким образом, применение интегрированного комплекса методов защиты растений от вредных организмов, адаптированного к агроландшафтным и хозяйственным условиям производства, обеспечивает оптимальное фитосанитарное состояние агроценоза и продукции сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность окружающей среды.

### 5.2.9. Уборка урожая

Завершающим этапом возделывания сельскохозяйственных культур является уборка, доработка и хранение урожая. Чрезвычайно важно вовремя и качественно провести уборку в поле, особенно при неблагоприятных погодных условиях.

**Подготовка полей и уборочной техники.** Одним из важнейших условий качественной уборки является своевременный осмотр и подготовка уборочной техники. Комбайны должны быть отремонтированы и отрегулированы, обкатаны на холостом ходу. Возможные места утечки зерна необходимо загерметизировать.

Перед уборкой требуется разметить поля на загоны, указать места поворотных полос и транспортных магистралей, оградить помехи, наметить направления и способ движения уборочных агрегатов.

Направление движения комбайнов на полях с прямостоячим и слабо полеглым хлебостоем должно совпадать с направлением основной обработки почвы. Движение поперек направления основной обработки допускается на хорошо выровненных полях. Движение вкруговую допускается только на небольших участках сложной конфигурации с длиной гона не более 300 м.

Выбор тактики уборки зависит от вида культуры и состояния посевов.

**Сроки уборки** определяются степенью спелости культуры, наличием и готовностью уборочной техники. Уборку зерновых начинают в фазе полной спелости зерна, кормовых трав – в фазе бутонизации – цветения, корнеплодов сахарной свеклы – в конце сентября при содержании сахара в них не менее 14 %, льна-долгунца на товарные цели – в фазе ранней желтой спелости, а на семена – в фазе желтой спе-

лости. Уборку необходимо провести в сжатые сроки, как правило, в течение 8–10 дней. В случае неравномерного созревания посевов уборку проводят выборочно.

**Способы уборки.** Уборку *зерновых* культур проводят прямым комбайнированием или раздельным способом. Прямое комбайнирование проводят при достижении полной спелости зерна и влажности 16–20 %. Раздельным способом убирают посевы с повышенной влажностью зерна. При этом их вначале скашивают в валки, используя жатки жВН-6А, жСК-4В, жРБ-4,2, жВН-6-12, жТ-6 и др., а затем после просыхания до 19–21 % через 3–4 дня обмолачивают. Подбор и обмолот валков, а также прямое комбайнирование осуществляют зерноуборочными комбайнами КЗР-10, КЗС-10, КЗС-7, «Дон-1500Б», Е-524, Е-525, Е-527, «Мега-204», «Мега-218», «Лида-1300», «Лида-1500», «Бизон».

Уборку *кормовых трав* проводят однофазно уборочными комплексами К-Г-6 «Полесье», комбайнами КВК-800, КДП-3000, косилками-измельчителями КИН-Ф-1500, КИП-1,5-01 и др.

*Кукурузу на корм* животным убирают силосоуборочными комбайнами в комплекте с кукурузоуборочными приставками к зерноуборочным комбайнам. Зеленую массу скармливают в свежем виде или силосуют непосредственно в процессе уборки, не допуская временного хранения. Уборку кукурузы с обмолотом зерна в поле проводят при влажности зерна менее 35 %. Влажное зерно измельчают и силосуют или сушат на зерносушилках.

Уборку *льна* также проводят раздельным способом – на товарных посевах и прямым комбайнированием – на семеноводческих посевах. При раздельном способе осуществляют теребление и расстил соломы в ленты без очеса коробочек для подсушивания и дозревания семян. Для этих целей используют комбайны прицепные ЛК-4А, ГЛК-1,5 и самоходные КЛС-3,5 с отключенными очесывающими аппаратами или самоходные двухпоточные теребилки ТСЛ-2,4 и ЛТС-2. Обмолачивают семенные коробочки подборщиками-очесывателями типа «НЕСАНУ», СООЛ-5. При комбайновой уборке используют льнокомбайны прицепные ЛК-4А, ГЛК-1,5 в агрегате с прицепами типа 2-ПТС-4 и самоходные КЛС-3,5. Убирают лен загоновым способом с прямолинейным движением агрегатов вдоль загонов. При работе комбайна стебли должны укладываться в ровную ленту одинаковой толщины без перепутывания для последующей работы оборачивателей, равномерной и качественной вылежки. Проводят

1–2 оборачивания прицепными (ОЛ-140 «Долгунец») и самоходными (ОЛЛ-1, ОСЛ-1) оборачивателями. После вылежки тресту упаковывают в рулоны пресс-подборщиками (ПРЛ-150А, ППЛ-1, ПЛС-1 и др.).

Для уборки *сахарной свеклы* и картофеля применяют поточный, перевалочный и поточноперевалочный способы. Основной и наиболее экономичный – поточный способ уборки, при котором корнеплоды и клубни из бункера комбайна загружаются в транспортное средство и отправляются к месту переборки. Перевалочный способ уборки сахарной свеклы применяют при уборке поворотных полос, при недостатке транспортных средств, повышенной засоренности корнеплодов зеленой массой. При этом корнеплоды временно (не более 3 дней) хранят в буртах шириной до 8,0 м и высотой до 4,0 м. Поточно-перевалочный способ включает элементы предыдущих двух способов. Механизированную уборку корнеплодов проводят свеклоуборочными комбайнами типа SF-10, СКС-624 и др. Кормовую свеклу убирают механизированно или вручную, маточки – только вручную с обрезкой головки корнеплода на конус.

**Методы оценки качества уборки.** Оценку качества уборки проводят непосредственно в поле, периодически контролируя работу комбайнов. Определяют общие потери зерна за хедером и за молотилкой (от недомолота и невытряса). Качество работы хедера комбайна определяют, подсчитывая зерна, оставшиеся в стерне на 0,5 м<sup>2</sup>. Для определения недомолота из различных мест копен соломы, выгруженной из копнителя на поле, отбирают 100 колосьев, вышелушивают из них невымолоченные зерна и подсчитывают потери. Также контролируют высоту и равномерность среза жаткой комбайна и потери в виде несрезанных колосьев. Для определения величины потерь на подборе валков учитывают колосья, неподоб-ранные подборщиком, недовымолоченные колосья, просыпавшиеся зерна.

#### **5.2.10. Доработка и хранение растениеводческой продукции**

После уборки комбайном зерно и другую продукцию необходимо высушить, очистить и отсортировать. Перед *сушкой* ворох от комбайнов очищают от примесей машинами предварительной очистки МПО-5, К-527, К-547А, ОЗЦ-50 и др. Для сушки зерна применяют зерносушилки: колонковые (СЗК-8, СЗК-8-1, СЗК-10), карусельные (СКУ-10), шахтные (СЗШР-8, СЗШР-16, М-819, СЗШ-20 и др.). Для сушки семенного зерна предпочтительнее использовать наполь-

ные сушилки. Для подогрева воздуха используют агрегаты АТ-0,7, АТ-0,3. Высота насыпи: для колосовых зерновых культур – не более 1 м, для бобовых – не более 0,5 м. Расход воздуха – 1000–1500 м<sup>3</sup>/ч на 1 т зерна.

Для зерна с повышенной влажностью применяют активное вентилирование стационарными и передвижными установками. Оно широко используется для теплового обогрева семян, проветривания свежесобранной зерновой массы, устранения самосогревания, охлаждения и подсушки зерна.

Для поточной обработки зерна используют комплексы КЗС-20, КЗС-25, КЗС-40. Для досушивания и режимного хранения зерна применяют установки УДЗ-1200.

**Сортирование** (калибровка) семян по величине и массе проводится на машинах ЗВС-20, МЗС-10, МЗС-25, К-531, ОПВ-20А, МС-4,5. Для разделения семян по плотности используют пневмостолы СПС-5, ПСС-2,5.

**Хранение** растениеводческой продукции осуществляется в специальных хранилищах, которые перед заполнением тщательно подготавливают, очищают, дезинфицируют, герметизируют.

*Зерно* на хранение закладывают при влажности 14–15 % для пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи, гороха и 12,5–13,5 % для проса и кукурузы. Хранение зерна осуществляют насыпью, семян высоких категорий – штабелями (в мешках). Высота насыпи – до 3 м, в теплое время – до 2,5 м, а для зерна с влажностью 17 % и выше – 1,5–2,5 м. Продовольственное и фуражное зерно хранят в зернохранилищах с максимально возможной высотой насыпи. Зерно и семена различного целевого назначения хранят отдельно и обозначают этикеткой. В процессе хранения периодически замеряют влажность продукции, температуру массы, а также зараженность вредителями запасов и болезнями.

*Хранение корнеплодов* осуществляется в специальных хранилищах, которые должны быть оборудованы вентиляцией и иметь постоянную температуру в пределах 1–2 °С; свеклу допустимо хранить в буртах, которые должны быть размещены на возвышенных сухих участках. Оптимальные размеры бурта: ширина – 2,5–3,0 м, высота – 1,2–1,5, длина – 25,0–30,0 м. Бурт укрывают соломой и землей. Общая толщина укрытия перед уходом в зиму должна составлять не менее 60–70 см. Для укрытия буртов землей используют агрегат БН-100А.

### 5.3. Альтернативные системы земледелия

Увеличение производства сельскохозяйственной продукции в мире достигнуто в результате массового перехода к интенсивным методам ведения земледелия, разработки новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на широком применении интегрированных средств защиты растений. Широкое использование в сельскохозяйственном производстве интенсивной обработки почвы, высоких доз минеральных удобрений и химических средств защиты растений, стимуляторов роста сопровождается зачастую ухудшением физических свойств почвы, уменьшением содержания в ней органического вещества, усилением эрозионных процессов, снижением качества продукции, загрязнением окружающей среды, в частности водоемов и грунтовых вод вследствие смыва с полей химических соединений.

Поэтому в последние годы в мире возник интерес к альтернативным системам земледелия, основными целями которых являются:

- изменение традиционного земледелия путем его экологизации и биологизации с тем, чтобы земледелие было безвредным для окружающей среды и обеспечивало бы потребителя здоровыми, экологически «чистыми» продуктами питания;
- максимальное использование всех органических отходов сельскохозяйственного производства и промышленности;
- повышение рентабельности хозяйств, перешедших на альтернативные методы.

Основная сущность альтернативного земледелия заключается в полном отказе от применения минеральных удобрений и пестицидов, хотя некоторые направления альтернативного земледелия допускают использование отдельных ядохимикатов в случае острой необходимости в минимальных количествах. Альтернативные системы обязательно включают севообороты, минимальную обработку почвы, применение органических удобрений, сидератов, биологические методы защиты растений.

Существует несколько разновидностей альтернативного земледелия – биодинамическая, органическая, биологическая, органо-биологическая.

**Биодинамическая система** является одной из наиболее развитых в Германии, Швеции, Дании. Сущность ее сводится к следующему. Обработку почвы, посев, уход за посевами необходимо осуществлять в

соответствии с периодами нахождения Луны в том или ином созвездии Зодиака. Например, если Луна находится в созвездии Рыб – этот период благоприятен для посева и высадки рассады зеленых культур, если в созвездии Быка – это время наиболее подходит для посева корнеплодов и т. д. Расположение небесных тел рекомендуется учитывать при приготовлении компостов и организации борьбы с сорняками.

Одна из задач биодинамического земледелия – создание благоприятных условий для развития и размножения в почве микроорганизмов и дождевых червей, содействующих минерализации органических веществ и, следовательно, повышающих плодородие почвы. Внесение синтетических минеральных удобрений полностью запрещается. Можно применять (в основном при компостировании) базальтовую или гранитную муку, местные известковые, фосфорсодержащие материалы, малые дозы сырых фосфатов и калимагнезии, кальцийсодержащие водоросли. Подчеркивается необходимость аэробного способа приготовления компостов. В качестве удобрения, регуляторов роста и средств защиты широко используются вытяжки и продукты брожения из растений (крапивы, хвоща, полыни, пижмы и т. д.).

Во многих странах мира придается большое значение влиянию Луны на жизненные процессы растений. В западных странах ежегодно публикуются календари проведения полевых работ с учетом космических ритмов.

**Органическая система** широко применяется в США, Германии, Дании, Австрии и других странах. Важнейшим условием при этом является то, что пищевые продукты необходимо возделывать, хранить и перерабатывать без применения синтетических удобрений, пестицидов или регуляторов роста. Разрешено применение микроорганизмов, микробиологических продуктов и материалов, состоящих из веществ растительного, животного или минерального происхождения: навоза, компостов, костной муки, мела, извести. Очень важное место отводится севообороту, выращиванию клевера и других бобовых культур, в том числе и на зеленое удобрение. Для борьбы с вредителями применяют пиретрум, чеснок, никотин.

**Биологическая система** применяется во Франции. Эта система исключает использование химических удобрений, особенно легкорастворимых. Основное удобрение – органическое, перед внесением его необходимо компостировать. Для устранения кислотности почвы используют базальтовую пыль, размолотые водоросли. Применяют

севообороты со щадящим режимом насыщения одними культурами, обязательное применение сидератов. Для уничтожения сорняков используются эфирные масла растений, порошки водорослей, настои из крапивы, хвоща, полыни.

**Органо-биологическая** система применяется в Швеции, Швейцарии. В основе этой системы лежит стремление создать живую и здоровую почву за счет активизации деятельности микрофлоры. Поля постоянно должны быть заняты растительностью, пожнивные остатки заделывают в верхний слой почвы. Севообороты насыщают бобово-злаковыми травосмесями. Для удобрений используют только навоз и сидераты и некоторые минеральные медленнорастворимые вещества (калмагнезия, базальтовая пыль). Меры защиты растений такие же, как в биологической системе.

**Основные концепции альтернативного земледелия.** В альтернативных системах земледелия особое значение придается севообороту, который должен способствовать обеспечению приемлемых урожаев сельскохозяйственных культур на основе поддержания плодородия почвы, обеспечения профилактических мер борьбы с сорняками, болезнями и вредителями. Важное значение придается введению в севооборот бобовых культур, особенно многолетних трав, уменьшающих риск развития болезней и вредителей.

Основное требование к севообороту заключается в недопущении насыщения его одной культурой или однотипной группой культур. Кроме того, в нем должны чередоваться растения с различной интенсивностью развития корневой системы.

Для альтернативных систем земледелия нужны новые сорта сельскохозяйственных культур, которые отличаются высокой продуктивностью, устойчивостью к болезням, вредителям, сорнякам и неблагоприятным условиям среды.

С целью повышения биологической активности почвы целесообразным считается поверхностная обработка без оборота пласта. Растительные остатки и навоз, заделанные в верхний слой, способствуют активному развитию микрофлоры. Неглубокую вспашку допускают в случае необходимости при обработке пласта многолетних трав.

Отказ от применения современных средств химизации – минеральных удобрений и пестицидов. Применение навоза и компостов, сидератов, растительных остатков, биологических методов защиты растений. В качестве удобрения, регуляторов роста и средств защиты

широко используют вытяжки, отвары и продукты брожения из растений (крапивы, хвоща, полыни, пижмы и т. д.).

Проблема сохранения почвы и ее плодородия – главная в сельском хозяйстве. Поэтому любая система земледелия должна быть почво-защитной.

Урожайность сельскохозяйственных культур в альтернативных системах земледелия, как правило, ниже по сравнению с интенсивными. Заинтересованность хозяйств в переходе на альтернативные системы достигается более высокой стоимостью продукции на рынке.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Декоративное садоводство с основами ландшафтного проектирования: учебник / А. В. Исачкин [и др.]; под ред. А. В. Исачкина. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 522 с.
2. Земледелие. Научные основы обработки почвы: учеб.-метод. пособ. / А. С. Мастеров [и др.]; под общ. ред. А. С. Мастерова. – Минск: Экоперспектива, 2018. – 124 с.
3. Земледелие: практикум: учеб. пособие / А. С. Мастеров [и др.]; под ред. А. С. Мастерова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 300 с.
4. Земледелие: учебник / П. И. Никончик [и др.]; под ред. П. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
5. Интегрированная защита растений / под ред. Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова; сост. В. Э. Савдарг. – Москва: Колос, 1981. – 335 с.
6. Картель, Н. А. Биотехнология в растениеводстве: учебник / Н. А. Картель, А. В. Кильчевский. – Минск: Тэхналогія, 2005. – 310 с.
7. Коготько, Л. Г. Защита растений: учеб. пособие / Л. Г. Коготько, Е. В. Стрелкова, П. А. Саскевич. – Минск: Изд-во РИПО, 2016. – 327 с.
8. Коледа, К. В. Растениеводство: учеб. пособие / К. В. Коледа [и др.]; под ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 478 с.
9. Корзун, О. С. Лекарственные растения: учеб. пособие / О. С. Корзун, Н. А. Дуктова. – Горки: БГСХА, 2013. – 246 с.
10. Агрономия: учебник / В. Д. Муха [и др.]; под ред. В. Д. Муха. – Минск: Колос, 2001. – 504 с.
11. Основы агрономии: учеб. пособие / под ред. И. П. Козловской. – Минск: РИПО, 2012. – 347 с.
12. Зенькова, Н. Н. Основы ботаники, агрономии и кормопроизводства: учеб. пособие / Н. Н. Зенькова, Н. П. Лукашевич, В. Н. Шлапунов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 284 с.
13. Охрана окружающей среды и энергосбережение в сельском хозяйстве: учебник / А. В. Кильчевский [и др.]; под общ. ред. А. В. Кильчевского. – Минск: РИПО, 2017. – 335 с.
14. Почвоведение, земледелие, мелиорация : учеб. пособие / В. Н. Прокопович [и др.]; под общ. ред. В. Н. Прокоповича, А. А. Дудука – Минск: РИПО, 2013. – 496 с.
15. Ритвинская, Е. М. Семеноводство с основами селекции: учеб. пособие / Е. М. Ритвинская, Е. Э. Абарова. – Минск: РИПО, 2016. – 279 с.
16. Сорные растения и меры борьбы с ними : учеб. пособие / А. С. Мастеров [и др.]; под общ. ред. А. С. Мастерова. – Минск: Экоперспектива, 2014. – 144 с.
17. Таранухо, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: учебник / Г. И. Таранухо. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 420 с.
18. Технологические основы растениеводства: учеб. пособие / И. П. Козловская [и др.]; под ред. И. П. Козловской. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 503 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. АГРОНОМИЯ КАК НАУКА.....	5
1.1. Растениеводство в структуре агропромышленного комплекса.....	5
1.2. Задачи и направления агрономии.....	10
1.3. История сельскохозяйственной науки в Беларуси.....	13
2. МНОГООБРАЗИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	26
2.1. Основные виды полевых культур.....	26
2.2. Сельскохозяйственные культуры Республики Беларусь.....	35
2.3. Зерновые, зернобобовые и крупяные культуры.....	36
2.4. Овощные культуры.....	49
2.5. Корнеплоды и клубнеплоды.....	68
2.6. Кормовые культуры.....	74
2.7. Технические культуры.....	81
2.8. Плодовые и ягодные культуры.....	87
2.9. Лекарственные и эфирномасличные растения.....	98
2.10. Декоративное садоводство и цветоводство.....	102
2.11. Интродукция и акклиматизация растений.....	107
3. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ В СЕЛЕКЦИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ.....	109
3.1. Селекция в растениеводстве.....	109
3.2. Биотехнология в растениеводстве.....	123
3.3. Генно-модифицированные организмы и их практическое использование в сельском хозяйстве.....	128
4. РАСТЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА.....	136
4.1. Абиотические факторы среды.....	136
4.1.1. Экологические факторы среды.....	136
4.1.2. Минеральные и органические удобрения.....	139
4.1.3. Средства защиты растений и их безопасное применение.....	145
4.2. Биотические факторы.....	158
4.2.1. Болезни растений. Грибы. Микротоксины.....	158
4.2.2. Вирусы – внутриклеточные паразиты растений.....	165
4.2.3. Бактерии: симбионты, патогены.....	167
4.2.4. Вредители сельскохозяйственных растений.....	170
4.2.5. Сорные растения.....	178
5. ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	185
5.1. Почва как основное средство сельскохозяйственного производства.....	185
5.1.1. Почвообразование и структура почвы.....	185
5.1.2. Почвы Республики Беларусь.....	193
5.1.3. Плодородие почв и его воспроизводство.....	198
5.2. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур.....	200
5.2.1. Основы обработки почвы.....	201
5.2.2. Необходимость чередования культур в севообороте.....	206
5.2.3. Понятие о системе применения удобрений.....	209
5.2.4. Подбор сортов (гибридов).....	212
5.2.5. Подготовка семян к посеву.....	215
5.2.6. Посев и посадка.....	223
5.2.7. Уход за посевами и посадками.....	228
5.2.8. Системы защиты растений.....	236
5.2.9. Уборка урожая.....	258
5.2.10. Доработка и хранение растениеводческой продукции.....	260
5.3. Альтернативные системы земледелия.....	262
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	266

Учебное издание

**Дуктова** Наталья Александровна  
**Мастеров** Алексей Сергеевич  
**Равков** Евгений Викторович

ВВЕДЕНИЕ В АГРАРНЫЕ ПРОФЕССИИ

В трех частях

Часть 3

**ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА:  
АГРОНОМИЯ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *С. Н. Кириленко*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *А. С. Зайцева*

Подписано в печать 17.04.2020. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 15,58. Уч.-изд. л. 14,75.  
Тираж 30 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.