

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О. М. Бедарева

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.04 Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии
Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ»
Е. А. Барановская

Бедарева, О. М.

Растениеводство: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ., обучающихся в бакалавриате по напр. подгот. 35.03.04 Агрономия / О. М. Бедарева. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 111 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Растениеводство» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, методические рекомендации по выполнению контрольной работы для направления подготовки 35.03.04 Агрономия, форма обучения: очная, заочная.

Табл. 3, рис. 2, список лит. – 48 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 2 апреля 2025 г., протокол № 9

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2025 г., протокол № 4

УДК 575

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Бедарева О. М., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	101
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	103
4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	108

ВВЕДЕНИЕ

Главный предмет растениеводства – зеленое растение. Находясь в сфере земледельческой практики, экономических и других общественных отношений, оно выступает не только предметом, но и орудием труда. Как предмет труда растения испытывают на себе влияние человека в процессе улучшения и создания новых сортов, выбора предшественников в севообороте, норм высева и др. Как орудие труда они преобразуют кинетическую энергию солнечного света в потенциальную энергию органических соединений.

Важная особенность растениеводства (под которым в широком смысле понимают земледелие) – его сезонность. Это связано с тем, что в обычных условиях растения полевой культуры способны давать урожай только в безморозный период.

Занимаясь растениеводством, человек сталкивается со многими постоянно изменяющимися условиями. Чтобы обеспечивать растение необходимыми факторами жизни, требуется в определенной мере соответственно изменять и окружающую его среду.

Для создания наиболее благоприятных условий жизни растений большое значение имеет своевременное и высококачественное выполнение всех полевых работ (обработка почвы, внесение удобрений, посев, уход, уборка урожая). Опоздание с проведением этих работ или низкий их уровень резко снижают урожай и ухудшают качество продукции.

Касаясь этого вопроса, К. А. Тимирязев писал: «Нигде, быть может, ни в какой другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных условий успеха, нигде не требуется таких многосторонних сведений, нигде увеличение односторонней точки зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии».

Растениеводство тесно связано с животноводством, которому оно дает грубые, сочные и концентрированные корма и получает от него органические удобрения, необходимые для выращивания высоких и устойчивых урожаев, особенно на малоплодородных почвах.

Начало возделывания человеком растений уходит в глубокую древность. Следы начального земледелия, связанного еще с первобытно-общинным строем, относятся к неолитическому (новокаменному) периоду. Районами наиболее старой земледельческой культуры считаются Индия, Китай, Сирия, Египет, Мексика, Перу, Боливия и другие страны.

История земледелия тесно связана с общим прогрессом человечества, с развитием его материальной культуры. Рост потребностей людей, быстрое развитие промышленности требуют непрерывного и все возрастающего производства растениеводческой продукции.

Отрасль растениеводства охватывает полеводство, луговое хозяйство, овощеводство, плодоводство, виноградарство, цветоводство, лесоводство. Но как научная дисциплина растениеводство рассматривает только полевые культуры: зерновые, бобовые, картофель, корнеплоды, кормовые, бахчевые, прядильные, эфирномасличные и некоторые другие.

Число возделываемых на земном шаре видов сельскохозяйственных растений превышает 20 тыс. Однако важное значение имеют лишь 640, из которых около 90 видов относятся к полевым культурам.

Наибольшие площади в мировом растениеводстве занимают зерновые хлеба (пшеница, рис, кукуруза, ячмень, сорго, просо, овес, рожь) – 615 млн га, или 60 % всей посевной площади. Урожайность зерновых хлебов составляет в среднем 19,5 ц/га, валовой сбор – 1477,3 млн т.

Среди прядильных культур первое место принадлежит хлопчатнику. Сравнительно небольшие площади засевают прядильным льном (лен-долгунец), коноплей и джутом.

Особо важное значение в современных условиях приобретает проблема производства зерна. От её решения зависит обеспечение населения не только хлебом, но и молоком, мясом и другими продуктами животноводства. Поэтому увеличение производства зерна остается ключевой проблемой растениеводства.

Целью освоения дисциплины «Растениеводство» является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области науки, являющейся основой для решения профессиональных задач агрономии.

Дисциплина «Растениеводство» относится к профессиональному модулю основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

В результате обучения, владения, умения и знания, в соотнесении с компетенциями/индикаторами достижения компетенции, обучающийся должен:

знать:

- основные методы научных исследований в растениеводстве;
- анатомию, морфологию, систематику, происхождение основных полевых культур;
- факторы жизни растений и методы их регулирования;
- закономерности роста, развития растений и формирования урожая;
- методы регулирования продуктивности полевых культур и качества урожая;
- современные технологии возделывания полевых культур;
- сущность физиологических процессов, протекающих в растительном организме, их зависимость от внешних условий и значение для продукционного процесса;
- законы земледелия, факторы жизни растений и методы их регулирования;
- экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур;

уметь:

- распознавать культурные и дикорастущие растения, определять их физиологическое состояние;
- прогнозировать последствия опасных для сельского хозяйства метеорологических явлений для урожайности культур;
- составлять технологические схемы возделывания сельскохозяйственных культур;

- рассчитывать и составлять рабочие планы по периодам сельскохозяйственных работ;

владеть:

- методами распознавания полевых культур по всходам, соцветиям и плодам;

- методами управления технологическими процессами производства продукции растениеводства;

- методами прогноза продуктивности полевых культур и способами предотвращения потерь урожая и снижения его качества;

- навыками определения качества зерна.

Для успешного освоения дисциплины студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для успешного освоения дисциплины в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к лабораторным занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания. Тестирование и решение практических задач обучающимися проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Растениеводство», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции, с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Количество часов, форма обучения	
		очная	заочная
1	Введение в дисциплину. Растениеводство как основная отрасль сельскохозяйственного производства и наука о выращивании высоких и устойчивых урожаев	2	1
2	Факторы, определяющие рост, развитие растений, урожай и его качество	2	1
3	Диапазон оптимальной влагообеспеченности сельскохозяйственных культур	2	-
4	Семеноведение	4	2
5	Зерновые культуры семейства Мятликовые	4	2
6	Зерновые бобовые культуры	4	2
7	Корнеплоды	4	1
8	Клубнеплоды	4	1
9	Многолетние бобовые травы	4	-
10	Многолетние злаковые травы	4	-
11	Масличные культуры	2	-
12	Эфиромасличные культуры	2	-
13	Прядильные культуры	2	-
14	Разбивка полей на севообороты и обоснование их структуры	4	2
15	Биогенное загрязнение вод в условиях интенсификации аграрного производства	2	-
16	Животноводческие комплексы и охрана природы	2	-
Итого		48	12

Содержание тем дисциплины

Тема 1. Введение в дисциплину

Растениеводство как основная отрасль сельскохозяйственного производства и наука о выращивании высоких и устойчивых урожаев

Ключевые вопросы темы

1. Роль отечественных ученых в развитии растениеводства.
2. Зеленые растения как средство производства в растениеводстве.
3. Факторы, определяющие рост, развитие растений, урожай и его качество.
4. Классификация факторов, определяющих рост, развитие растений, урожай и его качество.

Продукты сельского хозяйства состоят из органических веществ, которые образуются в растениях из веществ неорганической природы благодаря солнечной энергии. Превращение кинетической энергии Солнца в потенциальную энергию органического вещества – главная особенность сельскохозяйственного производства, отличающая его от других видов производства.

Растениеводство (раздел агрономии – наука о возделывании сельскохозяйственных культур для получения высоких устойчивых урожаев с наименьшими затратами труда и средств. Под растениеводством как учебной дисциплиной понимают учение о возделывании только полевых культур. Основным объектом исследования – сельскохозяйственное растение (вид, разновидность, сорт, его биология и требования к окружающей среде – агроэкологическим и производственным условиям). Растениеводство изучает биологические особенности и приемы возделывания отдельных видов и сортов (гибридов) сельскохозяйственных растений (пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы, многолетних и однолетних трав и др.).

В развитии растениеводства особое место занимает имя К. А. Тимирязева (1843–1920). Он создал подлинную науку о физиологии растений, которая позволила разработать теоретические основы для получения высоких и устойчивых урожаев культурных растений.

И. А. Стебут (1833–1923) – крупный ученый-растениевод, внесший большой вклад в разработку ряда важнейших вопросов сельского хозяйства. Его основной труд в области растениеводства, оказавший огромное влияние на дальнейшее развитие этой науки, – «Основы полевой культуры и меры ее улучшения в России», изданный в 1882 г. Данное учебное руководство по растениеводству и земледелию относится к классическим произведениям русской агрономической науки и представляет ценность и в наши дни.

Большую роль в развитии отечественного растениеводства сыграл Д. Н. Прянишников (1865–1948). В 1898 г. он опубликовал свое классическое руководство по растениеводству «Частное земледелие», ставшее не только основным учебником по данному курсу, но и подлинным руководством для практических работников. Книга выдержала восемь изданий. Детальная разработка агротехники сахарной свеклы, содержащаяся в руководстве, сыграла огромную роль в улучшении приемов возделывания и повышении урожайности этой культуры. Д. Н. Прянишников всегда был сторонником широкого использова-

ния возможностей накопления в почвах биологического азота, в связи с чем постоянно пропагандировал культуру фиксаторов атмосферного азота – зерновых бобовых растений и бобовых трав, особенно клевера.

Неоценимый вклад в растениеводство внес Н. И. Вавилов (1887–1943). Он разработал учение о мировых центрах происхождения культурных растений и сформулировал закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, имеющий большое значение в селекции. Собранная ученым и его последователями богатейшая в мире коллекция сельскохозяйственных растений (более 300 тыс. экземпляров) – ценнейший источник исходного материала для селекции.

Благодаря достижениям генетики и селекции появились сорта полевых культур нового типа, позволяющие эффективно использовать факторы интенсификации земледелия.

Сущность интенсивной технологии состоит в размещении посевов по лучшим предшественникам в системе севооборотов; возделывании высокоурожайных сортов интенсивного типа с хорошим качеством зерна; высоком обеспечении растений элементами питания с учетом их содержания в почве и дробном применении азотных удобрений в период вегетации по данным почвенной и растительной диагностики; интегрированной системе защиты растений от сорняков, вредителей и болезней; регулировании роста ретардантами; своевременном и качественном выполнении всех технологических приемов, направленных на создание оптимальных условий развития растений. Особенность интенсивной технологии заключается в применении большого количества удобрений, средств защиты растений и точном соблюдении норм, сроков и способов их внесения, что достигается созданием технологической колеи, использованием более совершенных машин и приспособлений, их тщательной регулировкой.

Через технологические приемы управляют развитием растений и формированием урожая полевых культур, поэтому специалисту сельского хозяйства важно знать общие закономерности и биологические особенности растений, в оптимальные сроки и с высоким качеством проводить все технологические операции.

Растениеводство тесно связано с такими науками, как ботаника, физиология растений, почвоведение, земледелие, агрохимия, селекция, семеноводство и др. Знания об условиях роста, развития, о возможностях регулирования формирования урожая, проявлении растениями наивысшей продуктивности реализуются в программировании урожайности.

В настоящее время большое внимание должно уделяться ключевой проблеме сельского хозяйства – увеличению производства зерна и улучшению его качества. Зерно – сырье для многих отраслей промышленности. От состояния зернового производства зависит успешное развитие животноводства. Наличие достаточных хлебных ресурсов у государства придает ему экономическую мощь, политическую силу и независимость.

За последнее десятилетие производство зерна и мяса на душу населения резко сократилось. В питании населения наблюдается хронический недостаток

животных белков: он составляет 30–40 % оптимальной потребности, а дефицит витаминов достигает 60 %.

Для нормального развития страны необходимо на каждого жителя производить по 1 т зерна, что составляет 144 млн т в год. Широко распространенное мнение о том, что в России избыток зерна, в корне неверно, так как даже в самом благополучном 2002 г. в стране произведено лишь около 88 млн т зерна. По самым скромным подсчетам, объем импорта мяса, молока и другой продукции равноценен ежегодному ввозу из-за рубежа 20 млн т зерна. Таким образом, из-за нерационального ведения сельскохозяйственного производства Россия поддерживает иностранного производителя зерна в ущерб собственным аграрным предприятиям. Чтобы исправить это положение, необходимо широко осваивать интенсивные технологии возделывания зерновых и других сельскохозяйственных культур.

Растениеводство – выращивание растений для получения растениеводческой продукции, обеспечивающей население продуктами питания, животноводство кормами, перерабатывающую промышленность сырьем. Отрасль «растениеводство» включает в себя все подотрасли, связанные с выращиванием растений: полеводство, луговоеводство, овощеводство, плодоводство, виноградарство, цветоводство, лесоводство. Как научная дисциплина растениеводство изучает только группу культур, входящую в подотрасль полеводство: зерновое семейство Мятликовые, зерновые бобовые, клубнеплоды, кормовые корнеплоды, пряжилые, масличные, эфиромасличные, многолетние и однолетние травы и некоторые другие культуры, выращиваемые на пашне.

Число видов, возделываемых на земном шаре, превышает 20 тыс. Наиболее важное значение имеют лишь 640 видов, из которых около 90 относятся к полевой культуре. В сферу интересов растениеводства как науки входит именно эта группа культур.

Зеленые растения как средство производства в растениеводстве

Объектами растениеводства как науки и отрасли являются растения и требования, предъявляемые растениями к основным факторам среды, а также методы, приемы удовлетворения этих требований для получения высокого урожая хорошего качества.

Поскольку на рост и развитие растений в той или иной степени влияют практически все факторы среды – гранулометрический и химический составы почвы, ее влагообеспеченность и аэрация, динамика температурного режима и инсоляции, скорость ветра, влажность воздуха и т. п., то для оптимизации условий выращивания конкретной культуры и сорта в конкретных экологических условиях растениевод должен учитывать состояние всех этих факторов.

К. А. Тимирязев по этому поводу писал: «Нигде, быть может, ни в какой другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных условий успеха, нигде не требуется таких многосторонних сведений, нигде увлечение односторонней точкой зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии».

Растениеводство как наука должно интегрировать знания фундаментальных и прикладных – сопутствующих наук (рисунок 1).

В центре внимания растениеводства как науки – растение и требования его биологии. Цель возделывания – урожай и его качество. Влияние факторов внешней среды на уровень и качество урожая проявляется в основном через почву и технологию.

Для того чтобы знать биологию растения, необходимо изучить ботанику, физиологию и биохимию растений, генетику, селекцию и семеноводство. Для удовлетворения требований биологии культуры, оптимизации условий ее выращивания необходимо иметь полные сведения о почве, изучить геологию, минералогию, почвоведение, микробиологию, агрохимию, гидрологию, мелиорацию. Установлено, что с продвижением короткодневных культур на север увеличивается продолжительность их вегетационного периода и накопление вегетативной массы. Дело в том, что для прохождения каждого межфазного периода онтогенеза растению необходима определенная сумма активных температур. Активной температурой принято считать нижний порог температуры, при которой все физиологические процессы в растении проходят нормально. Условно за такой порог принята температура 10 °С.

Например, для сои южных сортов от всходов до бутонизации необходима сумма активных температур 1500 °С. Пока растения не наберут эту сумму температур, они не перейдут в генеративный период, а продукты фотосинтеза будут направляться на рост вегетативной массы. С фазы бутонизации до образования бобов необходима сумма активных температур еще 400 °С, а всего для прохождения онтогенеза этим сортам требуется 3500 °С.

На широте Москвы среднегоголетняя сумма активных температур за вегетацию составляет около 2000 °С. Значит, такие сорта сои большую часть вегетационного периода здесь будут формировать вегетативную массу, а для образования генеративных органов не хватит напряженности температуры. С продвижением на юг они быстро набирают необходимую сумму активных температур, и фазы скорее сменяют одна другую, на ростовые процессы и накопление вегетативной массы остается меньше времени, и больше его приходится на генеративный период.

Для длиннодневных культур имеет значение не только сумма активных температур, но и продолжительность светового дня. Таким образом, вид растения (его генотип) отражает экологические условия той зоны, в которой он сформировался.

В процессе эволюции естественный отбор отшлифовал, подогнал требования биологии вида под параметры основных факторов среды зоны его формирования. Чем в более жестких условиях сформировался вид, тем меньшие требования он предъявляет к условиям выращивания. Чем дальше возделывают вид от зоны его происхождения, тем большее число основных факторов среды приходится человеку корректировать агротехническими приемами, тем больше затрачивать средств на единицу продукции этого вида. Альтернативой этому положению может быть создание сорта, требования биологии которого решительно изменены по сравнению с исходной формой и соответствуют параметрам основных факторов среды конкретной зоны.

Следовательно, для того чтобы узнать, какие требования предъявляет культура к условиям выращивания, необходимо знать экологические условия зоны формирования вида.

Н. И. Вавилов в 1935 г. определил восемь основных центров происхождения и рассеяния видов, вошедших в культуру:

- 1 – Китайский;
- 2 – Индийский, в том числе Индо-Малайский;
- 3 – Среднеазиатский;
- 4 – Переднеазиатский;
- 5 – Средиземноморский;
- 6 – Абиссинский (Эфиопский);
- 7 – Южномексиканский и Центральноамериканский;
- 8 – Южноамериканский, включающий Чилоанский и Бразильско-Парагвайский.

По мере накопления материала границы центров уточнялись. Он считал более правильным называть их очагами происхождения культурных растений, выделяя при этом центры генетического разнообразия и центры формообразования. Продолжатели идей Н. И. Вавилова – Е. Н. Синская, П. М. Жуковский, А. И. Купцов и другие по результатам более поздних научных экспедиций расширили число центров происхождения культурных растений и уточнили их названия. П. М. Жуковский приводит следующую классификацию генцентров.

1. Китайско-Японский (Восточноазиатский, по Н. И. Вавилову), включающий умеренные и субтропические районы Китая, Кореи, Японии, – родина сои, мягкой пшеницы, проса, чумизы, пайзы, гречихи и др.

2. Индонезийско-Южнокитайский (Южноазиатский тропический, по Н. И. Вавилову) – родина овса, овсюга, сахарного тростника и многих тропических плодовых и овощных культур.

3. Австралийский – родина диких видов риса, австралийских видов хлопчатника, клевера подземного, табака, эвкалипта, многих древесных тропических растений.

4. Индостанский (Н. И. Вавилов включил его в Южноазиатский тропический) – родина риса, пшеницы круглозернянки, сахарного тростника, азиатских видов хлопчатника, овощных и плодовых растений.

5. Среднеазиатский (Юго-западноазиатский, по Н. И. Вавилову), куда входят территории Таджикистана и Узбекистана, а также Западного Тянь-Шаня и Афганистана. Он тесно связан с Переднеазиатским очагом. Здесь возникла культура гороха, кормовых бобов, чечевицы, нута, маша, конопли, ржи афганской, сафлора, дыни, некоторых видов хлопчатника, других многолетних растений.

6. Переднеазиатский (горная Туркмения, Иран, Закавказье, Малая Азия и государства Аравийского полуострова) – родина некоторых видов пшеницы, ячменя, ржи, овса, гороха, люцерны, стелющегося льна и многих овощных и плодовых культур.

7. Средиземноморский (по Н. И. Вавилову) включает Египет, Сирию, Палестину, Грецию, Италию и другие страны, прилежащие к Средиземноморью, –

родина овса, некоторых видов пшеницы, ячменя, большинства видов бобовых растений, клевера ползучего, клевера лугового, льна, капусты, свеклы, моркови, брюквы, редьки, лука, чеснока, мака, белой горчицы и др.

8. Африканский (вместе с Абиссинским, по Н. И. Вавилову) – родина сорго, африканского проса, клещевины, африканского риса, ряда видов пшеницы, некоторых видов бобовых, масличной пальмы, кунжута, кофе, ореха кола, некоторых видов хлопчатника и др.

9. Европейско-Сибирский – родина льна-долгунца, клевера гибридного и ползучего, люцерны изменчивой и посевной, хмеля, дикой конопли, кендыря и некоторых плодовых и овощных растений.

10. Среднеамериканский генцентр, куда входят Мексика, Гватемала, Гондурас и Панама, – первичный очаг культуры кукурузы, длинноволокнистого хлопчатника, фасоли, тыквы, кабачков, батата, некоторых видов картофеля, махорки, перца, некоторых многолетних растений.

11. Южноамериканский (Андийский, по Н. И. Вавилову) – родина культурного картофеля, томата, табака, многолетних видов ячменя, лопающейся кукурузы и др.

12. Североамериканский – родина некоторых видов ячменя, люпинов, травянистых многолетних видов подсолнечника, многих овощных, ягодных и плодовых растений.

Большинство возделываемых растений введено в культуру 5–8 тыс. лет назад и более. По мере развития цивилизации культуры все дальше отодвигались от центров формообразования, заселяя новые регионы с другими почвенно-климатическими условиями. Искусственный, а иногда и естественный отбор глубоко изменяли генотип вида. Например, кукуруза – типичная короткодневная тропическая культура, но новые сорта и гибриды можно выращивать на территориях, расположенных на 55° с. ш., доводя до восковой и даже до полной спелости.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие отрасли науки интегрирует растениеводство?
2. Перечислите основные факторы среды, определяющие величину и качество урожая.
3. Какие показатели характеризуют культуры короткого дня, а какие – длинного дня?
4. Что такое активная температура? Как изменяется порог активной температуры вида в зависимости от региона его происхождения?
5. Назовите центры происхождения видов по Н. И. Вавилову и по П. М. Жуковскому. Какое практическое значение имеют сведения о центре происхождения вида?
6. Как классифицируют полевые культуры?

Тема 2. Факторы, определяющие рост, развитие растений, урожай и его качество

Ключевые вопросы темы

1. Понятийный аппарат, принятый в растениеводстве.
2. Классификация факторов, определяющих рост, развитие растений, урожай и его качество.
3. Нерегулируемые факторы.
4. Частично регулируемые и регулируемые факторы.

Для того чтобы исключить различное понимание специальных терминов науки растениеводства, далее приведены пояснения некоторых из них.

Рост растений – увеличение размеров и массы растений.

Развитие растений – качественные изменения структуры и функций отдельных органов растения в онтогенезе, переход его из одного этапа органогенеза в другой, из одной фазы развития в другую.

Рост и развитие растений не всегда проходят синхронно. Например, культуры короткого дня при возделывании в северных широтах с низкой напряженностью температурного режима длительное время не могут набрать сумму активных температур для того, чтобы перейти в следующую фазу развития; в этом случае рост идет быстро, а развитие отстает.

Сорта сои северного экотипа, которым для прохождения онтогенеза необходима сумма активных температур всего 1 800 °С, а за вегетативный период – лишь 600 °С, на юге России быстро набирают необходимую сумму, переходят в генеративный период, завершающийся созреванием семян. На ростовые процессы у них не хватает времени, растения остаются низкорослыми (20–30 см), с небольшим числом бобов и семян, хотя на территориях, расположенных на 55° с. ш., они достигают высоты 60–80 см и число бобов на растении превышает 30.

Онтогенез у однолетних культур – развитие растения от семени до семени, у многолетних – от прорастания семени до отмирания растения.

Вегетационный период у однолетних культур – период от посева семян до созревания, у многолетних – от весеннего пробуждения почек до осеннего прекращения роста вегетативных органов и перехода в состояние покоя.

Генеративный период – период от начала бутонизации до полной спелости семян.

При одинаковой продолжительности вегетационного периода у двух сортов одного вида семенная продуктивность выше у того сорта, у которого короче вегетативный и длиннее генеративный период. Вегетативная масса бывает больше у сорта с длинным вегетативным периодом.

Органогенез – последовательное образование и развитие отдельных органов растения в онтогенезе.

Фазы развития растений – условно выбранные периоды онтогенеза, в которые происходят наиболее важные физиологические и морфологические изменения в растении.

Условность фаз можно проиллюстрировать такими примерами: всходы зерновых мятликовых – это появление проростка над поверхностью почвы, однако фазу всходов принято отмечать, когда лопаются coleoptиль, а высота листа достигает 3–5 см; фазу кущения отмечают при появлении над поверхностью почвы боковых побегов, хотя подземное ветвление начинается с ростовых процессов почек узла кущения; фазу выхода в трубку отмечают тогда, когда колос со сближенными междоузлиями находится во влагалище листа на высоте 5 см от почвы – так удобнее его прощупывать (фактически же выход в трубку совпадает с началом роста стебля, т. е. происходит на неделю раньше).

Фитоценоз (фито – растение, ценоз – сообщество) – растительное сообщество. Естественный фитоценоз – устойчивое многовидовое растительное сообщество.

Агроценоз – одновидовое или многовидовое сообщество растений, искусственно создаваемое человеком (чаще всего это культуры, выращиваемые на пашне).

Урожай – продукция, полученная в результате выращивания сельскохозяйственных культур.

Урожайность – урожай сельскохозяйственной культуры с единицы площади посева. В одних и тех же условиях урожайность одного сорта бывает выше или ниже, чем другого.

Потенциальная урожайность – это наибольшая урожайность сорта, обусловленная генотипом, которая реализуется при удовлетворении всех требований биологии сорта.

Структура урожая – показатели компонентов, от которых зависит величина урожая. Например, при анализе структуры урожая зерновых культур учитывают густоту растений, продуктивную кустистость, число стеблей с колосом на 1 м², число колосков и зерен в колосе, массу зерна с одного колоса, долю зерна в надземной биомассе (индекс урожая), биологический урожай зерна.

Биологический урожай – количество продукции, выращенной на единице площади. Хозяйственный урожай всегда меньше биологического урожая на величину потерь при уборке.

Норма удобрений – количество действующего вещества, используемое за год на 1 га.

Доза удобрений – часть нормы, применяемая за один прием. Например, норма азота под озимую пшеницу – 150 кг/га, ее вносят в три приема: до посева в дозе 30 кг/га (для более дружных всходов и лучшего развития растений до наступления осенних холодов), весной после прекращения горизонтального и вертикального стока воды в дозе 90 кг/га (для активного нарастания вегетативной массы) и в фазе налива зерна в виде некорневой подкормки в дозе 30 кг/га (для повышения белковистости зерна).

Потенциальная урожайность – это наибольшая урожайность сорта, обусловленная генотипом, которая реализуется при удовлетворении всех требований биологии сорта.

Классификация факторов, определяющих рост, развитие растений, урожай и его качество. На рост, развитие растений, урожай и его качество в той

или иной степени влияет весь комплекс факторов внешней среды. При этом ни один фактор не может быть заменен другим, по своему физиологическому действию все они имеют равное значение для жизни растения. Например, недостаточная освещенность не может быть заменена повышенной температурой, избыток калия не компенсирует недостаток фосфора. Это закон физиологической равнозначности и незаменимости факторов. Как следствие этого закона, рост, развитие растений, урожай и его качество ограничиваются фактором, находящимся в минимуме. Иногда это следствие интерпретируют как самостоятельный закон – закон минимума.

Из закона равнозначности и незаменимости факторов вытекает еще одно очень важное следствие: все физиологические процессы в растении будут идти активно, генотип может реализовать свою потенциальную продуктивность, если параметры каждого фактора среды будут оптимальными. Избыток каждого фактора так же вреден, как и его недостаток. Например, при избытке воды снижается аэрация почвы, и кислород становится ограничивающим фактором. Это следствие закона равнозначности и незаменимости факторов иногда формулируют как самостоятельный закон – закон оптимума.

Параметры некоторых из этих факторов человек пока не может регулировать, хотя они имеют очень важное, иногда решающее значение. Например, продолжительность безморозного периода ограничивает пределы вегетационного периода (как правило, чем дольше вегетационный период, тем выше продуктивность сорта).

Нерегулируемые факторы: продолжительность безморозного периода, весенне-летний возврат заморозков, напряженность инсоляции по месяцам, сумма активных температур, скорость ветра, относительная влажность воздуха (суховеи), сумма осадков, распределение осадков по месяцам, интенсивность осадков, град, зимняя температура воздуха, толщина снежного покрова и продолжительность периода, когда земля покрыта снегом, рельеф, гранулометрический состав почвы.

Частично регулируемые: распределение снега по полю, влажность почвы, влажность воздуха в фитоценозе, водная и ветровая эрозия, гумусированность почвы, реакция почвенного раствора, емкость поглощения почвенного поглощающего комплекса, микробиологическая активность почвы, уровень обеспеченности элементами питания.

Регулируемые: культура, сорт, засоренность посева, поражение растений болезнями, повреждение вредителями, обеспеченность элементами питания: азотом, фосфором, калием и микроэлементами, pH почвы (известкование, гипсование), аэрация почвы (основная, предпосевная обработка, уход).

При весенне-летнем возврате заморозков отодвигаются сроки посева культур короткодневного фотопериодизма, сокращается период их вегетации, а следовательно, снижается потенциальная урожайность. От напряженности инсоляции зависит скорость прохождения фаз развития: чем она выше, тем быстрее фазы развития сменяют одна другую. Это особенно существенно для теплолюбивых культур. Исключительно важное значение суммы активных температур как нерегулируемого фактора показано ранее. От суммы осадков и распре-

деления их по периодам вегетации чаще всего зависят величина и качество урожая. Имеет значение и интенсивность осадков. Ливни вызывают большой поверхностный сток, сопровождаемый водной эрозией и слабым смачиванием почвы. Параметры всех этих факторов определяются географической зоной.

По показателям агроклиматических ресурсов сельское хозяйство в России менее обеспечено, чем в странах Западной Европы и Северной Америки (таблица 4). Это значит, что продуктивность 1 га пашни, которая зависит от времени аккумуляции солнечной энергии и влагообеспеченности, потенциально в России в 1,5–2,0 раза ниже, чем в странах Западной Европы и Северной Америки. Для получения одного и того же урожая культуры в нашей стране необходимы большие капиталовложения.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятиям: рост растений, развитие растений. Каковы темпы роста и развития одного и того же вида и сорта растения в Астрахани и в Архангельске?
2. Что такое вегетативный период? Каковы его границы у однолетних и многолетних трав?
3. Какой период в жизни растения называют генеративным?
4. Назовите границы вегетационного периода однолетних и многолетних трав.
5. Какие периоды роста и развития растений включает онтогенез?
6. Что такое фаза развития растений? Какие фазы развития проходят растения семейства Мятликовые?
7. Приведите примеры фитоценоза и агроценоза.
8. Чем отличаются такие понятия, как урожай, урожайность, потенциальная урожайность?
9. Назовите компоненты структуры урожая.
10. В чем различия биологического и хозяйственного урожая?
11. Что называют нормой удобрений, дозой удобрений?
12. В чем суть закона физиологической равнозначности и незаменимости факторов жизни?
13. Какие факторы жизни растений относят к нерегулируемым, частично регулируемым и регулируемым? Как снизить отрицательное влияние факторов?

Тема 3. Диапазон оптимальной влагообеспеченности полевых культур

Ключевые вопросы темы

1. Режим влагообеспеченности растений в течение вегетации.
2. Нижний предел оптимальной влажности почвы и водный стресс как причина снижения продуктивности полевых культур.

Роль влаги в жизни растений огромна и многообразна. Она участвует в фотосинтезе, насыщает клетки и ткани, поддерживая их жизнедеятельность, доставляет элементы питания из почвы. Однако основная масса воды (90 %)

испаряется с поверхности растений для охлаждения тканей и поддержания тепловых условий, необходимых для жизни растений. От режима влагообеспеченности растений во время их вегетации в решающей степени зависит урожайность сельскохозяйственных культур. В течение вегетации растения испытывают различную потребность во влаге. При этом отмечают критические периоды – периоды наибольшей потребности во влаге.

Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне 60–100 % ППВ (предельной полевой влагоемкости). По мере испарения воды с поверхности почвы и использования ее вегетирующими растениями влажность пахотного слоя почвы постоянно снижается, и на определенном этапе единая водно-капиллярная система разрушается, капилляры почвы разрываются – это состояние почвы по влажности называют влажностью разрыва капилляров (ВРК). У большинства почв она наступает при снижении влажности до 60 % ППВ, на легких слабогумусированных почвах – при 63–65 %, а на связных и высокогумусированных – при 55–58 % ППВ.

Когда влажность почвы опускается ниже влажности разрыва капилляров, корневой волосок, нашедший обрывок капилляра, быстро высасывает из него воду и отмирает. Продолжительность функционирования корневого волоска сокращается с 10–15 до 3–4 суток или даже несколько часов. Растение вынуждено образовывать все новые и новые корневые волоски для поиска новых обрывков капилляров с водой. Длина одного корневого волоска в среднем составляет около 1 мм, у мятликовых культур – 1,5 мм. Общая длина корневых волосков одного растения достигает 3–4 км, а у тыквы – 25 км. В посеве пшеницы на 1 га всасывающая поверхность корней составляет 100 тыс. м. При недостатке влаги эта огромная всасывающая поверхность сменяется тем быстрее, чем глубже водный стресс.

При влажности почвы 45–50 % ППВ растение тургоресцентно и внешне не обнаруживает признаков водного стресса, однако большая часть фотосинтезатов идет на образование все новых мелких корешков и корневых колосков, уменьшается накопление надземной массы вегетативных и генеративных органов. При дальнейшем снижении влажности почвы до 35–25 % ППВ накопление надземной массы почти прекращается, все ассимилянты направляются на рост мелких корней для поиска воды.

Особенно большой ущерб наносит снижение влажности почвы ниже ВРК бобовым культурам, под которые не вносят азотные удобрения. На симбиотическую фиксацию азота воздуха растения затрачивают много углеводов.

При низкой влажности почвы необходимость формирования мелких корешков отвлекает углеводы от клубеньков, и из-за недостатка энергии симбиотическая фиксация азота воздуха сначала снижается, а потом прекращается совсем. Начинается отмирание клубеньков. В результате бобовые растения испытывают не только водный стресс, но и острый недостаток азотного питания. После восстановления влажности почвы за счет осадков или орошения старые клубеньки не восстанавливаются, а по периферии корневой системы образуются новые мелкие клубеньки, фиксирующие азот.

Однако растения в течение определенного периода, продолжительность которого зависит от длительности водного стресса, испытывают и водный, и азотный дефицит, из-за этого неизбежно снижается их продуктивность. Культуры автотрофного типа питания азотом легче переносят временное снижение влажности почвы ниже ВРК, поскольку с восстановлением ее они сразу используют минеральные формы азота, внесенные в виде азотных удобрений. Следовательно, для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне от 100 % ППВ до влажности разрыва капилляров. ВРК является предполивным порогом влажности почвы.

Разные виды культурных растений по-разному переносят временный недостаток влаги. Это определяется степенью развития их корневой системы.

Например, у злаковых культур большая общая длина корней одного растения, и они могут переносить значительный недостаток влаги. У водных растений (рис) корневых волосков нет, и они гибнут при отсутствии влаги.

У бобовых культур отмечена видовая специфичность по отношению к недостатку влаги. Например, при периодическом снижении влажности почвы до 50 % ППВ активный симбиотический потенциал (АСП) гороха составил 15 % максимального значения, люпина желтого – 60 %, а эспарцета – 75 %. Это объясняется тем, что корневые системы эспарцета и люпина желтого уходят глубже и способны поднимать воду из недоступных для других культур горизонтов.

Избыточное увлажнение (свыше 100 % ППВ) легче переносит симбиотический аппарат клевера гибридного и хуже – эспарцета. Для люцерны уровень грунтовых вод выше 1 м отрицательно сказывается на величине и активности симбиотического аппарата.

Поскольку влажность – процесс динамичный, изменяющийся ежечасно, то, называя оптимальную влажность почвы для какой-то культуры, можно говорить только о диапазоне влажности или о предполивном пороге влажности.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите нижний и верхний пределы оптимальной влагообеспеченности любой культуры. Чем определяются эти пределы?
2. От каких параметров агрофизических показателей почвы зависит величина предельной полевой влагоемкости?
3. При какой относительной влажности почвы происходит ускоренное отмирание мелких корешков и как это сказывается на величине урожая?
4. Каков механизм влияния недостаточной влажности почвы на снижение содержания белка в растениях семейства Бобовые?
5. Чем обусловлена видовая специфичность бобовых по отношению к недостатку влаги?
6. По каким параметрам определяют предполивной порог влажности почвы?

Тема 4. Семеноведение. Семена как посевной и посадочный материал

Ключевые вопросы темы

1. Зернообразование у зерновых культур и роль русских ученых в этом вопросе (А. Н. Навацкий, Н. Н. Кулешов).
2. Типы разнокачественности семян.
3. Работы И. Г. Строны.
4. Экологические и агротехнические условия выращивания высококачественных семян.
5. Государственный стандарт на посевные качества семян.

В нашей стране с каждой сельскохозяйственной культурой ведется селекционно-семеноводческая работа, которая включает следующие этапы: селекцию, то есть создание новых высокоурожайных сортов с хорошими качествами; государственное сортоиспытание и районирование сортов; размножение и поддержание сортовой чистоты.

По определению академика Н. И. Вавилова, селекция представляет собой эволюцию, направляемую волей человека. Над созданием новых сортов сельскохозяйственных культур работают зональные и отраслевые научно-исследовательские институты, сельскохозяйственные учебные вузы, областные опытные сельскохозяйственные станции и другие учреждения.

Посев лучших районированных сортов дает возможность повысить урожайность на 15–20 %, а в некоторых случаях – на 20–30 % и более.

Государственное сортоиспытание и районирование сортов. Производственную оценку вновь создаваемым сортам дает Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, в распоряжении которой имеется разветвленная сеть сортоиспытательных станций на территории нашей страны. На сортоиспытательных станциях сорта сравнивают с ранее районированным сортом (стандартом). Если созданный сорт превосходит по продуктивности имеющиеся сорта в сельскохозяйственном производстве, то его районировывают.

Условия произрастания растений оказывают определенное влияние на качество семян: семена формируются разнокачественные, однако при этом генотипичность растений в потомстве сохраняется. Под разнокачественностью понимают различия семян по морфологическим признакам, биохимическому составу и физиологическому состоянию, способности прорасти и обеспечивать определенную продуктивность растений в потомстве.

И. Г. Строна (1966) выделяет три типа разнокачественности семян: **экологическую, матрикальную и генетическую.**

Экологическая разнокачественность – результат взаимодействия растений и семян с экологической средой. Разнокачественность этого типа не является наследственной, однако в формировании биологических свойств семян играет важную роль.

Матрикальная разнокачественность – результат неодинакового местонахождения семян на материнском растении, что ведет к разному режиму их питания и разному влиянию материнского растения.

Генетическая разнокачественность – результат соединения наследственности родительских форм. Хотя при этом сохраняется общий тип наследственности (сортовые признаки), однако каждое семя имеет отличия, обусловленные половым процессом. Генетическую разнокачественность семян вызывают также мутагенные факторы.

Разнокачественность семян может быть *положительной* или *отрицательной* с точки зрения оценки их биологических свойств, поэтому необходимо выявлять факторы, способствующие развитию положительной разнокачественности семян, а также исключать те из них, которые обуславливают отрицательную разнокачественность. К сожалению, пока нет объективных методов прогнозирования урожайных свойств семян, возможности определять их в лабораториях и выделять в производственных условиях. Однако при изучении гетероспермии можно определить условия, необходимые для формирования и отбора биологически наиболее ценного посевного материала и его улучшения в семеноводстве.

Начало научного подхода к изучению зернообразования у зерновых культур было положено работами А. Н. Новацкого (1889). Большую роль сыграли многолетние исследования Н. Н. Кулешова (1963), внесшие значительный вклад в вопросы зернообразования мятликовых. Н. Н. Кулешов предложил следующие основные принципы зернообразования: весь процесс зернообразования делится на три этапа:

1. Формирование.
2. Налив.
3. Созревание зерна.

Определенные фазы развития зерна связаны с определенным содержанием в нем влаги; содержание влаги в зерне для каждой фазы спелости постоянное в разных районах, при любых условиях; поступление пластических веществ в зерно прекращается в начале восковой спелости; автором впервые выделена фаза «тестообразная спелость».

На основании дополнительных исследований процесс зернообразования у зерновых культур можно представить в следующем виде (Коренев, 1967): формирование зерна начинается с оплодотворения яйцеклетки (образование зиготы) и продолжается до начала молочного созревания.

Районирование сорта (гибрида) – определение границ почвенно-климатической зоны в областях, краях и республиках, для которых в установленном порядке рекомендуется новый сорт (гибрид) в дополнение или на замену старого. Селекционный процесс осуществляется непрерывно, и, как следствие, на смену старым сортам районировать другие.

Сортосмена – замена на производственных площадях одного районированного сорта другим районированным сортом, более продуктивным или превосходящим заменяемый сорт по другим хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

Размножение сортов и поддержание их в чистоте. Размножение районированных сортов и гибридов является непосредственной задачей семеноводства. Семеноводство – отрасль сельскохозяйственной науки и сельскохозяй-

ственного производства, призванная обеспечить хозяйства высококачественными семенами возделываемых культур. Основой системы семеноводства являются производство семян суперэлиты, элиты и первой репродукции в научно-исследовательских учреждениях и передача их хозяйствам, где эти семена высевают сразу на семенных посевах или на участках размножения. Следует различать понятия «**посев суперэлиты, элиты**» и «**семена суперэлиты и элиты**».

Посев суперэлиты – посев, проведенный семенами (объединенными семенами лучших семей питомника испытания потомства второго года или семенами питомника размножения), предназначенный для получения семян суперэлиты.

Семена суперэлиты – урожай с посева суперэлиты. Они наиболее полно передают все признаки и свойства возделываемого сорта, обладают высокими урожайными качествами и соответствуют требованиям государственного стандарта на элиту. Суперэлита предназначена для последующего выращивания семян элиты.

Репродукция – последующее за элитой звено семеноводческого размножения – пересев элитных семян. Первый пересев семян элиты дает первую, второй – вторую репродукцию и т. д. При репродуцировании сортов в сельскохозяйственных предприятиях в течение ряда лет их сортовые качества ухудшаются из-за засорения сорта (гибрида) семенами других сортов, гибридов или видов при обмолоте, очистке, складировании, транспортировке и посеве (механическое засорение) или засорения сорта (гибрида) другими формами растений в результате естественного перекрестного опыления или мутаций (биологическое засорение).

Для преодоления механического и биологического засорения проводят *сортообновление*, то есть замену семян, ухудшивших свои сортовые и биологические качества в процессе возделывания в производстве, семенами того же сорта, но повышенных репродукций. По зерновым (кроме кукурузы) и зерновым бобовым культурам семена обновляются один раз в 4–5 лет, а по сахарной свекле и подсолнечнику – ежегодно.

Сортовые качества семян. Под сортовыми качествами семян понимают принадлежность семян к определенному сорту, их чистосортность (или типичность для перекрестноопылителей – кукурузы и подсолнечника), то есть процентное содержание основного сорта в партии семян данной культуры. Сортовую чистоту определяют путем полевой апробации.

Полевая апробация – это обследование посевов с целью установления подлинности сорта, определение пригодности сортовых и гибридных посевов (их чистосортность или типичность, поврежденность болезнями и вредителями, засоренность) для использования урожая на семенные цели. Полевой апробации подлежат все сортовые посевы, урожай с которых планируется использовать на семена. На остальных сортовых посевах проводится регистрация.

Регистрация сортового посева – документальное оформление (акт регистрации) сортового посева. Таким образом, свидетельство на семена – документ, характеризующий сортовые и посевные качества семян. Семена, не отвечающие требованиям государственного стандарта хотя бы по одному из норми-

руемых показателей, считаются некондиционными, то есть непригодными для посева, и должны быть доведены до кондиционного состояния или заменены другими. Некондиционные семена после их подработки подлежат повторному анализу.

Посев сельскохозяйственных культур разрешается проводить только семенами I и II класса и только в исключительных случаях, с разрешения вышестоящей организации, семенами III класса. В настоящее время интенсивная технология возделывания должна базироваться только на высококлассном посевном материале районированных сортов.

От лабораторной всхожести следует отличать полевую всхожесть.

Полевая всхожесть – это количество всходов в процентах к числу высеванных всхожих семян. Обычно полевая всхожесть ниже лабораторной, так как прорастание семян в полевых условиях далеко не всегда проходит при оптимальных условиях. Чаще всего всходы не появляются вследствие образования почвенной корки, загнивания семян в холодной переувлажненной почве, повреждения вредителями. Определение полевой всхожести очень важно для оценки различных агрономических приемов и для установления оптимальной нормы высева семян.

Требования к качеству семян. Сельскохозяйственная наука предъявляет к качеству посевного материала определенные требования. В России требования на посевные качества указаны в государственных стандартах. К посевным качествам семян относятся следующие показатели: чистота, крупность, выравненность, влажность и всхожесть.

Чистота. Под чистотой семенного материала понимают содержание в нем семян основной культуры (по массе), выраженное в процентах. Примеси составляют семена других культур, сорняков или мертвый сор. Особенно опасны примеси семян сорняков.

Крупность. Вследствие биологической неоднородности, а также в зависимости от условий выращивания и агротехнических приемов выращивания материнского растения крупность семян одной и той же культуры может быть различной. Чем крупнее семена, тем, как правило, они дают более жизнеспособные всходы, а следовательно, и более продуктивные растения. Крупность семян обычно характеризуется массой 1000 семян в граммах. Этот показатель колеблется в значительных пределах (например, у пшеницы от 35 до 50 г).

Выравненность. Только выравненные по размеру семена дадут однородные всходы, что имеет большое значение для последующего равномерного развития всех растений. Выравненность семян по размеру достигается сортированием на зерноочистительных машинах.

Влажность. Нормальная влажность семян большинства культур – 14–16 %. При более высокой влажности семена могут легко потерять всхожесть при хранении, поэтому требуют дополнительного просушивания.

Всхожесть. Под лабораторной всхожестью семян понимают количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах.

По показателям чистоты, всхожести и засоренности семена подразделяют на классы (I, II, III). Помимо лабораторной всхожести отмечают энергию прорастания, характеризующую дружность прорастания. Это процент нормально проросших семян в определенный срок (для зерновых культур – три дня). Чем выше энергия прорастания, тем лучше, дружнее будут всходы.

Класс семян устанавливают по наихудшему показателю качества семян. Например, если по всхожести и засоренности семена могут быть отнесены к I классу, а по чистоте – ко II, то всю партию семян оценивают II классом.

В зависимости от результатов, полученных при анализе семян, Государственная семенная инспекция выдает «Удостоверение о кондиционности семян» для семян I, II, III класса или результаты анализа для некондиционных семян. Хозяйство при продаже сортовых семян, доведенных до норм стандарта, сопровождает их свидетельством на семена.

Агрономические основы уборки посевов. Созреванию зерна соответствуют две фазы развития: восковая спелость и полная спелость.

Фаза восковой спелости зерна длится 6–10 дней и более в зависимости от погодных условий. Фаза имеет большое производственное значение, так как в этот период необходимо проводить раздельную уборку. Фаза восковой спелости делится на три периода: *начало, середина, конец*.

Начало восковой спелости характеризуется следующими признаками: зерно полностью теряет зеленую окраску, оно крупное, блестящее, эндосперм еще недостаточно белый и при нажиме не выдавливается. Зерно легко режется ногтем. Влажность зерна – 36–40 %. В это время в основном заканчивается поступление пластических веществ в зерно. Количество сухих веществ достигает 95–98 %.

Середина восковой спелости имеет такие признаки: эндосперм белый, мучнистый или стекловидный. Размеры зерна несколько уменьшаются, оно режется ногтем, влажность – 25–35 %.

В этот период создается максимальный биологический урожай, так как накопление сухого вещества в зерне заканчивается.

Конец восковой спелости – состояние зерна, близкое к полной спелости, но все же отличное от нее. Зерно ногтем уже не режется, но след от него остается.

Размеры и цвет зерна такие, как при полной спелости, влажность – 21–24 %. Растения в фазе восковой спелости становятся желтыми, листья отмирают, стебли сохраняют гибкость. Зерно из колоса не выпадает. В это время необходимо проводить уборку раздельным способом. Фаза полной спелости делится на два периода: *начало полной спелости* и *полная спелость*.

Фаза полной спелости наступает при влажности зерна 16–17 %, цвет растения соломенно-желтый. Зерно в этой фазе спелости твердое, его можно только разрезать, оно легко вымолачивается, но еще не осыпается.

При уборке в этой фазе хорошие результаты дает прямое комбайнирование: собирается сухое и высококачественное зерно при незначительных потерях урожая, через 7–10 дней со дня установления полной спелости наступает

перезрелость, зерно высыхает до влажности 7–9 % и при обмолоте травмируется.

Травмирование зерна при обмолоте и пути его снижения. Факторы, вызывающие механические повреждения зерна при обмолоте. Их разделяют на три группы:

1) природное состояние обмолачиваемого материала, то есть факторы, связанные с физико-механическими свойствами зерна (влажность зерна и соломы, форма и строение зерна, его химический состав, сила связи зерна с колосом, отношение зерна к соломе, трение соломы и зерна, засоренность и т. д.);

2) режим работы молотильного аппарата и других рабочих органов зерноуборочных комбайнов (загрузка молотильного аппарата или секундная подача хлебной массы, скорость вращения барабана, молотильные зазоры, регулировка очистки и т. д.);

3) конструктивные особенности молотильного аппарата (тип), диаметр и длина барабана, тип, ширина и количество бил, тип подбарабання, угол обхвата им барабана, скорость подачи хлебной массы, ориентация стеблей и т. д.

Вопросы для самоконтроля

1. Этапы селекционно-семеноводческой работы.
2. Разнокачественность семян. Работы И. Г. Строны.
3. Этапы зернообразования, работы Н. Н. Кулешова.
4. Размножение сортов и поддержание их в чистоте.
5. Сортные качества семян. Полевая апробация, регистрация сортового посева.
6. Требования к качеству семян.
7. Охарактеризуйте фазы созревания зерна.

Тема 5. Зерновые культуры семейства Мятликовые

Ключевые вопросы темы

1. Значение озимых культур.
2. Важнейшие качественные показатели хлебных злаков.
3. Регионы возделывания, посевные площади, урожайность.
4. Требования биологии зерновых культур к основным факторам среды.
5. Озимые и яровые хлеба. Технологии возделывания озимой и яровой пшеницы.

Значение озимых культур

Озимые культуры имеют важное значение в увеличении производства зерна (продовольственное, кормовое и экологическое значение):

1. Они дают более высокие урожаи зерна, чем яровые (при возделывании современных сортов озимых культур можно получать 6–7 т зерна с 1 га и более).

2. При хорошем развитии с осени лучше, чем яровые, используют весенние запасы влаги и питательных веществ (используя осенние влагу и тепло, озимые хлеба успевают до зимы раскуститься и укорениться).

3. Весной они быстро наращивают вегетативную массу и меньше страдают от весенних засух.

4. Более раннее созревание озимых ограждает их также от суховея: озимую пшеницу убирают на 8–10 дней, а озимый ячмень – на 10–12 дней раньше яровых форм.

5. Обгоняют в росте сорную растительность и хорошо заглушают исходы многих сорняков.

6. При ранней уборке появляется возможность более тщательно подготовить почву для последующих культур.

7. Возделывая озимые культуры, можно часть полевых работ перенести на осень, благодаря чему значительно снижается напряженность в период весеннего посева.

8. Озимые хлеба – хорошие предшественники для пропашных и других культур севооборота.

9. Немаловажна противоэрозионная роль озимых посевов: занимая поля около 11 месяцев в году, они значительно лучше яровых предупреждают развитие ветровой и водной эрозии почвы.

10. При осеннем посеве и более ранней уборке уменьшается напряженность весенне-полевых и уборочных работ.

11. Наряду с неоспоримыми достоинствами озимые культуры имеют и *существенный недостаток*: в годы с неблагоприятными условиями перезимовки они могут погибнуть.

Площадь посева озимых культур в Российской Федерации в 2009 г. составила 17,1 млн га. Первое место занимает озимая пшеница (13,8); второе – озимая рожь (2,4); третье – озимый ячмень (0,6); озимое тритикале (0,3 млн га).

При хорошем уровне агротехники можно получать 6,0–6,5 т озимых культур с 1 га.

Важное значение в повышении урожайности имеет внедрение зимостойких, высокопродуктивных, короткостебельных, устойчивых к полеганию сортов озимой пшеницы с потенциальной урожайностью 8–9 т/га, озимой ржи – 5–6 т/га.

На долю озимых культур приходится около 38,5 % всего валового сбора зерна, такой удельный вес их в зерновом балансе страны недостаточен. Повышение урожайности и расширение посевных площадей этих культур – важные резервы увеличения производства зерна.

Рост и развитие зерновых культур

По внешним морфологическим изменениям, связанным с образованием у растений отдельных органов или частей (листьев, стеблей, соцветий), у злаков отмечают следующие фенологические фазы развития: прорастание, всходы, кущение, выход в трубку, колошение (выметывание), цветение, налив и созревание (молочная спелость, восковая спелость и полная спелость).

Прорастание семян. Для прорастания семян необходимы вода, тепло и кислород воздуха. Семена пшеницы и ржи при прорастании поглощают около 56 % воды от их массы, ячменя – 48, проса и сорго – около 25 %.

Оптимальная температура для прорастания семян пшеницы, ржи, ячменя, овса около 25 °С, а для семян кукурузы, проса, сорго, риса – 30–32 °С. Минимальная температура прорастания для семян ржи и ячменя – 1–2 °С, пшеницы –2–3, овса 3–4, кукурузы и проса 7–8, сорго и риса 11–14 °С. При прорастании зерна первыми появляются зародышевые, или первичные, корни, затем стебелек.

Всходы. Это период от появления на поверхности почвы стеблевого побега до образования 2–3 листьев. Всходы пшеницы обычно сизовато-зеленые, ржи – фиолетово-коричневые, овса – светло-зеленые.

Кущение. Образование стеблевых побегов из подземных стеблевых узлов называют кущением. С появлением на поверхности почвы 3-го зеленого листочка у хлебных злаков (пшеница, рожь, овес, ячмень) начинается процесс укоренения: образование стеблевых, или вторичных, корней, а затем новых стеблевых побегов.

Узлом кущения называют подземную часть главного стебля со сближенными подземными узлами, из которых прорастают вторичные корни и боковые стеблевые побеги. Состояние узла кущения и глубина его залегания в почве сильно влияют на степень перезимовки озимых культур. Узел кущения обычно залегает на глубине 2–3 см.

Общей кустистостью называют среднее число стеблей, приходящееся на одно растение. **Продуктивной кустистостью** – число продуктивных стеблей (дающих зерно).

У озимых хлебов продуктивных стеблей обычно бывает 3–6, у ячменя и овса – 2–3, а у яровой пшеницы – 1, реже 2.

Выход в трубку. В период кущения в точке роста начинает формироваться стебель растения с очень короткими междоузлиями. Через некоторое время междоузлия удлиняются: сначала первое (нижнее), затем второе, потом третье и т. д. Такое постепенное увеличение стебля в длину называют выходом в трубку.

Колошение. С выходом в трубку хлебные злаки начинают быстро расти. Разрастаясь, стебель выдвигает из влагалища верхнего листа сформированный колос или метелку. Эта фаза называется колошением или выметыванием (у метельчатых хлебов). От начала кущения до колошения проходит примерно 30–35 дней. Для озимой ржи, озимой и яровой пшеницы, ячменя и овса период выхода в трубку – колошение – критический. В это время они нуждаются в достаточном количестве влаги, тепла, света и питательных веществ.

Цветение. Наступает после колошения. К этому времени у большинства хлебных злаков созревают пыльники, а рыльца приобретают способность воспринимать пыльцу. Во время цветения пыльники растрескиваются, и созревшая пыльца попадает на рыльце (происходит опыление), прорастает, достигает яйцеклетки завязи, где и происходит слияние половых клеток (оплодотворение), после чего формируется зерно.

По способу опыления хлебные злаки подразделяют на *самоопыляющиеся* (пшеница, ячмень, овес, просо, рис) и *перекрестноопыляющиеся* (кукуруза, рожь, сорго). В жаркую сухую погоду у самоопыляющихся культур может происходить перекрестное опыление, что биологически полезно для растений.

Налив и созревание зерна. После оплодотворения происходят налив и созревание зерна. При созревании хлебов обычно различают молочную, восковую и полную спелость. В момент *молочной спелости* идет поступление питательных веществ в зерно. Растение еще зеленое, и только нижние листья желтеют. Зерно почти полностью сформировалось, но имеет зеленый цвет и содержит более 50 % воды. При надавливании из зерна выделяется жидкость молочно-белого цвета.

При *восковой*, или *желтой*, *спелости* приток органических веществ к зерну постепенно прекращается, зерно приобретает желтую окраску, однако оно еще эластично и, словно воск, легко режется ногтем. Растения становятся желтыми, и только верхние междоузлия соломины сохраняют зеленую окраску. Влажность зерна снижается до 36–39 %. В конце восковой спелости приступают к уборке большинства хлебов отдельным способом.

При *полной спелости* листья отмирают и все растение желтеет. Зерно подсыхает, твердеет, несколько уменьшается в размерах и поэтому легко выпадает из цветковой чешуи. По этой причине запоздание с уборкой культур приводит к большим потерям зерна от осыпания. В этой фазе проводят уборку прямым комбайнированием.

Зимостойкость, морозостойкость. В зимний и ранневесенний периоды озимые хлеба часто подвергаются различным неблагоприятным внешним воздействиям, которые приводят к частичному изреживанию или полной гибели посевов. Устойчивость растений к неблагоприятным условиям перезимовки зависит от их зимостойкости и морозостойкости, а также от закалки. Следует отличать *зимостойкость*, *морозостойкость* и *холодостойкость*.

Под *зимостойкостью* понимают способность озимых культур переносить неблагоприятные условия зимнего и ранневесеннего периодов (выпревание, вымокание и др.).

Под *морозостойкостью* понимают способность озимых культур выдерживать длительное воздействие отрицательных температур в зимний период.

Способность растений выдерживать низкие положительные температуры называют *холодостойкостью*.

Зимостойкость и морозостойкость растений – сложные физиологические свойства. Они непостоянны, формируются на определенных этапах развития, особенно в процессе закалки растений. И. И. Туманов установил, что закалка протекает осенью в две фазы.

Первая проходит в условиях интенсивного освещения и пониженных температур (8–10 °C) в дневные часы и при температуре около 0 °C в ночное время. В этой фазе в растениях, особенно в узлах кущения, накапливаются пластические вещества, преимущественно сахара, так как в прохладное время ночью их расход на ростовые процессы и дыхание растений замедляется. Перед уходом в зиму у озимых культур накапливается около 20–25 % сахаров в пере-

счете на сухое вещество. Озимые, прошедшие первую фазу, способны выдерживать температуру до -12°C .

Вторая фаза закали протекает при более низких температурах ($0...-5^{\circ}\text{C}$), повышение зимостойкости обусловлено главным образом процессом обезвоживания клеток, оттоком воды из цитоплазмы в межклеточные пространства и превращением в клетках нерастворимых в воде органических веществ в растворимые. В результате этих процессов значительно повышается концентрация клеточного сока в узлах кущения и влагалищах листьев. Быстрее проходит вторую фазу закали озимая рожь, медленнее – озимая пшеница и тритикале и совсем медленно – озимый ячмень.

Закаливание озимых культур лучше протекает в ясные дни, чередующиеся с умеренно морозными ночами. Для прохождения первой фазы закали требуется 12–14 дней, а для полной закали – 21–24 дня. Озимые хлеба после закали становятся более зимостойкими и способны переносить морозы до $-18...-20^{\circ}\text{C}$ в зоне узла кущения, а также меньше реагируют на другие неблагоприятные климатические факторы. Лучшей закали озимых способствуют посев в оптимальные сроки, достаточная обеспеченность растений фосфором и калием.

Причины гибели озимых культур. Эти явления могут быть вызваны осенней засухой, слабой закалкой поздних всходов, сильными морозами в малоснежные зимы, резкими колебаниями температур, мощным снежным покровом, застоем воды на поверхности почвы. Часто гибель наступает от совместного действия нескольких факторов.

Главные причины изреживания и гибели посевов озимых культур – это *вымерзание, выпревание, вымокание, выпирание, ледяные корки*.

Вымерзание – одна из наиболее распространенных и частых причин повреждения и гибели озимых в районах Черноземной зоны, в юго-восточных районах Нечерноземной зоны России. Основным фактором гибели или повреждения посевов озимых – действие низких температур. В это время в межклеточных пространствах тканей растений образуются кристаллы льда, которые оказывают на протоплазму механическое давление. Обезвоженная протоплазма повреждается и теряет непроницаемость. У растений, поврежденных морозами, листья желтеют, узел кущения становится дряблым, размочаленным, бурет, корни также буреют и теряют тургор. В бесснежье иногда озимые вымерзают от резких колебаний температур (днем – положительные, ночью – отрицательные).

Иногда в южных районах нашей страны после схода снега при небольшом потеплении (выше 5°C) в январские и февральские оттепели озимые возобновляют вегетацию, что ведет к быстрой потере закали растений, при возврате холодов может наблюдаться гибель озимой пшеницы. Наибольшей морозостойкостью отличается озимая рожь. Она выдерживает морозы -20°C и более на глубине узла кущения, озимая пшеница и тритикале – до -18 , а озимый ячмень – до -12°C . Более низкие температуры могут быть губительными для этих культур.

Для предохранения озимых от вымерзания важное значение имеют тщательная и своевременная подготовка почвы к посеву, применение фосфорно-калийных удобрений, если обеспеченность почвы этими элементами средняя и ниже средней, использование морозостойких сортов, более глубокая заделка семян, снегозадержание. Снег обладает малой теплопроводностью и хорошо защищает озимые от чрезмерно низких температур.

Например, температура почвы на глубине узла кущения (2 см) при морозе -32...-33 °С и отсутствии снежного покрова была -20...-22 °С, при снежном покрове высотой 15 см – -7...-11 °С, а высотой 50 см – всего лишь -2...-3 °С.

Снегозадержание – эффективный прием предотвращения гибели озимых от вымерзания, кроме того, это дает возможность накопить влагу на посевах озимых.

Выпревание озимых культур происходит вследствие мощного развития при продолжительной теплой осени и выпадения снега на талую почву. Длительное время находясь под толстым снежным покровом, растения истощаются и гибнут, так как накопленные питательные вещества расходуются на дыхание, а пополнения углеводов не происходит. При выходе из-под снега озимые оказываются побуревшими и дряблыми, так как ткани мертвоют, листья нередко покрываются налетом снежной плесени. Выпревание озимых культур отмечается в основном в районах Нечерноземной зоны, на тяжелых суглинистых почвах с плохой водопроницаемостью. Озимая рожь и тритикале в большей степени подвергаются выпреванию, чем озимая пшеница. Для предотвращения гибели озимых от выпревания нельзя допускать завышения нормы высева и преждевременного посева, проводить прикатывание озимых после выпадения снега на талую почву.

Вымокание наблюдается в районах избыточного увлажнения Нечерноземной зоны, а также в пониженных местах рельефа, где задерживается вода. Растения в этом случае гибнут от недостатка кислорода. Вымокание может происходить как осенью, так и весной. Переувлажнение почвы осенью задерживает рост растений и приводит к отмиранию нижних, а затем и верхних листьев. От вымокания больше страдают растения с мощно развитой вегетативной массой. В районах Нечерноземной зоны России во время оттепелей снег тает, что приводит к длительному застою воды на посевах озимых культур, особенно в пониженных местах. Нередко оттепели сменяются морозами, образуется ледяная корка, что также приводит к гибели посевов.

В основных районах возделывания озимых чаще наблюдается *весеннее вымокание*, чем осеннее. Застой воды приводит к гибели посевов. Чем выше температура, тем интенсивнее идет этот процесс. В начале весенней вегетации озимая пшеница может переносить затопление при невысоких температурах в течение двух недель и более. С повышением температуры устойчивость к вымоканию снижается, и уже через 8–10 дней озимые желтеют и погибают. Озимая рожь страдает от вымокания больше, чем озимая пшеница. Для предупреждения вымокания необходимо проводить тщательное предпосевное выравнивание почвы, отводить скапливающуюся воду, применять гребневые посевы.

Выпирание озимых культур происходит из-за образования ледяных линз зимой или весной при переменном замерзании и оттаивании почвы, вследствие чего происходит разрыв корней. При таянии линз почва оседает и узел кушения обнажается. Выпирание наблюдается в Нечерноземной и Центрально-Черноземной зонах, на Северном Кавказе, в районах Поволжья и других областях с резкими колебаниями температур в ранневесенний период.

Для того чтобы избежать выпирания, необходимо проводить своевременную основную и предпосевную обработку почвы, более глубоко высевать семена, прикатывать почву до и после посева, использовать сорта с глубоким залеганием узла кушения, обрабатывать семена ретардантами.

В опытах кафедры растениеводства РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева при предпосевной обработке семян озимой пшеницы ЦеЦеЦе 460* зимостойкость озимой пшеницы повышалась вследствие более глубокого (на 1–2 см) залегания узла кушения и лучшего развития корневой системы, перезимовка растений озимой пшеницы возрастала на 10–20 %, а урожайность – на 0,35–0,40 т/га. Обработка семян ретардантами дает положительные результаты только при ранних и оптимальных сроках посева, на поздних посевах этот прием не эффективен.

* ЦеЦеЦе 750 (название на момент 2025 г.) – регулятор роста зерновых растений. Действующее вещество препарата ингибирует синтез активных изомеров гиббереллинов, способствуя сокращению длины соломины и увеличению числа продуктивных стеблей.

Озимые, подвергшиеся выпиранию, бороновать нельзя, такие посевы лучше прикатать весной кольчатыми или зубчатыми катками. Это даст возможность прижать обнаженные узлы кушения во влажную почву, благодаря чему ускорятся образование новых узловых корешков и растения быстрее трогаются в рост.

Ледяные корки нередко являются причиной повреждения или гибели озимых. Различают ледяные корки притертые и висячие.

Наиболее опасна притертая корка. Она появляется, когда снег при оттепелях полностью тает, а образовавшаяся вода при похолодании замерзает, образуя ледяную корку, смерзшуюся с верхним слоем почвы и вмёрзшими в него растениями. Висячая корка может образоваться, когда снег тает сверху и замерзает. Растения подвергаются механическим повреждениям, прекращается доступ воздуха к ним, нарушается газообмен, все это приводит к изреживанию или гибели. Ледяная корка наиболее часто наблюдается в районах юго-востока, в Центрально-Черноземной зоне.

Наиболее эффективные средства защиты растений от ледяных корок – щелевание, снегозадержание, рассев минеральных удобрений, золы, торфяной крошки на посевах с притертой коркой.

Снежная плесень и *склеротиниоз* поражают растения озимых, ослабленные в результате выпревания, вымокания и других неблагоприятных условий. Для борьбы с этими болезнями необходимо проводить предпосевное протравливание семян, внедрять устойчивые сорта.

Выдувание часто наблюдается в сухую осень или весной преимущественно на бесструктурных почвах, в открытых безлесных местах – в степной части Поволжья, на Северном Кавказе. Пыльные бури вызывают гибель посевов вследствие выдувания поверхностных слоев почвы, узлы кущения оказываются на поверхности, в результате растения засыхают или гибнут во время зимовки от действия низких температур. В пониженных местах и у лесополос озимые могут быть засыпаны почвой, на отдельных участках слой нанесенной почвы может достигать 10 см и более. Растения, оказавшиеся под таким слоем почвы, не могут выбиться на поверхность и гибнут.

Для предотвращения гибели озимых от выдувания проводят лесомелиоративные мероприятия, высевают кулисы, размещают культуры полосами (озимая пшеница и многолетние травы), высевают озимые по стерне.

Контроль за ходом перезимовки. Очень важно следить за состоянием озимых культур зимой и особенно в переходный период от зимы к весне.

Для наблюдения за ходом перезимовки зерновых хлебов в течение зимы применяют метод монолитов, т. е. берут пробы на отращивание. Делают это обычно один раз в месяц, начиная с конца декабря.

Площадку, с которой берут монолит, очищают от снега и вырубают монолит размером 25 × 25 см на глубину 15–20 см с таким расчетом, чтобы взять два рядка растений без повреждения.

Монолит помещают в ящик, укрывают мешковиной и перевозят в теплое помещение (12–14 °C) на 2–3 дня для постепенного оттаивания. Затем переносят его в еще более теплое (18–20 °C) и светлое помещение на 12–14 дней для отращивания, почву поддерживают во влажном состоянии. После этого растения осторожно извлекают из почвы, корни отмывают и подсчитывают отросшие и погибшие растения.

Определяют густоту растений на 1 м² или процент перезимовавших растений, который вычисляют по отношению 265 до 420 и даже до 600. По засухоустойчивости она уступает пшенице.

Технология возделывания

Озимая тритикале – *Triticosecale* Wittm. Представляет собой гибрид пшеницы с рожью. Это новый, созданный человеком род злака, сочетающий высокие качества зерна озимой пшеницы с неприхотливостью и зимостойкостью ржи. Колос тритикале обладает многоколосковостью ржи и многоцветковостью колосьев пшеницы. Зерно крупное (масса 1 000 зерен – 49–51 г), содержит много белка (13–18 %) и лизина. Его используют на фураж и в производстве спирта. Хлеб из такого зерна низкого качества. Озимая тритикале может давать высокие урожаи зерна (5–6 т/га и более) и зеленого корма (30–40 т/га и более). Возделывают в Поволжье, Центрально-Черноземной зоне, Нечерномье, на Южном Урале и в Сибири.

Озимый ячмень – *Hordeum vulgare* L. Озимый ячмень возделывают в регионах с мягкими зимами – Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области и на Кавказе. Озимый ячмень засухоустойчив, но слабозимостоек. Он скороспелее озимой пшеницы (созревает на 8–10 дней раньше) и урожайнее ярового ячменя (урожайность выше на 0,8–1,0 т/га).

Озимая пшеница – *Triticum aestivum* L. Очень требовательна к плодородию почвы. Она хорошо удаётся на черноземных, темно-серых лесных среднесуглинистых нейтральных (рН 6,0–7,5) почвах. Требовательна к предшественникам. Ее посевы в севооборотах размещают по чистым, занятым, сидеральным парам и непаровым предшественникам.

Сильное и ценное зерно пшеницы получают по чистому пару с применением удобрений. Пшеница высокотребовательна и очень отзывчива на внесение удобрений. В среднем на создание 1 ц зерна и соответствующего количества соломы озимая пшеница сильных сортов интенсивного типа расходует, кг: N – 4, P₂O₅ – 1,3, K₂O – 2,3. Расчетные дозы удобрений для получения 5–6 т/га сильного зерна составляют примерно N 120–150, P 120–140, K 80–100. При посеве всех зерновых культур обязательный прием – внесение фосфорных удобрений (10–15 кг/га д. в.).

Азотное удобрение при хорошей влагообеспеченности применяют дробно в виде подкормок. Частично их вносят под предпосевную обработку почвы (по 30–45 кг/га д. в.) в занятых парах; в чистых парах азот с осени не вносят. Остальное удобрение вносят в 2–3 приема в весенне-летний период, удовлетворяя потребность растений по мере их вегетации (в фазе весеннего кущения, в начале трубкования и колошения). В засушливых условиях по кукурузе и стерневым предшественникам целесообразно одноразовое внесение всей нормы азота (N 100–150) в аммиачной форме под основную обработку почвы.

Ранневесеннюю азотную подкормку проводят после схода снега аммиачной селитрой (30–45 кг/га д. в.) с помощью авиации или разбрасывателей по таломёрзлой почве. Ее можно заменить позднеосенним внесением аммиачных форм азота по мёрзлой почве до выпадения снега. Возможно и прикорневое внесение азотного (или комплексного) удобрения зерновыми сеялками (не более N 45).

В начале трубкования озимую пшеницу подкармливают 20–30 % раствором мочевины (в дозе N 30) с помощью авиации или наземных опрыскивателей по технологической колее.

В начале колошения для улучшения качества зерна проводят некорневую подкормку мочевиной (в дозе 20–30 кг/га д. в.). Это увеличивает содержание белка и клейковины в зерне.

Подготовка семян к посеву сводится к их сортировке, воздушно-тепловому обогреву и инкрустации. В смесь для инкрустации входят: протравитель (препарат Тур), стимулятор роста (Гумат натрия в дозе 0,75 кг/т или др.), микроэлементы (сернокислые соли марганца, меди и цинка по 0,8 кг/т), пленкообразователь (0,5–2,0 % водный раствор NaКМЦ) и 10–15 л воды на 1 т семян.

Сроки посева сильно влияют на кустистость, закалку, перезимовку и урожайность. Оптимальные сроки посева озимой пшеницы обычно совпадают с наступлением в конце лета среднесуточной температуры воздуха 15–16 °С.

Способы посева – узкорядный, перекрестный и обычный рядовой. Лучшее направление посева – поперек склона, что уменьшает сток воды и смыв почвы. На равнинных полях сеют в северо-южном направлении.

Глубина посева при надежном увлажнении посевного слоя почвы составляет 5–6 см. Однако, чтобы приблизить семена к влажной почве, глубину посева увеличивают до 6–7 и даже до 8 см. При отсутствии доступной влаги в посевном слое дождя ждут до предельно допустимого срока посева.

Уход за посевами сводится к послепосевному прикатыванию, ранневесеннему боронованию и защите посевов от вредителей, болезней и сорняков. Весной при поспевании почвы озимые обычно боронуют средними боронами в один след. Посевы обрабатывают пестицидами при достижении пороговой численности вредителей.

Озимая рожь – *Secale cereale* L. К почвам нетребовательна, удается на малоплодородных, супесчаных, каменистых, смытых склоновых и кислых (рН 5,0) почвах, хотя лучшие для нее почвы – черноземы среднесуглинистого гранулометрического состава. Технология возделывания озимой ржи почти такая же, как и озимой пшеницы. Ее высевают по чистым, занятым парам и по непаровым предшественникам.

Посев озимой ржи проводят так же, как и озимой пшеницы. Рожь в отличие от пшеницы высевают на 10–15 дней раньше, поскольку, во-первых, ей необходимо раскуститься осенью (весной почти не кустится), во-вторых, рожь морозостойка при ранних сроках посева, в-третьих, на бедных почвах и по непаровым предшественникам она не перерастает.

Глубина посева семян ржи: 4–5 см, на легких почвах – до 1–8 см.

Уход за посевами имеет особенности. Для предупреждения полегания посевов озимой ржи следует применять ретарданты. Оптимальный срок обработки – период от появления второго стеблевого узла до набухания влагалища флагового листа (10–12 дней).

В нашей стране применяют два основных способа комбайновой уборки зерновых хлебов: *однофазную* (прямое комбайнирование) и *раздельную*.

При прямом комбайнировании растения скашивают комбайном и сразу же обмолачивают, зерно очищают, а солому складывают в копны. Уборочные работы начинают при полном созревании хлебов (при влажности 14 %). Прямое комбайнирование применяют на чистых от сорняков полях, на семеноводческих участках ограничиваются только этим способом (при наличии достаточного количества комбайнов), исключая осыпание и потери зерна.

При раздельной уборке хлеба сначала скашивают жаткой и укладывают в валки. По мере подсыхания валков, чаще через 1–3 дня, их подбирают и обмолачивают комбайном, оборудованным подборщиком. Этот способ хотя и более трудоемкий, но позволяет резко снизить потери, упростить технологию очистки и сушки зерна на току. При раздельной уборке уборочные работы начинают в середине восковой спелости зерна, т. е. на 5–6 и даже 10 дней раньше, чем при прямом комбайнировании. Уложенная в валки растительная масса хорошо просыхает, не осыпается и лучше (полнее) обмолачивается. За счет этого резко сокращаются потери.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите преимущества озимых культур.
2. Фазы развития озимых зерновых культур.
3. Дайте определение понятиям «зимостойкость», «морозостойкость».
4. Причины гибели озимых культур.
5. Контроль за ходом перезимовки.
6. Технология возделывания озимой пшеницы. Способы уборки.

Тема 6. Зерновые бобовые культуры

Ключевые вопросы темы

1. Классификация по использованию и устойчивости к низким температурам.
2. Кормовая и пищевая ценность.
3. Сравнительная урожайность и белковая продуктивность семян и зеленой массы.
4. Районы возделывания, урожайность.
5. Классификация по требованию биологии и морфологическим признакам.
6. Этапы органогенеза, фазы роста и развития.
7. Технология возделывания кормовых зерновых бобовых культур.

Зерновые бобовые культуры делят на три группы: **наиболее хладостойкие** (горох, чина, чечевица), **хладостойкие** (кормовые бобы, нут), **теплолюбивые** (соя, фасоль).

Фазы развития зерновых бобовых культур:

- 1 – всходы;
- 2 – ветвление стебля;
- 3 – бутонизация;
- 4 – цветение;
- 5 – образование бобов;
- 6 – налив семян;
- 7 – полный налив семян (начало созревания);
- 8 – полная спелость.

Соя культурная (*Glycine max* (L.) Merr.). Однолетнее травянистое растение. Корневая система стержневая. Высота стебля варьирует от 20 см у карликовых форм до 200 см у высокорослых. Большинство сортов имеют стебель высотой 60–110 см. Цветки мелкие, почти лишены запаха (поэтому насекомыми посещаются редко), собраны в кисти, расположенные в пазухах листьев. Бобы короткие – 2,5–6,0 см. Соя – растение короткого дня. Соя светолюбива и довольно требовательна к теплу. Важная биологическая особенность сои – способность к симбиозу с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium*. При благоприятных условиях симбиоза активный симбиотический потенциал составляет 25–30 тыс. единиц, а количество фиксированного азота воздуха за вегетацию – 200–250 кг на 1 га.

Строгий самоопылитель, 98 % цветков клейстогамны.

Клейстогамия – это способ самоопыления, при котором опыление происходит в закрытых, никогда не открывающихся цветках, тем не менее завязываются плоды и семена. Клейстогамия имеет экологический характер и вызывается неблагоприятными факторами среды. В случае генетически модифицированных растений исследователи стараются снизить возможность переноса генов между генетически модифицированными и немодифицированными растениями, поэтому пытаются сделать генетически модифицированные растения клейстогамными.

Для сои характерно значительное опадение цветков (14–90 %) и бобов (до 40 %), приводящее к резкому снижению урожайности. Опадение бобов наблюдается при сильной засухе, недостатке питания и продолжительном световом дне. Соя возделывается в 62 странах мира. Культурная соя широко возделывается в Азии, Южной Европе, Северной и Южной Америке, Центральной и Южной Африке, Австралии, на островах Тихого и Индийского океанов на широтах от экватора до 56–60°.

За последние 20 лет площади под посевами сои увеличились в 2,5 раза и достигли 58 млн га. Производство семян возросло более, чем в 4 раза и составляет около 100 млн т. В Российской Федерации посевные площади сосредоточены на Дальнем Востоке – в Амурской области, Хабаровском и Приморском краях. В последние годы сою стали более широко возделывать в Крыму, на Северном Кавказе, в Поволжье.

Значение: высокая урожайность; высокое (до 50 %) содержание полноценного белка; наличие в составе витаминов группы В, железа, кальция, калия и незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевая и линоленовая); возможность профилактики остеопороза и сердечно-сосудистых заболеваний; обладает уникальными свойствами, позволяющими производить из нее широкий спектр разнообразных продуктов.

В настоящее время в России районировано около 70 сортов (Аврора, Армавирская, Белор, Вега, Венера, ВНИИОЗ 76, ВНИИС 1, ВНИИС 2, Зерноградская, Закат, Лада, Примоская 13, Рассвет, Смена, СОЕР 7, Соната, Юг 40 и др.).

Новые сорта: Азовская, Ария, Гринфи, Приморская 81, Ясельда.

Большинство селекционных сортов сои относится к маньчжурскому подвиду. Им свойственна слабая или средняя реакция на изменение длины дня, сравнительно высокое прикрепление нижних бобов, устойчивость к полеганию, обламыванию ветвей и растрескиванию бобов, высокое содержание белка, маслянистость и урожайность.

Формы корейского подвида имеют многоцветковые кисти, отличаются высокой урожайностью, однако склонны к растрескиванию бобов. Из семян сои производят: муку, соевое молоко, творог, белковые продукты трех видов: концентраты, содержащие 70 % белка, изоляты (до 90 % белка) и структурированные продукты – аналоги изделий из мяса. Соевое масло находит разнообразное применение в производстве маргарина и кондитерских изделий; в мыловарении для изготовления твердых сортов мыла, а в смеси с льняным – в лакокрасочной

промышленности. Зеленая масса, сено, жмых и шрот используются для скормливания сельскохозяйственным животным.

Благодаря азотфиксации соя – ценный предшественник для пропашных и зерновых культур.

Соя обыкновенная, или японская, или уссурийская (*Glycine soja* S. & Zucc.) – дикий родич культурной сои. Однолетняя травянистая лиана 0,5–1,5 м высотой с тонкими слабыми, вьющимися, ветвистыми стеблями. Стебли покрыты редкими, жесткими, загнутыми книзу волосками. Листья сложные, тройчатые, сильно варьирующие по форме и величине листочков даже в пределах одного растения. Бобы довольно мелкие, плоские, 0,7–2,5 см длиной и 4–5 мм шириной, темно-бурые, 1–5-семянные, при созревании растрескиваются по брюшному и спинному швам. Семена темные, почти черные, слегка пятнистые, матовые, с сероватым налетом. Цветет в июле, плодоносит в сентябре. Насекомоопыляемое. Зоохор (распространение диаспор при помощи животных).

Распространение: Япония, Корея, Китай. На территории бывшего СССР – Дальний Восток. Экология: по берегам рек и озер, среди кустарников, по болотистым лугам.

Использование и хозяйственное значение: высокобелковое кормовое (зерно, зеленая масса, сено, силос, жмых); сидератное (образует большое количество азотсодержащих клубеньков на корнях).

В журнале Nature 14 января 2010 г. вышла статья, которая возвестила миру о новых данных по секвенированию генома сои (сорт Williams 82). Геномное секвенирование – это набор методов, которые позволяют расшифровать и записать в буквенном выражении последовательность азотистых оснований ДНК. Генетики утверждают, что они обнаружили 46 430 генов, кодирующих белки, что на 70 % больше, чем у растительного модельного объекта – резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*).

Управление Россельхознадзора докладывает, что с **1 января 2025 г.** вступили в силу изменения в Федеральный закон от 30 декабря 2021 г. № 454-ФЗ «О семеноводстве».

Теперь определение наличия в посевах (посадках) и семенах сельскохозяйственных растений генно-модифицированных организмов *исключено* из обязательных требований. Отметим, что ранее сельхозтоваропроизводителям необходимо было проводить проверку на наличие ГМО на этапе подтверждения посевных и сортовых качеств семян сельскохозяйственных растений. Данные изменения дают возможность ускорить проверку семенного материала, особенно озимых культур, что позволит ускорить процессы уборки и сева, которые проводятся в максимально сжатые сроки.

Изменения, внесенные в ст. 20 «Испытания и оценка сортов и гибридов сельскохозяйственных растений» сохраняют необходимость проведения экспертизы на наличие генно-инженерно-молекулярных организмов, и уничтожение семян, если в них будут выявлены таковые признаки, при этом оформление генетического паспорта для включения сортов и гибридов сельскохозяйственных растений в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйствен-

ных растений, допущенных к использованию, осуществляется за счет средств заявителя федеральным государственным бюджетным учреждением.

С целью сохранения безопасности сельскохозяйственной продукции все основные этапы обращения семян по-прежнему будут подлежать строгому контролю. Согласно новым нормам ст. 22 «Ввоз семян сельскохозяйственных растений в Российскую Федерацию и вывоз семян сельскохозяйственных растений из Российской Федерации» вводится дополнительная проверка на наличие ГМО также и при вывозе семенного материала.

Российская Федерация отменила госрегистрацию сои и соевого шрота с ГМО, поставки которых возможны при условии подтверждения их безопасности Россельхознадзором, постановлением правительства от 16 апреля 2020 г. Срок его действия был сначала рассчитан до 1 января 2021 г., затем ежегодно продлевался. В настоящее время эта мера действует по 1 января 2026 г.

Генномодифицированная соя входит в состав все большего числа продуктов. Американская компания «Монсанто» – бывший мировой лидер поставок ГМ-сое. Компанию Monsanto приобрела Bayer в 2018 г. Компания Monsanto разработала и запатентовала молекулу глифосата в 1970-х гг., а с 1973 г. начала продавать его под названием Round-up. В 1996 г. Monsanto выпустила на рынок генетически измененную сою Round-up Ready, устойчивую к их собственному токсичному гербициду («Раунд-ап Рэди», в переводе «Готовая к гербициду», сокращенно RR). По состоянию на 30 октября 2019 г., более 42 000 истцов заявили, что рак у них был вызван гербицидами на основе глифосата. После того как в марте 2015 г. МАИР классифицировало глифосат как «вероятно канцерогенное вещество для человека», в Соединенных Штатах было подано множество судебных исков на уровне штатов и на федеральном уровне. В июне 2020 г. компания Bayer согласилась урегулировать более ста тысяч судебных исков по делу, согласившись выплатить до 9,6 млрд долл. в качестве компенсации по этим искам. В российских источниках для обозначения трансгенной сои используются сокращения: ГМ-соя (генетически модифицированная), ГУ-соя (гербицид-устойчивая) и RR-соя.

RR-растения содержат полную копию гена енолпирувилликимат фосфат синтетазы (EPSP synthase) из почвенной бактерии *Agrobacterium* sp. strain CP4, перенесенную в геном сои при помощи генной пушки, что делает их устойчивыми к гербициду на основе глифосата, применяемому на плантациях для борьбы с сорными растениями. В 2006 г. RR-соя выращивалась на 92 % всех посевных площадей США, засеянных этой культурой. ГМ-соя разрешена к импорту и употреблению в пищу в большинстве стран мира, в то время как посев и выращивание ГМ-сое разрешены далеко не везде. В России возделывание ГМ-сое, как и других ГМ-растений, до 2014 г. было запрещено. На территории некоторых стран, в том числе России, информация об использовании ГМ-сое в составе продуктов обязательно должна присутствовать на этикетке товара.

Горох посевной (*Pisum sativum* L.). Однолетнее травянистое растение. Корень стержневой, проникает в почву до 1,5 м. Боковые корни расположены в пахотном слое почвы. На корнях в симбиозе живут азотфиксирующие бактерии из рода *Rhizobium*. По высоте стебля различают карликовые (до 50 см), полу-

карликовые (51–80 см), среднерослые (80–150 см), высокорослые (150–300 см) формы.

Лист сложный, обычно состоит из черешка, 2–3 пар листочков и непарного числа усиков (3–5, иногда 7). Встречаются другие типы листа: акациевидный, когда лист не имеет усиков и оканчивается непарным листочком; усатый (безлисточковый), когда вместо листочков образуются непарноперистые усики; многократнепарноперистый, когда многократноразветвленная жилка листа оканчивается 3–5 очень мелкими листочками. Формы с двумя последними типами листа получены сравнительно недавно селекционным путем. Прилистники у гороха крупнее листочков, имеют полусердцевидную форму. Обнаружены мутанты, у которых прилистники полностью или частично редуцированы. Цветок мотылькового типа, разной величины (1,5–3,5 см) и окраски. У сортов зернового или овощного использования окраска белая, кормового и сидератного – розовая, красно-фиолетовая и пр.

Плод – боб, состоит из двух створок, по строению которых различают лущильные и сахарные формы гороха. У первых створки боба имеют пергаментный слой и при созревании легко растрескиваются. У вторых пергаментный слой отсутствует.

Растение умеренного климата. Яровая или зимующая, влаголюбивая, довольно хладостойкая культура. Лучшие почвы: суглинистые слабокислые или нейтральные с хорошей аэрацией. Оптимальная влажность 80 % полной влагоемкости почвы. Растение длинного дня, но встречаются формы с различной фотопериодической реакцией, которая тесно связана со спектральным составом света. Самоопылитель. Наибольшие посевы в России сосредоточены в Среднем Поволжье, Центрально-Черноземной зоне, Татарстане, Башкортостане.

Горох – основная зернобобовая культура. В использовании гороха как полевой культуры различают три основных направления: *продовольственное, зернофуражное и укосное*. Широкое распространение обусловлено высоким содержанием белка в зерне (в среднем 20–27 %), сбалансированностью его аминокислотного состава, хорошими вкусовыми качествами и усвояемостью, достаточно высокой урожайностью в зонах возделывания. Это *высокобелковая* продовольственная культура. Из зерна получают крупу, муку, зеленый горошек. За последние годы сильно возросло его кормовое значение в виде зернофуража, зеленого корма, силоса, сена, сенажа. Зерно гороха широко используют в комбикормовой промышленности.

В России районировано 87 сортов гороха посевного. Аксайский усатый 7, Альбумен, Батрак, Варяг, Мультик, Неосыпающийся 1, Мадонна, Норд, Самарец, Татарстан 2 и др. Наибольшие посевы в России сосредоточены в Среднем Поволжье, Центрально-Черноземной зоне, Татарстане, Башкортостане.

Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.)

Однолетнее растение (встречаются двулетние и многолетние формы). Очень полиморфный вид. Различаются по типу куста: *кустовые, полукустовые, с завивающейся верхушкой, полувьющиеся и вьющиеся*. В полевой культуре Не-черноземной зоны могут высеваться лишь кустовые сорта и сорта со слабозавивающимися побегами.

Длина стебля у кустовых форм – 25–50 см, у форм с завивающимися верхушками – 50–75 см, у полувьющихся – до 1,5 м, у вьющихся – до 2–5 м. Факкультативный самоопылитель.

Плод – боб различной формы и величины (7–28 см), в среднем 5–8-семянный. По строению различают бобы: луцильные (зерновые) – с грубым, толстым пергаментным слоем и волокном; сахарные (овощные) – без пергаментного слоя и волокна. Масса 1 000 семян – 200–500 г.

Требовательна к влаге и теплу. Мезофит по отношению к влаге, но переносит засуху после всходов и до фазы бутонизации. Теплолюбивое растение. Предпочитает черноземные почвы, суглинистые, мергелистые, известковые или красноземы (Грузия). Растение короткого дня, в настоящее время существуют и нейтральные сорта.

На основании ботанико-географического изучения мировой коллекции, собранной в ВИР, установлено 30 экотипов. В странах бывшего СССР выращивают пять из них. Фасоль возделывают на зерно на территории Украины, Молдавии, Белоруссии, в Закавказье, на Северном Кавказе, Центрально-Черноземная зона, юг Нечерноземной зоны, Средняя Азия, Казахстан, Западная Сибирь, Дальний Восток. Овощная фасоль пригодна к возделыванию в более северных районах, чем зерновая. В России было районировано 65 сортов зерновой (Бийчанка, Горналь, Золотистая, Рубин, Уфимская и др.) и 32 сорта овощной фасоли (Амальтея, Восточка, Грибовская 92, Забава, Тайга и др.).

Бобы кормовые (*Vicia faba* L.)

Однолетник. Корень стержневой, сильно разветвленный, проникает на глубину 80–150 см. Стебель толстый, крепкий, прямостоячий, голый или слабоопушенный, четырехгранный, полый, высотой 10–150 (200) см, ветвится только у основания. Самоопыляющееся растение, но наблюдается и перекрестное опыление.

Плод – боб с 2–4–8 семенами. Бобы очень крупные, 5–10(35) × 1,5–4,0 см, сплюснутые, вальковатые или продолговато-цилиндрические, мясистые, коротко опушенные, по швам голые, молодые – зеленые, зрелые – бурые и черные, кожистые, по 1–4 в пазухе. Семена темно-фиолетовые, красно-коричневые, светло-желтые или зеленые.

Масса 1 000 семян – 200–2 550 г. В зависимости от размеров семян бобы делят на *крупносемянные* (масса 1 000 семян – 800–1 300 г), *среднесемянные* (масса 1 000 семян – 500–700 г) и *мелкосемянные* (масса 1 000 семян – 200–450 г). Крупносемянные сорта возделываются как овощные. Бобы кормовые отличаются относительно мелкими семенами и хорошо развитой вегетативной массой.

Нетребовательны к теплу, холодостойкие растения (всходы переносят заморозки до минус 4–6 °С). Растение длинного светового дня. Нуждается во влаге, особенно в период прорастания и цветения, застой воды не переносит. Предпочитает глинистые и суглинистые плодородные почвы с нейтральной или слабокислой реакцией pH и высокой водоудерживающей способностью.

Бобы идут в пищу, на корм скоту (зерно, зеленая масса, силос) и как зеленое удобрение. Семена содержат **28–35 %** белка, 0,8–1,5 % жиров, 50–55 % крахмала, 3–6 % клетчатки. В 1 кг зеленой массы содержится 21 г переваривае-

мого протеина, 2 г кальция, 0,5 г фосфора, 20 мг каротина. По содержанию белка и жиров вегетативная масса бобов питательнее овсяной соломы, но она грубее, поэтому перед скармливанием ее следует измельчить. Бобы, скошенные во время цветения, дают питательное сено. Бобы – хороший медонос.

Наиболее распространенные сорта: Коричневые, Пикуловические 1, Уладовские фиолетовые, Фиолетовый бобик, Аушра-22, Хоростовские, Аккерперле, Примус, Исток, Орлецкие, Пензенские 16, Херц Фрея.

Наибольшие площади посевов в Белоруссии и на Украине. Небольшие площади посевов находятся в северных и центральных областях России, на Урале, Алтае, в Западной Сибири, Прибалтике, Таджикистане, Азербайджане, Грузии. Северная граница возделывания 63 северной широты (Скандинавия). На Северо-западе России и в Эстонии рекомендуются скороспелые сорта типа Микко и Укко (финской селекции).

Чечевица пищевая, чечевица обыкновенная, чечевица культурная (*Lens culinaris*)

Стебель 15–75 см высотой, опушенный, прямостоячий, гранистый, сильно ветвистый.

Листья очерёдные, короткочерешковые, парноперистые, заканчиваются простым или немного ветвистым усиком.

Цветки мелкие, 0,5–0,7 см длиной, собраны по 1–4 в виде кисти, поникающие, белые, розовые или фиолетовые. Чашечка коротко-колокольчатая; зубцы почти одинаковые, тонкие, нитевидно-шиловидные. Завязь почти сидячая, с 2–3 семяпочками. Цветение в июне-июле.

Бобы повислые, ромбические, длиной около 1 см, шириной около 8 мм. Семян 1–3, они сплюснутые, с почти острым краем. Окраска семян может отличаться в зависимости от сорта.

Арахис культурный, арахис подземный, земляной орех (*Arachis hypogaea*)

Арахис культурный – однолетнее растение 25–40 (70) см высотой с сильно ветвистыми побегами. Корень стержневой, ветвистый. Стебли прямостоячие с направленными вверх (кустовые формы) или с лежащими (стелющиеся формы) боковыми ветвями. Только расположенные в нижней части стеблей и под землей (клеистогамные) цветки приносят плоды, а верхние, зацветающие более поздно (со второй половины августа), – обыкновенно бесплодны. Цветение длится около суток; после оплодотворения начинается рост гинофора, который, удлиняясь, врастает с завязью в почву. Цветение начинается в конце июня – начале июля и продолжается до поздней осени.

Плоды – вздутые, овальные, невскрывающиеся 2–4-семянные бобы 1,5–6 см длиной, с паутинистым рисунком, созревая, наклоняются к земле и зарываются в нее, где дозревают. Арахис любит тепло, солнце и умеренное количество влаги. В зависимости от сорта и погодных условий период созревания арахиса от посадки до сбора урожая длится 120–160 дней. Собирая урожай, фермер полностью вырывает кусты арахиса и переворачивает их, чтобы бобы подсохли и не испортились при хранении. Сегодня многие фермеры пользуются современным оборудованием, которое одновременно выкапывает кусты, отря-

хивает с них землю и переворачивает. Арахис лучше развивается на супесях, легких суглинках и песках.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификации зерновых бобовых культур.
2. Фазы развития зерновых бобовых культур.
3. Культура сои. Разнообразие сортов. Генномодифицированная соя.
4. Биоэкологические особенности культур гороха посевного, фасоли обыкновенной. Сорта.
5. Бобы кормовые, чечевица пищевая, арахис культурный. Сорта. Народнoхозяйственное значение.

Тема 7. Корнеплоды

Ключевые вопросы темы

1. Использование, кормовая ценность, видовой состав, происхождение. Районы возделывания, фактическая и потенциальная урожайность.
2. Особенности биологии и агротехники.

Корнеплоды – двулетние растения, в первый год жизни образуют корнеплод (орган накопления запасных питательных веществ) и прикорневую розетку листьев, а во второй – цветоносные стебли, на которых образуются семена. К корнеплодам относятся: сахарная и кормовая свёкла, морковь, брюква, турнепс, цикорий. Они имеют большое продовольственное, кормовое, техническое и агротехническое значение.

Свёкла. Плод – орешек. При созревании плоды срастаются околоплодниками в соплодия диаметром 5–8 мм.

Морковь. Плод – двусемянка, состоящая из двух мелких плодиков овальной формы.

Брюква. Плод – многосемянный стручок с мелкими шаровидными, гладкими, темно-коричневыми семенами (2 мм).

Турнепс. Плод – многосемянный стручок. Семена как у брюквы, но с мелкой сеткой по поверхности.

Морковь. Листья моркови длинночерешковые, перисто-рассеченные располагаются на головке корнеплода по спирали, распускаясь поочередно. В процессе развития растений формируются розеточные, прикорневые, стеблевые и верхушечные листья. Наиболее развитые и долговечные листья вырастают в июле-августе. Они выполняют основную роль в создании урожая.

Корнеплод состоит из головки, шейки и собственно корня. Головка вырастает из надсемядольного колена и представляет собой стебель с сильно утолщенными междоузлиями. На ней развиваются листья, образующие розетку. Шейка – средняя часть корнеплода, свободная от листьев и нитевидных корешков. Она формируется за счет разрастания подсемядольного колена. Собственно корень – нижняя часть корнеплода – развивается за счет утолщения главного

стержневого корня. Здесь образуется масса тонких корешков, составляющая всасывающую часть корневой системы

Корнеплод мясистый, древесинная часть его (сердцевина) более грубая и менее сахаристая, чем коровая (верхний слой). Последняя более ярко окрашена, и лишь у некоторых сортов, например Нантская, сердцевина и кора имеют одинаково яркую окраску. Морковь – перекрестноопыляющееся растение; опыляется мухами, пчелами, бабочками и ветром.

Соцветие – сложный зонтик, который состоит из отдельных зонтиков. Цветки мелкие, в основном обоеполые, с нижней двугнездной завязью, двумя столбиками и пятью тычинками. Рыльце созревает позже тычинок. Все приспособлено так, чтобы пыльцу с других растений приносили насекомые. Рыльце приобретает способность к восприятию пыльцы примерно через сутки после распускания цветков. Цветение моркови начинается через 45–50 дней после высадки маточников и длится около 40 дней. Первыми зацветают цветки центральных зонтиков, затем остальных порядков. Цветки раскрываются в утренние часы. Наиболее интенсивное цветение отмечается с 9 до 13 ч. Цветение отдельного зонтика длится около 5 дней, сложного зонтика соцветий – 10–15 дней, всего семенного растения – 25–60 дней в зависимости от погодных условий. От оплодотворения до созревания семян проходит 60–65 дней. При перекрестном опылении в зонтике завязывается 1 000–2 000 семян.

Молодые растения моркови, как и других корнеплодных культур семейства Сельдереиные, очень медленно растут, особенно в первый период после появления всходов. Через полтора месяца после посева при благоприятных условиях растения образуют три-четыре настоящих листа. Медленное развитие молодых проростков обуславливается тем, что в это время усиленно растет стержневой корень.

У моркови в отличие от некоторых других овощных культур развитие стержневого корня опережает развитие листовой поверхности. Только после образования нескольких настоящих листьев нарастание надземной системы моркови в значительной мере усиливается. У взрослого растения листовая поверхность относительно невелика и составляет 500–800 см² в зависимости от сорта и условий роста. Корневая система к этому времени распространяется на 2,0–2,5 м в глубину и на 1,0–1,5 м в ширину. При относительно небольшой величине ассимиляционного аппарата корни используют для питания значительный объем почвы.

Морковь относится к холодостойким растениям. Ее семена начинают прорастать при температуре +4...+5 °С. Однако при такой температуре прорастание семян длится 15–20 дней. С повышением температуры до +20...+22 °С прорастание семян ускоряется и заканчивается через 8–10 дней.

Наиболее интенсивный рост корня и листьев моркови происходит при прогревании почвы до +15...+19 °С. Для формирования и нарастания корнеплода оптимальной является температура воздуха около +20...+22 °С, а для роста листьев +23...+25 °С. Колебания температуры воздуха более сильно влияют на рост листьев, чем на рост корней.

От посева до технической спелости моркови необходима сумма вегетативных температур 1 700–2 500 °С. Морковь относится к растениям длинного дня.

Формирование высоких урожаев возможно только при хорошем освещении. Особенно требовательны растения к свету во время «линьки» корнеплода. В это время посеvy должны иметь нормальную густоту и быть чистыми от сорняков. Опоздание с прореживанием загущенных посевов (что можно часто наблюдать на наших огородах) приводит к «стеканию» корнеплода, он удлиняется и в дальнейшем не утолщается.

Короткий день замедляет рост и развитие растений. При недостатке света растения вытягиваются, при сильном загущении – гибнут.

Морковь в сравнении с другими корнеплодными растениями является наиболее засухоустойчивым растением. Однако для нормального роста и развития она нуждается в непрерывном обеспечении влагой. Оптимальный режим влажности почвы для моркови находится в пределах 75–80 % НВ. Критическими моментами водообеспечения моркови являются период от посева до появления всходов и период наиболее мощного развития листьев и интенсивного корнеобразования. Нормальный рост корнеплодов моркови возможен лишь при достаточной влажности почвы. При дефиците влаги растения растут слабо, корнеплоды грубеют, деревенеют, приобретают горьковатый привкус. Но слишком большие поливы в сухую погоду проводить опасно. Обильные поливы, как и резкое выпадение осадков, вызывают нарастание корнеплодов изнутри. Сформированные раньше ткани (в условиях засухи), утратив свою эластичность, не выдерживают давления вновь нарастающих тканей, в результате корнеплоды растрескиваются. В условиях длительного избытка влаги морковь чаще болеет, при затоплении растения моркови гибнут.

Морковь лучше растет и развивается на легких суглинистых и супесчаных почвах, а также на торфяниках, хуже на тяжелых глинистых, с неглубоким пахотным слоем. При выращивании на достаточно рыхлых почвах получают корнеплоды правильной формы, с характерными для сорта признаками. На уплотненных и переувлажненных землях корнеплоды приобретают уродливую форму и загнивают. Причина этого – травматические повреждения корневого чехлика стержневого корня, что вызывает образование боковых разветвлений

Оптимальная плотность почвы для корнеплодов моркови – 0,65 г/см³. Однако обычно плотность почвы выше (1,1–1,2 г/см³), поэтому очень важно провести глубокую тщательную обработку почвы. *Оптимальная реакция почвенной среды pH* = 6,0–7,0.

Семена моркови достаточно мелкие, заключенных в них запасов питательных веществ достаточно лишь для образования небольшого корня и пары настоящих листьев. Поэтому растения с первых дней жизни нуждаются в азоте, фосфоре и калии.

Одна из биологических особенностей моркови – высокая чувствительность к концентрации удобрений в начале вегетации. Оптимальная концентрация питательного раствора для молодых всходов моркови – 2 ммоль (0,025), в дальнейшие фазы вегетации – 4 ммоль на 1 кг почвы (0,05%-ная концентрация

солей в почве). Солевыносливость растений по хлору – 0,030–0,035 %. Порог засоления почвы по хлору ниже 0,015 %. Внесение под морковь свежего соломистого перегноя и навоза вызывает разветвление корнеплодов. Морковь, выращенная при внесении навоза и повышенных нормах азотных удобрений, хуже сохраняется зимой.

Нормальный рост и развитие растений обеспечиваются при сбалансированном соотношении питательных веществ N : P : K : Ca, равном 2,5 : 1 : 4 : 3. Средний вынос питательных веществ (NPK) на 100 ц урожая корнеплодов составляет 24 : 10 : 39 кг с 1 га. Из-за медленного начального роста растений темп выноса элементов питания, особенно фосфора и калия, усиливается лишь с образованием корнеплодов.

Формирование корнеплода у моркови начинается довольно рано. Сначала он растет медленно в длину, а затем начинает утолщаться. Через 2,0–2,5 мес после посева он достигает толщины у корневой шейки около 1,5 см и может быть использован в виде так называемой пучковой продукции. Когда закончится рост листьев, начинается интенсивное нарастание корнеплода. Можно сказать, что урожай моркови создается в последнюю четверть периода вегетации. В это время корнеплод растет в значительной мере благодаря оттоку органических веществ из листьев. Розеточные листья нижних ярусов начинают желтеть и опадать. Масса розетки листьев снижается.

Почва. Идеальными почвами для выращивания моркови являются песчано-глинистые, глинисто-песчаные с высоким содержанием пыльной части, с глубоким пахотным слоем, а также почвы органического происхождения (торфяники). Тяжелые почвы и почвы, что заплывают, не подходят для возделывания моркови, это связано с ее медленным ростом в начальном этапе вегетации. Залегание подпочвенных вод должно быть в пределах 0,8–2,5 м.

Самый популярный сорт из нашего ассортимента – *Самсон*. Формирует качественный корнеплод Нантского типа, сильный листовой аппарат. Подходит для всех регионов, хорошо хранится. У сорта *Ромоса* крупные сильные корнеплоды, по сорто типу ближе к Берликум. Низкий риск растрескивания и ломкости, для всех типов почвы.

Предшественники. Хорошими предшественниками под морковь являются пропашные культуры: ранняя капуста, огурец, кабачок, патиссон, томаты, а также культуры сплошного посева: бобовые и озимая пшеница, под которую вносились органические удобрения. Не рекомендуется выращивать в первый год после внесения органических удобрений, после петрушки, свеклы, сельдерея и картошки. На свое место морковь можно возвращать не ранее чем через три-четыре года.

Морковная листоблошка. Мелкое насекомое длиной около 2 мм. Зеленоватого цвета с двумя парами крыльев. Зимует взрослое насекомое в хвойных лесах. Весной листоблошка питается хвоей сосны, позже перелетает на морковь при появлении у нее первых настоящих листьев. Самки откладывают яйца на листья, прикрепляя их к краю пластинки листа, черешку или к стеблю. Появляются личинки примерно через 20 дней и присасываются к листьям. Период личиночного развития составляет 30 дней.

Взрослые листоблошки и их личинки высасывают сок из листьев моркови, вызывая скручивание листьев и угнетение растений, особенно молодых. Поврежденное растение отстает в развитии и к осени формирует неполноценный корнеплод, который к тому же имеет твёрдую консистенцию.

При первых признаках повреждений (курчавость листьев) посевы опрыскивают инсектицидом. Обычно бывает достаточно одной обработки.

Морковная муха. Тене- и влаголюбивое насекомое, поэтому сильно повреждает морковь на затененных участках, расположенных вблизи водоемов. Взрослые мухи вылетают в мае. Начало лета в природе в средней полосе России совпадает с цветением яблони и рябины; на севере лет начинается в июне. Яйцекладка начинается во второй половине или в конце мая обычно при появлении у моркови двух-трех настоящих листьев. Мухи откладывают яйца, размещая их поодиночно или попарно на влажную почву на расстоянии до 0,5 см от корня растения или на сам корень под корневой шейкой. Плодовитость одной самки до 120 яиц. Отродившиеся личинки быстро вбуравливаются в корнеплод и проделывают в нем ходы. Личиночное развитие продолжается около месяца, куколка формируется в почве, а еще через 30–40 дней из пупариев вылетают мухи нового поколения. За лето чаще развивается два поколения. Зимуют пупарии в почве или в овощехранилищах на корнеплодах.

Альтернариоз. Конидиеносцы короткие, согнутые или слегка узловатые, многоклеточные. Конидии оливковые, гладкие, эллипсоидные или булавовидные, многоклеточные, размером 27–57 × 9–27 мкм. Конидиеносцы прямые и маловетвистые. Болезнь распространена повсеместно.

Паразитические виды альтернарии – основные возбудители болезней семян и проростков моркови. В Польше альтернариозом заражается до 31 % семян, в США – 14,2 %. Вызывает поражение надземной части и корнеплодов моркови.

Свёкла столовая (*Beta vulgaris*). Двулетнее растение семейства Маревых (Лебедовых). В первый год развивает мощную розетку черешковых листьев и утолщенный мясистый корень. На второй год высаженные корнеплоды выбрасывают цветоносные стебли, цветут и образуют соплодия.

Свекла более требовательна к теплу, чем другие корнеплоды. Всходы ее выдерживают заморозки только до -1...-2 °С, что влияет на сроки посева – не ранние, как у других корнеплодов, а средние (в средней полосе – II декада мая).

Семена свеклы начинают прорасти при 5 °С, но оптимальная температура прорастания 20 °С. От всходов до начала формирования корнеплодов оптимальная температура 15–18 °С.

При формировании корнеплодов потребность в тепле возрастает до 20–25 °С. Длительное воздействие пониженной температуры (0...+10 °С) ускоряет переход к генеративному состоянию. Так, при холодном дождливом лете у раннеспелых сортов свеклы до 20–30 % растений может образовать цветуху в первый год.

Растение длинного дня. Является самым светолюбивым растением среди корнеплодов.

Свекла имеет мощную корневую систему и способна извлекать воду из глубоких слоев почвы. Поэтому свекла не так требовательна к влаге, как другие корнеплоды. Свекла очень хорошо отзывается на орошение – дает большую прибавку урожая. Однако при разреженной густоте стояния растений может наблюдаться отрицательный для производства эффект: корнеплоды становятся слишком крупными, тогда как ГОСТ Р 51811-2001 допускает наибольший диаметр свеклы 10 см (для экстра- и первого класса) или 14 см (для второго класса).

Почва. Лучшие почвы – супесчаные и суглинистые, богатые гумусом. Сорта с округлыми корнеплодами менее требовательны к плотности почвы, чем сорта с удлинёнными корнеплодами.

Оптимальная влажность почвы 75–80 % НВ. *Оптимальная реакция почвенной среды* – нейтральная (рН = 6–7). Даже при небольшом увеличении кислотности резко снижается урожай. На 1 т продукции свеклы выносит: N – 4,5 кг, P – 1,5 кг, K – 6 кг.

Современный гибрид *Боро F1* с высоким качеством корнеплода, устойчив к неблагоприятным условиям. Кольцеватость отсутствует. Листовой аппарат пригоден для механизированной уборки комбайнами теребильного типа. Толерантен к церкоспорозу и альтернариозу.

Технология возделывания. Почвы пойменные суглинистые, окультуренные дерново-подзолистые, а также торфяники с нейтральной реакцией. Кислые и избыточно увлажненные почвы непригодны. В севообороте свеклу размещают на второй-третий год после внесения навоза.

Предшественники. Лучшие – огурец, капуста ранняя, лук, картофель ранний. Подготовка почвы как под морковь. На окультуренных дерново-подзолистых почвах рекомендуется вносить $N_{120}P_{60}K_{150}$. Почвы с повышенной кислотностью известкуют. Высевают свеклу после моркови при прогревании почвы до 8–10 °С. Возможны и подзимние посевы сортов Подзимняя А-471 и Холодостойкая 19.

Посев однострочный рядовой с междурядьями 45 см и ленточный 20+50 см, 26+26+26+62 см; на грядах – 32+32+62 см.

Глубина посева – 3–4 см. Норма высева зависит от подготовки семян. Некалиброванные 12–15 кг/га, калиброванные и дражированные 6–8 кг/га.

Перед посевом проводят протравливание. После прореживания первая подкормка полным минеральным удобрением, вторая – в начале формирования корнеплодов, вносят только азотные и калийные удобрения.

Борьба с вредителями и болезнями. Инфицирование растений происходит чаще в период прорастания семян. Растения остаются восприимчивыми до стадии 4–5 листьев. Грибы, вызывающие корневые гнили, могут накапливаться в почве, поэтому нежелателен высев свёклы на одном и том же месте несколько лет подряд. Некоторые из этих патогенов передаются с семенами.

Pythium вызывает образование на проростках белой плесени. Размножается патоген зооспорами.

Rhizoctonia на поверхности проростков образует бурую грибницу с псевдоконидиями.

Fusarium формирует на корешках бело-розовый мицелий с серповидными конидиями. Повреждают столовую, сахарную свёклу, ревень, щавель, шпинат и другие культуры.

Наиболее опасны взрослые особи вредителей растений. Зимуют жуки под растительными остатками, в поверхностном слое почвы, особенно невскопанной. Ранней весной, когда температура воздуха достигает 6–9 °С, жуки выходят из мест зимовки. Вначале они питаются сорными растениями, а с появлением всходов переходят на свеклу.

При температуре до 19 °С и выше жуки спариваются и приступают к откладке яиц, располагая их кучками по 2–5 шт., а иногда и по одному.

Яйца откладывают в почву на глубину 3–5 мм вблизи корней сорняков, которыми питаются молодые личинки. В конце июня личинки окукливаются, в начале августа появляются молодые жуки.

В жаркую и сухую погоду в период всходов свеклы жуки наносят наибольший вред.

На пучковую продукцию убирают с листьями при диаметре корнеплода 2–5 см. Основная уборка осенью. Уборка вручную, обрезка ботвы, очистка от земли, сортировка.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое корнеплод? Приведите примеры.
2. Культура моркови. Требования к факторам среды.
3. Технология возделывания. Предшественники. Вредители и болезни.
4. Свёкла столовая. Требования к факторам среды.
5. Технология возделывания свёклы столовой.

Тема 8. Клубнеплоды

Ключевые вопросы темы

1. Использование, районы возделывания, видовой состав, площади, урожайность.
2. История культуры картофеля, ботаническая характеристика, особенности биологии.
3. Технология возделывания картофеля.
4. Основные сорта

Картофель

Картофель имеет также большое агротехническое и агроэкономическое значение. Почва после его выращивания остается рыхлой и чистой от сорняков, поэтому он хороший предшественник для многих сельскохозяйственных культур (для всех зерновых, в том числе для яровой пшеницы, кукурузы, зерновых бобовых).

При возделывании картофеля возможны повторные посадки и даже монокультура. Высокая продуктивность, экологическая пластичность, наличие

различных по скороспелости сортов обуславливают значение картофеля и как страховой культуры.

Благодаря свойству приспосабливаться к различным условиям произрастания картофель распространен довольно широко. Его посевы за последние годы продвинулись далеко на север (до 71° с. ш.) и на юг (до 4° ю. ш.). Его с успехом возделывают также в горных районах. Картофель выращивают на всех континентах, в большинстве стран мира. Общая площадь его в мировом земледелии превышает 18 млн га, а валовой сбор – 265 млн т.

Особенности строения растения. Картофель – многолетнее клубненозное растение, но в культуре используется как однолетнее. Весь его жизненный цикл, начиная от прорастания клубня и до образования и формирования зрелых клубней, проходит за один вегетационный период.

Картофельное растение можно получить и при посеве семян. В этом случае сначала образуется росток с двумя семядолями и зародышевый корень с многочисленными мелкими корешками, затем молодое растение закладывает у основания стебелька вторичные корешки и развивает стебель с простыми, нерассеченными листьями. В дальнейшем на концах столонов, отходящих от основания стебля, у картофеля образуются клубни.

При выращивании растения из клубня стебель развивается из почки (глазка). Зародышевый корень при этом не образуется, а появляются вторичные корешки из узлов основания стебля и отходящих от него горизонтальных подземных побегов – столонов. Эти корешки развиваются по три-четыре вместе. Корневая система картофеля – мочковатая. Стебли травянистые, трех- или четырехгранные, высотой 50–80 см. У одного растения бывает 3–6 стеблей и более. Окраска стеблей зеленая с красно-бурой пигментацией.

Каждый стебель развивает по 5–6 столонов длиной 15–20 см. Столоны, утолщаясь на конце, дают начало клубням.

Листья прерывисто-непарноперисторассеченные. Они состоят из нескольких пар долей и долек, которые располагаются на центральном стержне листа, и одной непарной доли, сидящей на его вершине. Рассеченность листа считается слабой, если долек одна пара, а долек нет, средней – долек одна-две пары, долек мало и сильной – долек две-три пары и более, долек много. Строение и степень рассеченности листа – один из основных сортовых признаков картофеля.

Соцветие состоит из нескольких (2–3, реже 4) завитков, расположенных на длинном цветоносе. Не все сорта картофеля склонны образовывать соцветия.

Цветки картофеля состоят из спайнолистной чашечки и венчика с пятью не вполне сросшимися лепестками, окрашенными в белый, светло-кремовый, синий, сине- или красно-фиолетовый цвет. Окраска цветков – один из важнейших сортовых признаков картофеля. В каждом цветке имеется пять тычинок с пыльниками зеленовато-желтой, желтой или оранжевой окраски. Тычинки образуют конус, в отверстие которого выдвинуто простое или зазубренное рыльце пестика. У пестика имеется столбик, который бывает длинным, средней длины или коротким. У картофеля часто опадают бутоны и цветки.

Плод – шарообразная сочная двухгнездная ягода, содержащая большое количество мелких семян.

Семена сплюснутые, серовато-белые. Масса 1 000 семян – 0,5 г.

Клубень – утолщенное окончание подземного стебля (столона). В раннем возрасте на поверхности клубня заметны слабо развитые листочки в виде небольших чешуек, которые позже превращаются в рубцы или бровки. В пазухах этих чешуйчатых листочков закладываются покоящиеся почки, как правило, по три, редко более, образуя так называемый глазок.

Глазки располагаются на поверхности зрелого клубня по спирали. В верхушечной, наиболее молодой, части клубня их больше, чем в средней и тем более в нижней, самой старой, пуповинной части. Глазки окрашенные или неокрашенные, глубокие или мелкие. Глубокие глазки, особенно у клубней столовых сортов, – отрицательный признак.

Форма зрелых клубней разнообразна. Различают клубни круглые, удлинённые и овальные. У круглых клубней продольный и поперечный диаметры почти равны, у удлинённых – продольный диаметр превышает поперечный более чем в два с половиной раза. Клубни овальной формы занимают промежуточное положение.

Окраска клубней розовая, светло-красная, красная, темно-красная, светло-синяя, темно-синяя. Она зависит главным образом от пигмента, имеющегося в клеточном соке коры клубня. Клубни бывают белые, если в клеточном соке пигмент отсутствует.

Мякоть клубня имеет белую, желтую, красную или синюю окраски. Ростки. В глазке прорастает обычно средняя, более крупная почка. На верхушке клубня почки глазков развиваются лучше других и дают самые сильные ростки.

Ростки, образовавшиеся на свету, бывают укороченными, плотными и окрашены в зеленый, красно-фиолетовый или сине-фиолетовый цвет. Последние две окраски зависят от антоциана – пигмента клеточного сока.

Почки, проросшие в темноте, дают бледные удлинённые – этиолированные ростки.

Анатомическое строение клубня. Клубень картофеля как видоизменённый стебель по анатомическому строению очень похож на стебель этого растения. На разрезе молодого клубня в центре можно видеть сердцевину, окружённую кольцом проводящих пучков и камбием. Кнаружи от камбия размещается широкий слой лубяной паренхимы вместе с сосудистыми пучками и эпидермис.

Зрелые клубни покрыты тонкой кожурой, состоящей из нескольких слоев опробковевших клеток перидермы, которая предохраняет клубень от высыхания и заболеваний. Внутри от перидермы размещается кора, состоящая из паренхимных клеток, заполненных крахмальными зёрнами, и проводящих ситовидных трубок. Далее идет слой образовательной ткани – камбий, за которым следуют сосудистые пучки. В центре клубня находится сердцевина с отходящими от нее лучами, которые направлены к почкам, размещённым на поверхности клубня.

Предшественники. Лучшими предшественниками картофеля являются занятые или сидеральные пары, оборот пласта многолетних трав, озимые,

зернобобовые и овощные культуры. Картофель – культура рыхлых почв. Возвращать на одно и то же поле, особенно семенные участки картофеля, следует не ранее чем через три-четыре года.

Схемы севооборотов:

1. Сидеральный пар (рапс, однолетние травы) – картофель – ячмень – овес.

2. Пшеница с подсевом донника – донник – картофель.

В пределах области доза внесения минеральных удобрений составляет: азот – 60–90; фосфор – 90–140; калий – 130–190 кг д.в./га. Удобрения вносят вразброс с последующей неглубокой заделкой в почву (РУМ-5, «Амазона»). Калийные удобрения вносят под зяблевую обработку почвы. Весной, перед проведением предпосадочной обработки почвы вносятся вразброс азотно-фосфорные удобрения.

Глубина обработки составляет 12–14 см. Данный агрегат для предпосадочной обработки почвы одновременно выполняет фрезерование, планировку и прикатывание.

С осени проводится ранняя зяблевая вспашка, на глубину 25–27 см с оборотом пласта. Этот прием обработки почвы способствует заделке калийных и органических удобрений (ПЛН-3-35, плуг Лемкен). С целью борьбы с сорной растительностью раннюю зяблевую вспашку можно дополнить культивацией на глубину 10–12 см. Ранней весной проводится боронование в два следа с целью сохранения запасов влаги (БЗСС-1,0). Предпосадочная обработка почвы выполняется фрезерными культиваторами типа «Доминатор» с вертикальным вращением рабочего органа или фрезой культиватором «Румпстад» с горизонтальным вращением ножей. Глубина обработки составляет 12–14 см. Данный агрегат для предпосадочной обработки почвы одновременно выполняет фрезерование, планировку и прикатывание.

Подготовка клубней к посадке включает следующие операции: выгрузку картофеля из хранилища, удаление больных клубней с делением на фракции и обработку химическими средствами против болезней. Картофель выгружают из хранилища за 10–15 дней до посадки, производят сортировку и отбор больных клубней, после чего укладывают накрытые площадки для прогрева. Для посадки используют отобранные здоровые клубни. В борьбе с грибными и бактериальными болезнями применяется протравливание семенного материала, которое производится в стационарных условиях (Гуматокс-С) или непосредственно при посадке в сажалках. Норма расхода рабочего раствора – до 50 литров на тонну клубней. Для протравливания применяют следующие препараты: Колфуго супер, к.с. – 1,5–2,0 л/т, Максим, к.с. – 1,5 л/т.

Посадку проводят четырёхрядными сажалками фирмы Крамер, Grimme с шириной междурядий 75 см. Густота посадки зависит от сорта, назначения посадок (семенной или продовольственный картофель) и крупности посадочных клубней. Она составляет от 40 до 80 тыс. клубней на гектар с расходом 2,7–6,7 т/га. На семенных участках ранние сорта высаживают в количестве менее 55–60 тыс/га, среднепоздние – 65–70 тыс/га. На товарных посадках густота составляет для ранних сортов не менее 40–45 тыс/га и 50–

55 тыс/га – для *среднепоздних*. К посадке следует приступать тогда, когда почва на глубине 8–10 см прогреется до температуры 7–9 °С. Глубина посадки – 8–10 см.

Первое боронование проводят через 5–7 дней после посадки. Через 7–8 дней после первого боронования повторяют. При четком обозначении рядков картофеля приступают к междурядным обработкам и проводят эти работы вплоть до смыкания ботвы. Для ухода за посадками картофеля используют культиваторы КОН-2,8 ПМ, ГФ-5 Амак. Глубина рыхления зависит от сложившихся погодных условий, рыхлости и влажности почвы. Если влаги в почве недостаточно, то рыхление делают на меньшую глубину, первое – на 8–10 см, последующие на 6–8 см. Через 8–10 дней после первой культивации проводят вторую междурядную обработку. В фазе бутонизации растений, когда начинается клубнеобразование, приступают к окучиванию картофеля. Перед смыканием ботвы окучивание повторяют. С окучиванием нельзя опаздывать, так как это приводит к сильному повреждению корней, столонов и клубней.

Большой вред картофелю при вегетации наносит *фитофтороз*. Поэтому необходимо проводить профилактические и лечебные обработки фунгицидами. Первую профилактическую обработку проводят при высоте растения 10–15 см. Вторую – при первых признаках болезни, системным препаратом Ридомил Голд до фазы цветения. Последующие обработки проводят через 7–10 дней контактными препаратами. В борьбе с фитофторозом требуется 5–6 обработок.

Вопросы для самоконтроля

1. Клубнеплоды. Условия выращивания.
2. Морфология и биология картофеля.
3. Что такое столоны и клубни?
4. Технология возделывания картофеля.

Тема 9. Многолетние бобовые травы

Ключевые вопросы темы

1. Кормовая, агротехническая и экологическая ценность.
2. Видовой состав. Районы возделывания, урожайность.
3. Видовые особенности, требования биологии культуры к основным факторам среды.
4. Особенности возделывания на зеленую массу.

По продолжительности использования многолетние бобовые травы подразделяются на:

- двулетние;
- недолголетние, период использования которых 2–3 года;
- среднего долголетия;
- долголетние.

По типу развития:

- 1) озимые;
- 2) полуозимые;
- 3) яровые.

По скороспелости:

- сверхранние;
- ранние;
- средние;
- поздние.

Также многолетние бобовые травы могут подразделяться по составу и форме побегов, характеру облиственности, высоте и расположению листьев на *верховые, полуверховые, низовые*.

Верховые многолетние бобовые травы – высокорослые растения с генеративными и удлинёнными вегетативными побегами, равномерно облиственные по высоте и используемые преимущественно на сено.

Полуверховые занимают промежуточное положение между верховыми и низовыми, отличаются комбинированным использованием (сенокосное и пастбищное).

Низовые – низкорослые растения с небольшим числом количеством генеративных побегов и большим количеством укороченных вегетативных. Используются в качестве пастбищных культур.

По характеру побегообразования подразделяются на:

- 1) **корневищные**, то есть при развитии от корневой шейки главных и вторичных побегов отходят корневища, из которых образуются надземные побеги;
- 2) **корнеотпрысковые**, при развитии из вертикального укороченного корня **образуются** горизонтальные с почками возобновления, из которых развиваются надземные побеги;
- 3) **стержнекорневые** (кустовые), при развитии от вертикального (как правило **утолщенного**) главного корня отходят ветвящиеся боковые побеги; надземные побеги при этом образуются из почек корневой шейки и побегов;
- 4) **стелющиеся**, при развитии от корневой шейки образуются горизонтальные побеги-стебли, располагающиеся над поверхностью почвы.

Основные культуры

- клевер;
- люцерна;
- эспарцет;
- донник;
- козлятник;
- лядвенец рогатый.

К перспективным видам многолетних бобовых трав, применяемых в сельском хозяйстве, также относятся:

- астрагал болотный (*Astragalus umbellatus*), сорт Черныш;
- вика Гроссгейма (*Vicia cracca*), сорт Дорийская;
- вика мышиная (*Vicia cracca*), сорт Средневожская 98;
- донник душистый (*Melilotus suaveolens*), сорт Ононский;
- люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina*), сорт Мира;
- лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*), сорта Смоленский 1, Луч, и Солнышко;
- чина лесная (*Lathyrus sylvestris*), сорт Поволжская 94.

Значение. При посеве многолетних трав ранней весной без покрова, к осени они формируют небольшой урожай зеленой массы, а год жизни и год пользования совпадают. Если посев проводят ранней весной под покров какой-либо культуры или летом без покрова, то к использованию трав приступают на следующий год. Второй способ посева получил наибольшее распространение.

Травы первого года пользования соответствуют второму году жизни, у трав второго года пользования – третий год жизни, и т. д.

Бобовые культуры в посевах кормовых трав должны быть основой кормовой базы. Они обеспечивают животных свежей травой в летний период и консервированной (сено, сенаж, силос) – в зимний.

По питательной ценности 1 кг сухого вещества трав не уступает зерну овса. По содержанию протеина, незаменимых аминокислот и каротина бобовые травы превосходят другие корма, несколько уступая жмыхам.

При достаточном увлажнении они быстро отрастают после скашивания надземной массы, давая в течение лета несколько укосов или циклов стравливания. Поэтому их возделывание позволяет организовать непрерывное обеспечение зелеными кормами в периоды, когда естественные сенокосы и пастбища не могут обеспечить потребность животноводства.

Бобовые травы имеют большое действие на восстановление плодородия почвы: способствуют накоплению органического вещества и азота, улучшают водно-физические свойства, снижают риск развития эрозии почвы. Корневая система бобовых трав дренирует глубокие слои почвы, поглощая из них минеральные питательные вещества, труднодоступные другим растениям, и переносит их в верхние слои. По этой причине они служат хорошими предшественниками для многих полевых культур в севообороте. При недостаточном применении органических и минеральных удобрений роль бобовых трав в поддержании и воспроизводстве плодородия резко возрастает.

Многолетние бобовые травы могут выращиваться в полевых, кормовых, почвозащитных, овощных и других типах севооборотов, а также в выводных полях и склоновых землях. Бобовые травы в современном земледелии можно рассматривать как одно из направлений экологизации, биологизации и улучшения окружающей среды.

В настоящее время бобовые травы возделывают в смеси со злаковыми видами для резервирования малоплодородных пахотных земель с помощью постоянного залужения не только для хозяйственного использования угодий,

например, в качестве сенокосов и пастбищ, но и для выделения специальных участков для диких животных. Для этих целей обычно отводят малоценные участки, например сильно эродированные, переувлажненные, засоленные, каменистые, песчаные, а также земли, расположенные вблизи ферм и населенных для размещения пастбищ и сенокосов для личных подсобных хозяйств.

По сравнению со злаковыми травами качество корма из бобовых более высокое, с повышенным содержанием белка, витаминов и минеральных веществ. Во второй половине XX в. в СССР чистые посевы злаковых трав имели большое распространение, однако из-за повышения стоимости минеральных удобрений их скорее используют как исключение. В современном полевом травосеянии бобово-злаковые травосмеси преобладают. Их урожаи обычно равны или превосходят одновидовые посевы; лучше противостоят неблагоприятным метеоусловиям, они более долговечны благодаря замене злаковыми видами выпадающих из травостоя бобовых.

Урожайность многолетних трав составляет до 5 т/га сена, в условиях орошения – до 10 т/га.

Клевер (*Trifolium*). Это ценная кормовая культура, распространенная на огромной территории – от западной границы до Восточной Сибири. Клевер возделывают на зеленый корм, силос, для приготовления витаминной травяной муки. В 1 кг клеверного сена содержится 0,5 корм. ед., 79 г переваримого протеина, 25 мг каротина.

Общеизвестно и его агротехническое значение. Клевер обогащает почву азотом. Установлено, что за два года пользования он накапливает в почве до 200 кг азота на гектар. Каждый центнер клеверного сена еще оставляет в почве 1 кг азота.

Клевер луговой предпочитает относительно неглубоко обрабатываемые почвы, достаточно плотные. Отрицательно реагирует на избыток влаги в почве, ее повышенную кислотность ($\text{pH} < 5,5$), засоленность и близкое расположение грунтовых вод. В годы с очень холодными зимами сильно изреживается, особенно это относится к клеверу раннеспелому. Относительно устойчив к стравливанию.

Корень у клевера стержневой или стержнемочковатый, сильно разветвляющийся, проникает на глубину до 2 м. Боковые, сильно разветвленные мочковатые корни распределяются в пахотном слое почвы. Наибольшее количество их (до 80–90 %) находится в слое глубиной 0–10 см.

Глубина проникновения корневой системы клевера лугового в почву зависит от физических особенностей почвы, распределения в ней питательных веществ, влаги и залегания грунтовых вод.

На корнях клевера формируются клубеньки размером 1–3 мм в диаметре.

Стебель прямостоячий, восходящий, ветвистый, внутри – полый, округлый. Высота стебля на второй год жизни (первый укос) – 80–100 см. Число стеблей, приходящихся на одно растение, – 3–10 и 30–50 при изреженном травостое. Каждый стебель состоит из 8–10 междоузлий размером 10–20 см.

Форма куста – прямостоячая, слабаразвалистая, полуразвалистая, развалистая и стелющаяся. Раннеспелые формы бывают прямостоячие и слабаразвалистые, позднеспелые – полуразвалистые и развалистые.

Корень у клевера стержневой или стержнемочковатый, сильно разветвляющийся, проникает на глубину до 2 м. Боковые, сильно разветвленные мочковатые корни распределяются в пахотном слое почвы. Наибольшее количество их (до 80–90 %) находится в слое глубиной 0–10 см.

Глубина проникновения корневой системы клевера лугового в почву зависит от физических особенностей почвы, распределения в ней питательных веществ, влаги и залегания грунтовых вод.

На корнях клевера формируются клубеньки размером 1–3 мм в диаметре.

Стебель прямостоячий, восходящий, ветвистый, внутри – полый, округлый. Высота стебля на второй год жизни (первый укос) – 80–100 см. Число стеблей, приходящихся на одно растение, – 3–10 и 30–50 при изреженном травостое. Каждый стебель состоит из 8–10 междоузлий размером 10–20 см.

Форма куста – прямостоячая, слабаразвалистая, полуразвалистая, развалистая и стелющаяся. Раннеспелые формы бывают прямостоячие и слабаразвалистые, позднеспелые – полуразвалистые и развалистые.

Корень у клевера стержневой или стержнемочковатый, сильно разветвляющийся, проникает на глубину до 2 м. Боковые, сильно разветвленные мочковатые корни распределяются в пахотном слое почвы. Наибольшее количество их (до 80–90 %) находится в слое глубиной 0–10 см.

Глубина проникновения корневой системы клевера лугового в почву зависит от физических особенностей почвы, распределения в ней питательных веществ, влаги и залегания грунтовых вод.

На корнях клевера формируются клубеньки размером 1–3 мм в диаметре.

Стебель прямостоячий, восходящий, ветвистый, внутри полый, округлый. Высота стебля на второй год жизни (первый укос) – 80–100 см. Число стеблей, приходящихся на одно растение, – 3–10 и 30–50 при изреженном травостое. Каждый стебель состоит из 8–10 междоузлий размером 10–20 см.

Форма куста – прямостоячая, слабаразвалистая, полуразвалистая, развалистая и стелющаяся. Раннеспелые формы бывают прямостоячие и слабаразвалистые, позднеспелые – полуразвалистые и развалистые.

Клевер луговой хорошо растет на дерново-подзолистых, серых лесных, черноземных почвах. Он не переносит кислых и сильно засоленных почв. При $pH_{\text{сол}}$ почвенного раствора менее 4,5 он, как правило, выпадает. Неустойчивы посевы клевера лугового на супесчаных почвах с песчаной подпочвой.

Требования к элементам питания. К фазе бутонизации на формирование 1 т сена максимальное потребление элементов питания у клевера лугового составляет: азота – 31 кг, фосфора – 9 кг, кальция – 16 кг, магния – 5 кг, серы – 1,5 кг; вынос: азота – 22 кг, фосфора – 5 кг, калия – 16 кг. Клевер требует достаточной обеспеченности бором и молибденом. На легких супесчаных почвах расход сухого вещества на преодоление 1 см почвы ниже – 13–17 %, критическая глубина посева больше – около 5 см. На тяжелосуглинистых и глинистых почвах она снижается до 2,5 см, причем клевер на таких почвах высевать неже-

лательно. На глубину, близкую к критической, высевают семена только в том случае, если верхний слой почвы пересох. При достаточной влажности почвы глубина посева должна быть минимальной – 1–2 см.

Сорта клевера: ВИК 7, ВИК 84, Дымковский, Марусинский 150, Марс, Орион, Орловский среднеранний, Приморский 14, СибНИИК 10, Смоленский 29, Тетраплоидный ВИК, Топаз, Уфимский 1, Фаленский 86, Хабаровский, Уральский двуукосный.

Люпин белый (*Lupinus albus* L.). Люпин используется на корм скоту и птице, для приготовления силоса, высококачественной травяной муки. Семена люпина являются также сырьем для лакокрасочной, пластмассовой, мыловаренной промышленности. Люпин обладает высокой азотфиксирующей способностью: 1 га посева фиксирует из воздуха до 200 кг азота, его можно выращивать на зеленое удобрение. С агротехнической точки зрения люпин является хорошим предшественником и фитосанитаром.

Семена начинают прорастать при температуре 4–5 °С. Всходы люпина переносят кратковременные заморозки. Сумма активных температур – от 2 400 до 2 800 °С. Все виды люпина устойчивы к высоким температурам. Светолюбивое растение длинного дня. Плохо переносит затенение. Он более интенсивно, чем другие культуры, использует солнечный свет. Влаголюбивое растение, чувствителен к недостатку влаги в почве в период бутонизации-цветения, но переувлажненных почв не переносит. Для набухания и прорастания семян требуется 150 % воды от их массы. Транспирационный коэффициент – 600–700.

Почва. Люпин предпочитает рыхлые, глубокие, проницаемые почвы. Оптимальные агрохимические показатели пахотного слоя: содержание гумуса не менее 1,4 %, подвижного фосфора – не менее 120 мг/кг почвы, калия – не менее 200 мг/кг, магния – не менее 120 мг/кг почвы, рН для узколистного люпина – 5,5–5,6, желтого – 4,5–6,8.

Посев. Для посева отбирают крупные выровненные кондиционные семена. Всхожесть более 80 %; чистота – 97–98 %; влажность – не более 16 %. Это культура раннего срока сева. На семена его высевают первым из ранних яровых культур, на зеленую массу – на две недели позже. Способ посева сплошной рядовой или узкорядный с шириной междурядий 15 и 7,5 см. Глубина заделки семян на легких почвах 3–4 см, на связных 2–3 см.

Норма высева узколистного люпина. На семена и зернофураж: 1,0–1,6 млн всхожих семян на 1 га; на зеленую массу – на 200 тыс. всхожих семян больше.

Норма высева желтого люпина. На семена – 0,8–1,0, на зеленую массу – 1,2–1,4 млн всхожих семян на 1 га.

Норма высева смеси люпина со злаковыми культурами (ячмень, овес) включает 70 % люпина и 30 % зернового компонента, на 200 тыс. всхожих семян больше.

Люпин убирают прямым комбайнированием при влажности семян не более 22 % зерноуборочными комбайнами. За 1,5–2,0 недели до уборки применяют десикацию люпина (реглон, баста). Оптимальная фаза десикации – четкое обозначение рисунка на семенах у сортов с темным окрашиванием или пожел-

тение корешка семени с семенами белого цвета. На зеленый корм и производство травяной муки люпин убирают в фазу цветения и плодообразования на центральной кисти, для производства силоса и сенажа – зернообразования – полного налива зерна (сизый боб).

Послеуборочная доработка и хранение. Поступивший от комбайна ворох люпина очищают на ворохоочистителях, сушат до кондиционной влажности 15–16 %. Хранят семена насыпью до 1 м, при активном вентилировании – до 2 м, а также в штабелях – 8 мешков в ряду и шириной 2,5 м в сухих, закрытых, хорошо проветриваемых помещениях.

Вика посевная яровая (*Vicia sativa* L.). Семена крупные, шаровидные, слегка сдавленные, слабо-блестящие. Окраска от желто-коричневой до темно-коричневой, почти черной, часто с темным пятнистым рисунком на поверхности. Семенной рубчик узкий, линейный, светлый составляет 1/5–1/6 длины окружности.

Вика мохнатая озимая (*Vicia villosa* Roth.). Семена немного мельче, чем у посевной вики, шаровидные, матовые. Окраска черная, иногда с фиолетовым оттенком. Семенной рубчик более короткий, продолговато-овальной формы, темный, со светлой полоской посередине, составляет 1/7–1/8 длины окружности.

Сераделла, или птиценожка (*Ornithopus sativus* Brot.). Членистый боб при обмолоте распадается на отдельные членики с одним семенем каждый. Эти членики и являются семенным материалом. Каждый членик сплюснуто-бочонковидной формы, кроме конечных, имеющих несколько изогнутое заострение вверху, окраска зеленовато-серая. Поверхность продольно-сетчатоморщинистая. Семя внутри членика боба почти правильно овальное, по величине сходно с семенами красного клевера, бледно-коричневого или красноватого цвета.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация многолетних бобовых трав.
2. Классификация по характеру побегообразования.
3. Приведите русские и латинские названия кормовых бобовых трав на уровне вида.
4. Морфология и биология клевера лугового. Требования к элементам питания. Сорта.
5. Морфология, биология люпина белого. Технология возделывания.

Тема 10. Многолетние злаковые травы

Ключевые вопросы темы:

1. Кормовая, агротехническая, технологическая и экологическая ценность.
2. Видовой состав, классификация по морфологическим признакам, использование, районы возделывания, урожайность.
3. Особенности биологии, роста и развития растений.

4. Особенности технологических приемов возделывания на зеленую массу и семена.

Кормовые травы используются на корм животным в виде сена, сенажа, силоса, травяной муки, зеленого корма, в том числе пастбищного. Травы служат эффективным средством для предотвращения ветровой и водной эрозии, способствуют накоплению гумуса в почве.

Представители:

- кострец безостый;
- житняк;
- овсяница луговая, овсяница тростниковая;
- двукисточник тростниковый;
- тимopheевка луговая;
- ежа сборная;
- райграс многоукосный, райграс высокий;
- могар;
- суданская трава;
- пырей бескорневищный;
- пырейник сибирский;
- лисохвост луговой.

По долговечности кормовые травы подразделяются на однолетние и многолетние. Однолетние травы высевают весной или осенью (озимые, зимующие) и убирают в тот же год или весной следующего года. Многолетние травы используются несколько лет.

В зависимости от принадлежности к тому или иному семейству кормовые травы делятся на группы: бобовые (мотыльковые), злаковые (мятликовые), капустные и др. Наибольшее распространение в Республике Беларусь получили первые две группы.

При определении и оценке кормовых злаков важно различать не только характерные признаки семян, вегетативных и генеративных органов, но и знать морфолого-биологические особенности видов (ярусность, тип кущения), которые определяют характер использования данных видов.

По типу кущения многолетние злаковые травы делятся на четыре группы: *рыхлокустовые, плотнокустовые, корневищные и корневищно-рыхлокустовые*.

- У рыхлокустовых злаков боковые побеги развиваются под острым углом к главному побегу из узла кущения, располагающегося в почве на глубине до 5 см.

- Плотнокустовые злаки развивают боковые разветвления главного стебля в его надземных узлах, в пазухах прикорневых листьев. Боковые побеги у них располагаются параллельно главному побегу.

- Корневищные злаки образуют горизонтальные побеги в почве на глубине до 20 см, от них отходят вертикальные побеги на поверхность почвы.

- При корневищно-рыхлокустовом типе кущения выходящие вверх от корневищ побеги образуют рыхлые кусты за счет дополнительного кущения (лисохвост луговой, мятлик луговой).

В полевом травосеянии используются в основном рыхлокустовые и корневищные многолетние злаковые травы. Особого внимания среди них заслуживают злаки интенсивного типа (кострец безостый, овсяница тростниковая, ежа сборная, двукосточник тростниковый), которые лучше остальных окупают повышенные дозы вносимых минеральных удобрений.

Из однолетних злаковых трав наибольшее распространение в структуре посевных площадей получили райграс однолетний, моговар, суданская трава. Хотя к этой же группе могут относиться и другие виды семейства Мятликовые, выращиваемые на сенаж, силос, зеленый корм (овес, озимая рожь и др.).

Рыхлокустовые злаки образуют боковые разветвления главного стебля в почве из его подземных узлов (узлов кущения), находящихся на небольшой глубине (1–5 см). В свою очередь, боковые побеги образуют разветвления второго и следующего порядков также в почве из своих подземных узлов. Дугообразно изгибаясь, боковые побеги образуют рыхлый куст с хорошо развитой вторичной корневой системой в узлах как главного стебля, так и его боковых разветвлений. Рыхлокустовой тип кущения наблюдается у большинства ценных многолетних злаковых трав полевого травосеяния (тимофеевка луговая, овсяница луговая и тростниковая, райграс высокий, ежа сборная).

Плотнокустовые злаки развивают боковые разветвления главного стебля в его надземных узлах, в пазухах прикорневых листьев, или же узел кущения располагается неглубоко в почве (1–2 см). Боковые побеги, образуя ветви второго и последующих порядков также в пазухах своих прикорневых листьев, растут параллельно главному стеблю, образуя плотный куст. Часто такие плотные кусты, в которых центральная часть дернины плотно прижата к земле, а края несколько приподняты, создают кочки на лугах и пастбищах. В полевом травосеянии плотнокустовые злаки не имеют производственного значения.

Корневищные злаки образуют из подземного узла кущения, расположенного на глубине 5–20 см, горизонтальные побеги (корневища) длиной 0,2–1,0 м. Каждое корневище образует новый узел кущения, из которого выходят на поверхность почвы вертикальные надземные побеги, развивая стебли и листья, образуя новые растения. Из корневищных злаков наибольшее производственное значение в полевом травосеянии Республики Беларусь имеют кострец безостый и двукосточник (канареечник) тростниковый, который выращивают в основном на торфяных почвах.

Корневищно-рыхлокустовые злаки образуют особую группу злаков, у которых кущение происходит одновременно как у корневищных, так и рыхлокустовых злаков. К данной группе относятся: лисохвост луговой, мятлик болотный, которые в полевом травосеянии используются крайне редко.

Сопоставление признаков злаков, отличающихся по типу кущения. По ярусности все злаковые травы делятся на **верховые, полуверховые, низовые**.

Такое деление основано на высоте растений (длина генеративных побегов), распределении вегетативных органов по условным ярусам травостоя и преобладающем типе вегетативных побегов.

У **верховых** злаков длина генеративных побегов, включая соцветие, составляет 1 м и более. В кустах преобладают вегетативные удлиненные побеги,

поэтому основная масса листьев и побегов сосредоточена в двух верхних ярусах травостоя. К верховым злакам относится большинство выращиваемых в республике видов: тимофеевка луговая, овсяница луговая и тростниковая, ежа сборная, кострец безостый, райграсс высокий.

У **полуверховых** злаков длина генеративных побегов может достигать 1 м, но в кустах преобладают вегетативные укороченные побеги, поэтому вегетативная масса сосредоточена в двух нижних ярусах (до 50 см) травостоя (лисохвост луговой). У некоторых полуверховых злаков в кустах преобладают вегетативные удлинённые побеги, но при этом высота генеративных побегов не превышает 65–70 см.

У **низовых** злаков длина генеративных побегов не превышает 65 см, и в кустах преобладают вегетативные укороченные побеги. Вегетативная масса сосредоточена в нижнем ярусе (до 25 см) травостоя (райграсс пастбищный).

Могар, или щетинник итальянский, или итальянское просо (*Setaria italica subsp. mocharium* Al.). Разрастаясь довольно плотными кустами, образует сомкнутый травостой. Стебли высотой 50–150 см, хорошо облиствены, прямостоячие, слабо кустятся, иногда ветвятся.

Корневая система могоара мочковатая, проникает в почву на глубину до 1 м, однако большая часть корней располагается в верхних слоях почвы. Листьев на стебле 5–16, листья длинные (до 50 см), шириной до 1,5 см. Листья с обеих сторон очень шершавые. Их вес в общей укосной массе достигает 50 %.

Соцветие – колосовидная метёлка (султан) длиной 20–25 см, шириной 4 см, не разделённая на отдельные лопасти (в отличие от чумизы). У основания колосков имеются нитевидные щетинки зелёного, желтоватого или тёмно-фиолетового цвета, которые придают султану мохнатый вид. Зерновки могоара мельче, чем у проса, удлинённые, менее блестящие, окраска их от жёлтой до красноватой. Цветёт с июля до августа.

Суданская трава, суданка, или сорго суданское, сорго Друммонда (*Sorghum sudanense* Stapf.). Трава с прямостоячими стеблями высотой около 1,5 м, образующая кусты высотой до трёх метров. Пленчатые зерновки крупнее, чем у могоара, продолговато-яйцевидной формы, к концам заострённые. У их основания располагаются остатки двух стерженьков, обычно опушённые.

Стебель цилиндрический, заполненный губчатой паренхимой. Колосковые чешуи блестящие, беловато-жёлтые, частично красновато-коричневые.

Корневая система развитая, мочковатая, уходящая на глубину до 2,5 м. Пластинка листа широколинейная, длиной 60 см. Наиболее развиты листья среднего яруса.

Соцветие – многоколосая метёлка длиной 40 см.

Плод – зерновка, плотно заключённая в колосковые чешуи.

Плевел многолетний, или райграсс многоукосный (*Lolium perenne* Lam.). Однолетнее или двулетнее растение с одиночными или собранными в плотную дерновинку стеблями 20–65 см высотой, ближе к основанию иногда разветвлёнными, с 2–5 узлами, под соцветием нередко шероховатыми.

Листья 6–25 см длиной и до 1 см шириной, линейные, голые, плоские, в почкосложении свернутые, по краям и сверху шероховатые, реже голые, с верх-

ней стороны более светлые, чем с нижней, в основании с узкими ушками. Язычок пленчатый, до 2 мм длиной, с бахромчатым краем.

Соцветие – сложный колос 10–30 см длиной, прямостоячее или поникающее, уплощенное, с шероховатой осью, иногда с фиолетовым оттенком. Колоски 8–25 мм длиной, сидячие, очередные, в двух рядах по противоположные стороны от оси колоса, плоские, продолговатые, с 5–15 цветками. Верхняя колосковая чешуя намного короче колоска, с 4–7 жилками, гладкая, продолговатая или продолговато-ланцетная, на верхушке от притупленной до острой. Нижняя колосковая чешуя имеется только у верхушечного колоска, сходная с нижней. Зерновки скрыты в затвердевающих цветковых чешуях.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается агротехническая, технологическая и экологическая ценность возделывания многолетних злаковых трав?
2. Классификация многолетних злаковых трав по типу кущения.
3. Классификация многолетних злаковых трав по типу ярусности.
4. Привести биоэкологическую характеристику следующих культур: суданская трава, райграс многоукосный, могогар.

Тема 11. Масличные культуры

Ключевые вопросы темы

1. Видовой состав, использование, показатели качества жирных масел.
2. История культуры и роль России во внедрении подсолнечника в качестве масличной культуры, районы возделывания, фактическая и потенциальная урожайность.
3. Особенности биологии и агротехника возделывания.

Подсолнечник

Значение подсолнечника. Среди многих масличных культур, возделываемых в нашей стране, подсолнечник – основная. На его долю приходится 75 % площади посева всех масличных культур и до 80 % производимого растительного масла. В семенах современных сортов и гибридов подсолнечника содержится до 56 % светло-желтого пищевого масла с хорошими вкусовыми качествами, до 16 % белка. В масле содержится до 62 % биологически активной линолевой кислоты, а также витамины А, В, Е, К, фосфатиды, что повышает его пищевую ценность. Масло подсолнечника применяют как пищевое масло в натуральном виде и при изготовлении маргарина, майонеза, рыбных и овощных консервов, хлебобулочных и кондитерских изделий. Полувывсыхающее масло подсолнечника (йодное число 119–144) используют для выработки олифы, красок, лаков, в мыловарении, в производстве олеиновой кислоты, стеарина, линолеума, клеенки.

При переработке семян на масло получается 33–35 % (от массы перерабатываемых семян) побочной продукции – **шрота** (при извлечении масла экстрагированием) или **жмыха** (при прессовании).

В жмыхе остается 5–7 % жира, а в шроте – 1 %. Шрот и жмых – ценные корма, содержащие до 33–35 % белка, незаменимые аминокислоты, минеральные соли, витамины (в 1 кг шрота содержится 1,02 корм. ед. и 363 г переваримого белка). Жмых используют для изготовления халвы.

Из **лузги** вырабатывают фурфурол, этиловый спирт, кормовые дрожжи. Корзинки подсолнечника (50–60 % урожая семян) – хороший корм, особенно в смеси с отходами гороха в размолотом виде.

Подсолнечник – силосная, кулисная культура и хороший медонос. Родина подсолнечника – юг Северной Америки, где широко распространены дикие виды этой культуры. В Европу он был завезен испанцами в начале XVI в.

В Россию проник в XVII в. из Голландии и долго оставался декоративным растением, семена которого употребляли в качестве лакомства.

Начало широкого использования подсолнечника как масличной культуры связано с именем крепостного крестьянина Д. С. Бокарева из с. Алексеевки Воронежской губернии (ныне Белгородская обл.), который в 1835 г. с помощью ручного пресса получил масло.

Требования к свету. При затенении и пасмурной погоде рост и развитие его угнетаются. Это растение короткого дня со всеми характерными для этой группы культур требованиями биологии.

Почва. Благоприятный для роста растений интервал $pH_{\text{сол}}$ 6,0–6,8. Лучшие почвы для подсолнечника – черноземы (супесчаные и суглинистые), каштановые и наносные почвы заливаемых речных долин при раннем освобождении от полой воды. Заболоченные, кислые, легкие песчаные и солонцеватые почвы, а также участки с избыточным содержанием извести для него малопригодны.

На образование 1 т семян подсолнечник *потребляет*, кг:

N 50–60, P_2O_5 20–25, K_2O 120–160.

Особенно много питательных веществ подсолнечнику требуется в период от образования корзинки до цветения, когда растение энергично накапливает органическую массу. Ко времени цветения подсолнечник поглощает 60 % азота, 80 % фосфорной кислоты и 90 % калия от их общего выноса из почвы за весь период вегетации. На ранних фазах вегетации, когда идет закладка генеративных органов, растения особенно требовательны к фосфорному питанию.

Основные жизненные процессы

I. Набухание и прорастание семян, появление всходов связаны с поглощением воды. Определяющий фактор внешней среды в этот период – температура. Благоприятная для прорастания семян температура посевного слоя почвы составляет 10–12 °С, при этом всходы появляются через 10–14 дней.

II. В этот период число листьев достигает 18–20. Образование зачаточной корзинки у подсолнечника происходит на III этапе органогенеза, а на IV этапе с появлением 5–8 листьев на цветоложе закладываются цветковые бугорки. На V этапе органогенеза образуются покровные и генеративные органы цветка.

III. Этот период характеризуется интенсивным ростом надземных органов и корневой системы. В начале цветения интенсивность роста затухает, а в конце он прекращается. Продолжается усиленный рост листьев среднего яруса (14–26-й лист). В этот период интенсивно растут генеративные органы: развиваются язычковые и трубчатые цветки, околоплодник, тычиночные нити, разворачивается обертка корзинки. К концу периода пыльники выходят из венчиков.

IV. Цветение наступает примерно через 50–60 дней после всходов и продолжается 20–25 дней (одна корзинка цветет 8–10 дней). Максимальное увеличение корзинки отмечается в течение 8–10 дней после отцветания, рост ее продолжается вплоть до пожелтения.

После оплодотворения завязи начинается рост семян, который завершается за 14–16 дней, а затем в течение 20–25 дней происходит налив семян – накопление в них жира и других запасных веществ. В фазе роста семян подсолнечник особенно требователен к влаге в почве (критический период).

Фаза налива семян завершается на 30–35-й день после оплодотворения.

Фаза созревания (физиологическая спелость) наступает при влажности семян 36–40 %. Тыльная сторона корзинки становится желтой. Биологические процессы в семенах затухают. Начинается физическое испарение воды.

V. При полной (хозяйственной) спелости корзинки приобретают желто-бурый и бурый цвет, влажность семян снижается до 12–14 % (в более северных районах – до 16–18 %).

Сорта и гибриды. Академиками В. С. Пустовойтом, Л. А. Ждановым и другими селекционерами выведены высокомасличные, низколузжистые, панцирные и заразиоустойчивые сорта и гибриды подсолнечника. Масличность семян сортов достигает 50–54 % (на АСВ), лузжистость – 19–24 %. Межлинейные гибриды подсолнечника выравнены по высоте и диаметру корзинки, одновременно цветут и созревают, что облегчает уборку. Гибриды превышают сорта по урожаю семян на 10–15 %, но несколько уступают им по масличности семян и сбору масла с 1 га, по устойчивости к неблагоприятным погодным условиям.

По длине вегетационного периода сорта и гибриды подсолнечника делят на **скороспелые** (80–90 дней), **раннеспелые** (90–100 дней) и **среднеспелые** (100–110 дней).

Скороспелые сорта и гибриды (*Енисей*) созревают за 80–90 дней. Их выращивают в северных и восточных районах возделывания подсолнечника (Западная Сибирь, Поволжье, Центрально-Черноземный регион). По урожайности и масличности они уступают сортам других групп (урожайность 2–3 т/га, масличность 42–52 %).

Раннеспелые (ВНИИМК 8883 *улучшенный*) созревают за 90–100 дней, их возделывают в Поволжье, на Северном Кавказе, в Центрально-Черноземном регионе. Их урожайность 2–3 т/га, масличность 50–55 %.

Среднеспелые сорта и гибриды (*Юбилейный 60*) отличаются наибольшей урожайностью (3–4 т/га), их масличность составляет 49,5–54,0 %, лузжистость – 19–22, панцирность – 98–100 %, масса 1 000 семян – 65–85 г, семянки

черно-серые, полосатые. Сбор масла достигает 1,50–1,75 т/га. Эти сорта выращивают в Северо-Кавказском и Центрально-Черноземном регионах.

Особенности технологии возделывания

Место в севообороте. Подсолнечник размещают в пропашном поле севооборота после озимых зерновых и кукурузы на силос, а также на чистых от злостных сорняков полях – после ячменя, яровой пшеницы, льна масличного и др. *Нельзя* сеять подсолнечник после сахарной свеклы, люцерны и суданской травы, так как эти культуры сильно и глубоко иссушают почву. Рапс, горох, соя, фасоль имеют несколько общих заболеваний с подсолнечником (склеротиниоз, белая, серая гнили и др.), поэтому после них подсолнечник сеять нельзя. В севообороте возвращать его на прежнее поле можно не ранее чем через 8–10 лет, чтобы предотвратить накопление в почве семян заразики и возбудителей инфекционных болезней.

Удобрение. Под вспашку зяби вносят органические, а также фосфорно-калийные удобрения в зависимости от уровня плодородия почвы. Азотные удобрения вносят под предпосевную культивацию и в виде подкормок. При избытке азотного питания растения становятся менее устойчивыми к засухе и болезням, масличность семян снижается.

Обработка почвы. Главное требование к основной обработке почвы – полное подавление многолетних сорняков, хорошая выровненность поверхности, сохранение влаги.

На полях, не засоренных многолетними сорняками, применяют систему улучшенной зяби или полупаровую обработку.

На полях, засоренных многолетними сорняками (бодяк, осот, латук, вьюнок и др.), применяют послойную обработку почвы. Вначале лущат стерню на глубину 6–8 см дисковыми орудиями, после отрастания многолетних сорняков почву обрабатывают на глубину 10–12 см плугами-луцильниками, дисковыми тяжелыми боронами или культиваторами-плоскорезами. После повторного отрастания сорняков зябь пахут в сентябре-октябре на глубину пахотного слоя.

В районах, подверженных ветровой эрозии, применяют систему плоскорезных обработок с оставлением на поверхности почвы стерни: две мелкие обработки, в сентябре-октябре – рыхление на глубину 20–25 см. Для увеличения запасов влаги в почве на полях проводят снегозадержание.

Весной при наступлении физической спелости почвы проводят боронование с выравниванием зяби и культивацию на глубину 8–10 см.

Посев. Посев подсолнечника проводят пунктирным способом с междурядьями 70 см.

Нормальная глубина посева семян сортов 6–8 см, в засушливых условиях 8–10, на тяжелых почвах в прохладную и влажную весну 5–6 см. Семена мелкосемянных гибридов во влажную почву высевают на глубину 4–5 см.

Для посева используют семена районированных сортов и гибридов, крупные (масса 1000 семян – 80–100 г для сортов и не менее 50 г для гибридов), первой репродукции, со всхожестью не ниже 95 %. Современные высокомасличные сорта и гибриды с тонкой кожурой семян отличаются более высокими требованиями к теплу. Их надо высевать в хорошо прогретую почву, когда

температура на глубине посева семян (8–10 см) достигнет 10–12 °С. В этом случае семена прорастают быстро и дружно, повышается их полевая всхожесть, что обеспечивает более равномерное развитие и созревание растений и увеличение урожайности.

Густота растений в зависимости от влагообеспеченности к началу уборки должна составлять: в увлажненных лесостепных районах и прилегающих к ним степных районах – 40–50 тыс., в полузасушливой степи – 30–40 тыс. и в засушливой степи 20–30 тыс. растений на 1 га. При возделывании гибридов подсолнечника их густоту рекомендуют повышать на 10–15 %, но не более 55–60 тыс/га.

Поправки к нормам высева устанавливают с учетом полевой всхожести семян (она на 10–15 % ниже лабораторной), гибели растений при бороновании посевов по всходам (8–10 %) и естественного отхода растений (до 5 %).

Уход за посевами. Современная технология возделывания подсолнечника полностью исключает ручные прополки. Уход за посевами проводят преимущественно механическими приемами (безгербицидный вариант), при необходимости используют гербициды, которые вносят в основном ленточным способом одновременно с посевом.

Вслед за посевом, если его проводят в рыхлую почву и в сухую погоду, почву прикатывают кольчато-шпоровыми катками. Для уничтожения сорняков проводят боронование до всходов и по всходам в сочетании с обработкой междурядий культиваторами, оборудованными полольными и присыпающими устройствами. Довсходовое боронование проводят поперек рядков или по диагонали через 5–6 дней после посева. Боронование по всходам проводят также средними зубowymi боровами при образовании у подсолнечника 2–3 пар настоящих листьев в дневные часы, когда снизится тургор растений. При использовании почвенных гербицидов боронование по всходам не применяют. При первой междурядной культивации устанавливают ширину выреза 50 см, при второй – 45 см, глубина обработки составляет соответственно 6–8 и 8–10 см.

Применяя почвенные гербициды в допосевной или довсходовый период в сочетании с агротехническими приемами, можно содержать посевы в чистоте. На посевах подсолнечника применяют: Нитран, Трефлан, Гезагард 50. Экономично вносить гербициды ленточным способом одновременно с посевом. В этом случае обрабатывают полосу вдоль рядка шириной 30–35 см, а гектарную дозу гербицида уменьшают вдвое.

Для нарезки направляющих щелей одновременно с посевом на дополнительной раме сеялки крепят два щелевателя-направителя, идущих по следу гусеничного трактора. Глубина хода щелевателя – 25–30 см. При междурядной обработке по этим щелям идут направляющие ножи, установленные на раме культиватора, что удерживает его от смещения в стороны и, следовательно, уменьшает повреждение растений. Однако описанный прием имеет и недостатки: требуются дополнительные затраты энергии, при культивации повреждаются корни подсолнечника, сильнее растрескивается почва и усиливается потеря влаги.

В борьбе с пустозерностью подсолнечника хорошие результаты обеспечивает дополнительное опыление посевов с помощью пчел (из расчета 1,5–2,0 семьи на 1 га посева).

Болезни подсолнечника. Подсолнечник поражают следующие болезни: **белая, серая, пепельная гнили, ложная мучнистая роса, ржавчина, фомоз.**

Белая гниль проявляется на протяжении всего вегетационного периода, но более интенсивно – во время созревания корзинок. Серая гниль поражает всходы, стебель, цветки и особенно часто корзинки. Пепельная гниль вызывает общее увядание и усыхание всего растения, ломкость стебля. Ложная мучнистая роса поражает листья, стебли, корзинки. Болезнь проявляется при образовании 3–4 пар листьев, растения отстают в росте, урожайность снижается.

Вредители подсолнечника. Большой вред подсолнечнику наносят вредители: **проволочник, медляки, степной сверчок, луговой мотылек, тли, растительные клопы**, а также **бодяк полевой и щетинистый, вьюнок полевой, сурепка обыкновенная, осот полевой, молочай лозный, полынь горькая, пырей ползучий, ежовник обыкновенный, овсюг обыкновенный, подмаренник цепкий, заразиха.**

Сильно угнетает растения подсолнечника заразиха – цветковый паразит. Росток его проросших семян присасывается к корню, внедряется в него и питается только за счет растения-хозяина.

Меры защиты подсолнечника от болезней и вредителей включают протравливание семян и обработку растений химическими препаратами.

Очищенные и отсортированные семена подсолнечника за 1,5–2,0 месяца до посева (но не позже чем за 2 недели) обрабатывают протравителями: против серой гнили, склеротиниоза применяют ТМТД, 80 % с. п. (2–3 кг/т), против ложной мучнистой росы – Апрон*, 35 % с. п. (4 кг/т) в смеси с микроэлементами (сернокислым цинком или сернокислым марганцем – 0,3–0,5 кг/т). Целесообразно при протравливании семян пестициды вносить вместе с пленкообразователем NaКМЦ (0,2 кг/т).

К числу общих мер защиты подсолнечника следует отнести следующие:

- соблюдение севооборота;
- выполнение требований семеноводства;
- протравливание семян;
- выращивание в хозяйстве двух-трех сортов или гибридов, различающихся по продолжительности вегетационного периода и устойчивости к зарази.

Водный режим. Подсолнечник – засухоустойчивое растение, тем не менее наибольшие урожаи он дает при орошении. Даже в основных районах возделывания подсолнечника его потребность в воде удовлетворяется лишь на 60 %, а в засушливых районах (Поволжье) – на 40 %. Особенно страдают от недостатка влаги в почве растения в периоды образования корзинок и цветения – налива семян. Именно в это время целесообразно проводить поливы.

Важное значение имеют осенние влагозарядковые (1 200–2 000 м³/га, почва промачивается на глубину до 2 м) и ранние вегетационные поливы под-

солнечника (по бороздам или дождеванием). Норма полива в зависимости от влажности почвы варьирует от 600 до 800 м³/га.

Вегетационные поливы целесообразно распределять следующим образом: первый полив при недостатке влаги в начале образования корзинок (2–3-я пара листьев), второй – в фазе формирования корзинок – начале цветения, третий – в начале или в разгар цветения.

Уборка урожая. К признакам, по которым судят о созревании подсолнечника, относят: пожелтение тыльной стороны корзинки, завядание и опадение язычковых цветков, нормальную для сортов и гибридов окраску семян, затвердение ядра в них, засыхание большинства листьев.

По влажности семян и окраске корзинок различают три степени спелости: **желтую, бурую и полную.**

При **желтой** спелости листья и тыльная сторона корзинок приобретают лимонно-желтый цвет, влажность семян составляет 30–40 % (биологическая спелость);

при **бурой** спелости корзинки темно-бурые, влажность семян 12–14 % (хозяйственная спелость);

при **полной** спелости влажность семян 10–12 %, растения сухие, ломкие, семянки осыпаются.

Для уборки подсолнечника используют зерноуборочные комбайны, которые для измельчения и разбрасывания стеблей по полю оборудуют измельчителями. Оставшиеся на корню стебли разделяют тяжелыми дисковыми бородами.

Вопросы для самоконтроля

1. Культура подсолнечника (народнохозяйственное значение).
2. Биология и морфология культуры.
3. Этапы развития культуры.
4. Сорта и гибриды. Классификация по скороспелости.
5. Технология возделывания подсолнечника.
6. Болезни и вредители. Меры защиты.

Тема 12. Эфиромасличные культуры

Ключевые вопросы темы:

1. Видовой состав, использование.
2. Показатели качества эфирных масел.
3. История культуры, районы возделывания, фактическая и потенциальная урожайность.
4. Особенности биологии и агротехники.

Масличные и эфиромасличные культуры условно разделяют на три группы:

- культуры, из которых выделяют только масло – подсолнечник, клещевина, горчица, рапс, рыжик, кунжут, сафлор;
- культуры, из которых получают масло и волокно – хлопчатник, лен, конопля, кенаф, кендырь;
- культуры, из которых извлекают жирное и эфирное масло – кориандр, анис, тмин, фенхель, чернушка, или нигелла (из листьев, цветков, корней, плодов).

Эфирномасличные растения возделывают для получения эфирного масла, это одна из групп технических культур. Объединяют однолетние и многолетние растения из различных ботанических семейств:

- зонтичных (*Apiaceae*) – кориандр, тмин, анис, фенхель;
- яснотковых (*Lamiaceae*) – мята, лаванда, шалфей мускатный;
- розоцветных (*Rosales*) – роза эфирномасличная;
- гераниевых (*Geraniaceae*) – герань (пеларгония) розовая;
- амариллисовых (*Amaryllidaceae*) – тубероза;
- миртовых (*Myrtaceae*) – эвкалипт лимонный.

Среди эфиромасличных растений есть деревья (например, эвкалипт), кустарники и полукустарники (роза, жасмин, сирень, лаванда), травы (кориандр, мята, герань, тубероза).

Растения накапливают эфирное масло в плодах (например, зонтичные), зеленой массе (мята, герань, базилик евгенольный), цветках и соцветиях (роза, лаванда, тубероза, сирень), корнях и корневищах (ирис, ветиверия).

Кроме эфиромасличных, сырьем для получения эфирного масла служат плоды цитрусовых, укропа, цветки цветочных культур (нарцисс, гиацинт), дикорастущие растения (бадьян, ладанник), деревья хвойных пород (сосна, пихта, кедр, лиственница).

Многие эфиромасличные растения выращивают в тропических и субтропических областях, мяту, кориандр и другие зонтичные – в районах с умеренным климатом.

Сырье этих растений содержит следующее количество эфирного масла:

- кориандр 0,2–1,4 %;
- мята 1,3–3,5 %;
- шалфей мускатный 0,17–0,25 %;
- роза 0,12–0,15 %;
- лаванда 0,8–1,4 %;
- герань розовая 0,15–0,2 %.

Самые ценные масла содержатся в эфиромасличных растениях семейств Имбирные, Санталовые, Лавровые, Розовые, Гераниевые, Рутовые.

Растительные масла используют в пищу, в кулинарии в чистом виде или в виде маргарина и специальных кулинарных жиров. Для производства маргарина и кулинарных жиров используют гидролизованное подсолнечное и хлопковое масло.

Масличные культуры – важный источник растительного белка. К ним 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 консервной, кондитерской, хлебопекарной промышленности, оно служит сырьем при изготовлении маргарина, мыла, олифы, стеарина, линолеума.

Используется в лакокрасочном производстве, при ситцепечатании, в парфюмерии, в качестве смазочного материала, в медицине и т. д.

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. Многие из масличных растений – хорошие медоносы.

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.

Среди пищевых растительных масел по валовому производству в мире на первом месте стоит соевое, на втором – подсолнечное, затем арахисовое, хлопковое, рапсовое, оливковое (прованское), кунжутное, кукурузное и сафлоровое, а среди технических масел первое место занимает льняное, второе – касторовое, третье – оливковое (полученное вторичным прессованием).

Эфиромасличные растения содержат в листьях, цветках, корнях или плодах летучие пахучие вещества – эфирные масла – в подавляющем большинстве жидкости, смеси разнообразных органических соединений – углеводов (терпены и их кислородные производные), а также некоторых гетероциклических соединений. Из эфирного масла выделено более 1 000 органических веществ.

В пищевой промышленности эфирные масла используют в производстве ликеров, пищевых эссенций, ароматизации табака; семена (тмин, кориандр) добавляют для улучшения вкусовых качеств хлеба. Эфирные масла обладают антисептическими и лечебными свойствами, поэтому их используют в медицине, санитарии и гигиене (камфора – сердечное средство, анетол – отхаркивающее, гвоздичное используют в зубоврачебном деле).

Эфиромасличные культуры, содержащие эфирное масло в плодах и семенах, – это кориандр, анис, тмин, фенхель, ажгон, чернушка (нигелла).

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация масличных и эфиромасличных культур.
2. Разнообразие таксономических групп (на уровне семейств), объединяющих эфиромасличные культуры.
3. Область применения различных групп эфиромасличных культур.

Тема 13. Прядильные культуры

Ключевые вопросы темы:

1. Видовой состав.
2. Использование, история культуры (лен), районы возделывания, урожайность.
3. Особенности биологии и агротехники.
4. Сорта лена.

Ботаническая характеристика. Лен относится к семейству льновых (*Linaceae*). Род *Linum* L. включает около 200 видов однолетних, многолетних, травянистых и полукустарниковых растений, распространенных в умеренных и субтропических районах. Важнейшим культурным видом, широко возделываемых во многих странах, является вид *Linum usitatissimum* L. – лен обыкновенный культурный. Он включает пять подвидов: индоабиссинский, индостанский, средиземноморский, промежуточный и евразийский. В странах СНГ выращивают три последних подвида, а в Республике Беларусь – один евразийский подвид.

По принятой в настоящее время классификации евразийский подвид льна подразделяется на четыре группы разновидностей: лен-долгунец (*Linum V. Elongata*), лен-кудряш (*Linum V. brevimulticaulia*), лен-межеумок (*Linum V. Intermedia*) и стелющийся лен (*Linum V. Prostrate*).

1. **Лен-долгунец.** Стебель высотой от 60 до 130 см, гладкий, прямой, цилиндрический, тонкий. Ветвится лишь в верхней части и образует 2–10 коробочек. У тонкостебельного льна диаметр стебля, измеряемой на уровне одной трети высоты, составляет 0,8–1,2 мм, среднестебельного – 1,3–2,0 мм и толстостебельного – более 2,0 мм.

2. **Лен-кудряш.** Стебель короткий, высота 30–50 см. Ветвится как у основания, так и по всей длине стебля. Образует до 60 и более коробочек. Волокно короткое, грубое. Семена крупные с высоким содержанием масла (32–47 %).

3. **Лен-межеумок.** Стебель средней высоты (50–70 см), менее ветвистый, чем у кудряша. Ветви отходят от нижней части стебля (2–3 длинных побега). Имеет более длинное соцветие и большее число коробочек (15–25), чем лен-долгунец. Возделывается как на семена для получения масла, так и на волокно, уступающее по качеству волокну льна-долгунца. Выход волокна – 16–18 %.

4. **Стелющийся лен.** Многостебельное стелющееся растение высотой 45–70 см. Перед цветением стебли поднимаются. Возделывается ограниченно как масличная и прядильная культура.

Морфологические признаки льна-долгунца. Лен-долгунец – однолетнее двудольное растение. Корень стержневой, проникает в почву до 1,5 м. Корневая система состоит из множества тонких, нитевидных корней, однако она развита слабо. Основная масса корневой системы льна-долгунца расположена в верхнем слое почвы. У возделываемого в более засушливых районах льна-кудряша и стелющегося льна корни развиты лучше и проникают в почву на большую

глубину. По отношению к наземной массе корневая система льна составляет 8–10 % от массы растения.

Стебель светло-зеленый, в зрелом состоянии желтый, покрыт восковым налетом. В высоту поднимается до 1,0–1,3 м и является основной продуктивной частью растения. Содержит в зависимости от сорта и условий выращивания от 20 до 30 % и более волокна. Различают его общую и техническую длину. Общая длина стебля измеряется расстоянием от места прикрепления семядольных листочков до места прикрепления самой верхней коробочки растения, а техническая длина – от места прикрепления семядолей до начала разветвления соцветия. Лен обеспечивает получение высококачественного волокна при длине стеблей не ниже 70 см и в диаметре 1–2 мм.

Листья льна сидячие, без черешков, линейно-ланцетной формы, зеленые, расположены на стебле поочередно по спирали. Длина листа 36–40 мм, ширина 2–4 мм. Покрываются слабым восковым налетом.

Цветки пятерного типа. Состоят из чашечки с пятью чашелистиками, обычно остающейся при плоде, и пяти голубых лепестков. Известны формы льна с иной окраской – белой, розовой, фиолетовой. Тычинок пять, завязь пятигнездная с пятью столбиками. Цветки располагаются на верхушке стебля и его боковых разветвлениях, образуя соцветие в виде зонтиковидной кисти. Каждый цветок цветет одно утро. Лен – самоопыляющееся растение, но возможно и частичное перекрестное опыление.

Плод – коробочка округлой формы, заостренная сверху. Длина 6–8 мм, ширина 5,5–6,5 мм. Коробочка внутри разделена на 5 гнезд, из которых каждое разделено еще неполной перегородкой на две части. В каждом полугнезде формируется одно семя. В целом в коробочке содержится обычно 10 семян. Выход семян от массы необмолоченных растений составляет около 12–13 %.

Семя льна-долгунца яйцевидной формы, плоское с клювовидно загнутым носиком, гладкое, блестящее, обычно коричневой окраски разных оттенков. Величина его колеблется от 3 до 5 мм, а масса 1 000 штук – от 3,5 до 6,5 г. Жиры в семенах содержатся 35–40 %, белок – до 23 %. Семя состоит из зародыша, окруженного тонким слоем эндосперма, покрытого снаружи оболочкой. Зародыш льняного семени состоит из двух семядолей, корешка и почечки. Оболочка семени содержит особую слизь, придающую семени скользкую поверхность. При прорастании семена выносятся на поверхность почвы, оболочка разрывается, и семядоли раскрываются. Вскоре между семядолями начинает развиваться почечка, образующая первые настоящие листья льна.

Агротехника. В севообороте лен-долгунец размещают так, чтобы посев его на одном и том же поле повторялся через 5–6 лет. При бессменной культуре наступает льноутомление – снижение или полная гибель урожая льна вследствие накопления и развития в почве патогенных грибов – возбудителей фузариоза, антракноза и полиспороза, бактерий, вирусов, различных токсичных веществ.

Льноутомлению способствуют также одностороннее истощение почвы, недостаток тех или иных питательных веществ, сильное засорение сорняками, повреждение льна вредителями и болезнями. В связи с этими особенностями, а

также пониженным естественным плодородием почв в отдельных льносеющих районах в 7–8-польных севооборотах лен размещают по пласту многолетних трав при сборе сена 2–4 т/га. Многолетние травы (клевер) не всегда являются лучшим предшественником льна. Д. Н. Прянишников, отмечая положительное влияние клевера, подчеркивал, что к посеву льна после клевера прибегают потому, что мало вносят удобрений. Рекомендуют удобренные озимые зерновые, яровую пшеницу, вико-овсяную смесь. В фермерских хозяйствах при высокой культуре земледелия можно применять льняные севообороты с меньшим числом полей.

Дерново-подзолистые почвы зоны льноводства отличаются повышенной кислотностью, нуждаются в известковании. При избыточной кислотности задерживается развитие корневой системы льна, снижается усвояемость фосфора и других элементов питания, что приводит к нарушению белкового и углеводного обмена растений, усиливается поражение посевов грибными заболеваниями. В льняном севообороте известкуют в первую очередь поля с $pH_{\text{сол}} 4,5$ и менее, в последнюю – с $pH_{\text{сол}} 5,1–5,5$. В то же время лен относится к группе культур, которые отрицательно реагируют на повышенные нормы извести. Из-за нарушения соотношения в почве между кальцием и бором лен может поражаться бактериозом или испытывать физиологическое увядание.

Место и время внесения извести в льняном севообороте имеют немаловажное значение для основной культуры – льна-долгунца. Известь вносят под покровную для трав культуру или в пару с учетом кислотности почвы. В севообороте со льном органические удобрения рекомендуется вносить не реже 2–3 раз за ротацию. Навоз или торфонавозный компост непосредственно под лен не вносят, чтобы не вызвать полегания растений, пестроты и засоренности посевов. Как и все мелкосемянные культуры, лен особенно требователен к предпосевной обработке почвы. Перед посевом она должна быть тщательно выровнена и прикатана.

Заключительные операции предпосевной обработки почвы выполняют комбинированными агрегатами. На почвах, хорошо подготовленных к посеву, полевая всхожесть семян льна составляет не менее 70 %, что обеспечивает получение высокого урожая.

Невысокой всхожестью и низкой энергией прорастания обладают физиологически незрелые, щуплые, травмированные и больные семена, имеющие темный оттенок. Лен-долгунец чаще всего поражается фузариозом, полиспорозом, ржавчиной, антракнозом, бактериозом. Протравливание семян, если их влажность не превышает 12–13 %, лучше проводить за 2–6 мес до посева. Используют ТМТД, 80 % с. п. (2–3 кг/т), при этом добавляют микроудобрения. Семена должны быть равномерно покрыты препаратом, повышенные дозы протравителя снижают всхожесть семян, повреждают проростки льна. Заблаговременное протравливание семян эффективнее в результате длительного действия препаратов на возбудителей болезней.

Лен-долгунец высевают в средневесенние сроки, когда верхний слой почвы прогреется до 6–8 °С. По народным приметам, если почки липы набухают, наступает срок посева льна. В центральных районах льноводства сев льна

начинают и заканчивают в I или II декаду мая. При запоздалых сроках посева лубяные клетки имеют более рыхлое строение и меньшую механическую прочность; волокна бывают тонкостенными, овально-округлой формы, грани выражены слабо, снижается количество элементарных волоконцев, увеличивается процент волокон с одревесневшими срединными пластинками. При оптимальных сроках посева семена дружно прорастают, растения меньше изреживаются, не повреждаются заморозками, слабее поражаются фузариозом, ржавчиной, антракнозом и вредителями, особенно льняной блохой.

Широко распространенный способ посева льна-долгунца – узкорядный, с междурядьями шириной 7,5 см. Как при изреженном, так и при чрезмерно загущенном стеблестое льна ухудшаются хозяйственно ценные морфологические признаки растений и в конечном итоге снижается урожай льнопродукции. Для получения посева льна с высокими слабоветвистыми тонкими стеблями, с большим содержанием качественного волокна, пригодного для механизированной уборки, необходимо иметь к концу вегетации 1 500–1 600 растений на 1 м². За период вегетации самоизреживание посева льна в среднем составляет 10 % к числу растений во время полных всходов. Нормы высева льна-долгунца – 18–25 млн; в семеноводческих посевах 15–18 млн всхожих семян на 1 га. Во влажные годы при повышенных нормах высева растения льна могут полежать, это затрудняет уборку и первичную обработку.

Загущенные посевы нежелательны также на бедных почвах, где лен получается низкорослым. Однако на сильнозасоренных, тяжелых, заплывающих почвах, на которых ко времени уборки сохраняется меньшее количество растений, норма высева семян должна быть повышена на 10–15 %.

При комбайновой уборке с расстилом соломы на льнище для вылежки тресты наиболее эффективно подсеять под лен овсяницу красную (*Festuca rubra*) – 10–12 кг/га. К моменту расстила овсяница красная формирует плотный травостой высотой до 20 см, обеспечивая надежную изоляцию лент от земли и оптимальные условия для вылежки соломы. При подсеве трав лен становится покровной культурой. Семена травы высевают вместе с семенами льна, до посева их тщательно перемешивают.

Лучшая глубина посева семян на тяжелых почвах – 1,5–2,0 см, на средних и легких суглинках – 2,0–2,5, на легких супесчаных почвах – не глубже 3 см. При более глубоком посеве снижается густота всходов, при очень мелком – задерживается прорастание семян из-за недостатка влаги в верхнем слое почвы.

Уход за товарными посевами льна предусматривает послепосевное прикатывание, уничтожение почвенной корки, борьбу с сорняками и вредителями, подкормку льна, предупреждение потерь от полегания, обработку десикантами для подсушивания растений на корню.

Большое значение в уходе за посевами льна имеет защита их от наиболее опасного вредителя – льняной блохи. Применение инсектицидов в борьбе с льняной блохой экономически целесообразно уже при наличии в фазе всходов 10–20 жуков на 1 м². Для этих целей применяют Децис Эксперт, 12,5 % к. э. (0,06 л/га). Лен сильно угнетают сорняки, в то же время он очень чувствителен

к большинству гербицидов. Реакция льна на гербицид зависит от темпа роста и толщины слоя воска на поверхности стебля.

Наиболее распространены в посевах льна-долгунца сорные растения: *марь белая, редька дикая, горец вьюнковый, горец шероховатый, пикульник зябра, ромашка непахучая, ярутка полевая, пырей ползучий, хвощ полевой, бодяк полевой, осот полевой*.

Сорняки, семена которых созревают вместе с семенами культурных растений, не осыпаются, по форме и массе близки к семенам льна, называют специализированными засорителями – это плевел льняной, торица льняная, горец льняной и др. Встречаются сорняки-паразиты – повилика льняная и др.

Посевы, засоренные однолетними двудольными сорняками, опрыскивают гербицидом 2М-4Х 750, 75 % в. р. (0,5–0,6 л/га), при высоте растений 5–8 см и температуре воздуха 15–17 °С. В этот период листья расположены под острым углом (10–30°), покрыты восковым налетом. Продолжительность химической обработки не более 10 дней.

На семеноводческих посевах для ускорения созревания льна на 5–10 дней применяют десикацию хлоратом магния (10–15 кг/га) в фазе ранней желтой спелости. При этом продолжительность сушки льновороха сокращается в полтора раза, повышается производительность комбайна. Однако эффективность десикации зависит от погодных условий.

Уборка льна-долгунца – наиболее трудоемкая и ответственная работа, от которой во многом зависит не только сохранение выращенного урожая, но и качество льнопродукции. На уборку и первичную обработку льна приходится до 70 % всех затрат в льноводстве. При возделывании льна-долгунца в товарных посевах получают одновременно волокно и семена, поэтому убирать его нужно в такой период, когда можно собрать наибольшее количество волокна с лучшим качеством и семена, годные после созревания для посева и переработки на масло. Этот период называют технической спелостью льна.

Оптимальным сроком уборки посевов льна-долгунца по качеству волокна, его физико-механическим свойствам и прядильной способности считается фаза ранней желтой спелости. Уборку проводят в сжатые сроки – за 10–12 дней. На семеноводческих посевах оптимальный срок уборки – фаза желтой спелости, убирают семена за 5–6 дней.

Если хозяйство начинает уборку товарных посевов в фазе желтой спелости, которая длится 5–7 дней, то существует опасность часть урожая убирать в фазе полной спелости. При полном созревании льна-долгунца волокно становится хрупким, грубеет, при обработке дает много отходов, стебли труднее вылеживаются. Зеленцовая треста льна, убранного в фазе цветения, отличается плохой отделимостью луба, дает высокий процент недоработки, выход волокна уменьшается на 25 %. Кроме того, недозревшие (зеленые) семена, как правило, нежизнеспособны.

При любых способах уборки важно правильно определить фазу спелости льна на корню. В производственных условиях фазу спелости определяют по длине стебля, освободившегося от листьев, по цвету коробочек и содержащихся в них семенах.

Если перед уборкой глазомерно определить фазу спелости трудно, то по диагонали выбранного участка равномерно выбирают 1 000 растений для пробы. Затем раскладывают их в ленту и отбирают из них для анализа 50 растений. Отделяют все коробочки, сортируют их по цвету, просматривают семена и определяют процент содержания: зеленых коробочек с недоразвитыми и зелеными семенами; желто-зеленых коробочек с бледно-зелеными семенами и желтым носиком; желтых коробочек с желтыми семенами; бурых коробочек с коричневыми семенами. В фазе ранней желтой спелости в 65–75 % желто-зеленых коробочек семена бледно-зеленые с желтым носиком.

Полеглый лен убирают в самые ранние сроки, предельный срок – конец фазы цветения. Полеглый и засоренный лен резко снижает производительность уборочных машин.

Уборку льна проводят по различным технологиям в зависимости от климатических условий, специализации хозяйства (семеноводческое или несеменоводческое), уровня урожайности, наличия технических средств, способов первичной обработки льна.

Наиболее эффективный способ уборки льна – комбайновый. Основные требования к качеству работы комбайнов: чистота теребления – не менее 99 %, механические повреждения стеблей (обрыв) – не более 5, потери семян – не более 5, повреждение семян – не более 1 %, растянутость стеблей в ленте – не более чем 1,2 раза общей длины стебля, растянутость снопов – не более 1,3 раза, тугость вязки – 85 %, невязь снопов – не более 3 %.

Лен – культура, требующая бережного отношения как к стеблям, так и к семенам, поэтому льноуборочные машины необходимо тщательно настроить.

Льняной ворох, полученный при очесе стеблей комбайнами, состоит из коробочек, семян (до 25 %), путанины и других примесей (10–16 %), а влажность вороха достигает 60–65 %, в том числе семенных коробочек – 40–50 %. Поэтому льноворох немедленно сушат в сушилках, после чего обрабатывают для выделения и очистки семян. От режимов сушки и переработки льновороха зависят сохранение урожая и качество. При хранении сырого льняного вороха в течение 2–3 ч происходит его самосогревание, что ведет к увеличению зараженности и порче семян.

Перед началом уборки определяют не только густоту стеблестоя льна, но и плотность расстилаемой ленты. Толщину ленты определяют, умножая ширину захвата секций льнокомбайнами на количество стеблей на 1 м². Толщину ленты определяют с помощью проб, взятых в разных ее местах. При норме расстила льносоломы для получения тресты 1–3 раза производят оборачивание лент в процессе вылежки (на 3–6-й день), второй раз – в середине вылежки (на 12–16-й день после теребления), третий – перед подъемом тресты для того, чтобы быстрее подсох нижний слой стеблей в ленте и равномернее проходил процесс вылежки в верхних и нижних слоях соломы.

Льняной ворох выгружают на площадки отсеков сушилок, доводя его слой до 0,4–1,7 м в зависимости от влажности и типа сушилки. Температура теплоносителя не должна превышать 45 °С (для посевных семян – 40 °С). Сушат ворох до влажности семян 8–12 %. Семена могут потерять всхожесть из-за

гибели зародыша под влиянием температуры нагрева, превышающей предельно допустимую.

Как только сушка вороха заканчивается, его продувают в течение 2–5 ч холодным воздухом для выравнивания влажности по толщине слоя и уменьшения микроповреждений семян при обмолоте вороха. Высушенный ворох обмолачивают при постоянном контроле за качеством обмолота. При сушке и переработке вороха не допускается снижение всхожести семян более 2 %, дробление их – более 1%, невозвратимые потери не должны превышать 3 %. Семена своевременно очищают и сортируют.

Первичная обработка льна-долгунца имеет большое разнообразие по видам реализуемой продукции (солома, треста, длинное и короткое волокно, семена). Она включает приготовление из соломы тресты, сушку тресты и трепание. Треста – льняная солома и конопляная, обработанная термически, биологически или химически. При данной обработке в соломе разрушаются пектиновые вещества, связывающие древесину и покровные ткани с волокнистыми пучками, что создает хорошие условия для дальнейшего отделения волокна.

В настоящее время 80–85 % тресты готовят в льносеющих хозяйствах путем расстила соломы на стлищах и до 20 % – на льнозаводах. Льносолома при росяной мочке дает стланцевую тресту, водно-воздушной – моченцовую, при обработке водяным паром – паренцовую тресту.

Мочка льна – процесс отделения луба (волокна) от древесины стеблей льна. Стланцевыми называют стелющиеся формы деревьев и кустарников, у которых ствол и крона растут вдоль земли, только молодые концы ветвей могут принимать вертикальное положение.

Основной хорошо изученный способ получения тресты – росяная мочка стеблей льна, при которой солому расстилают тонким слоем на стлище. Необходимая влажность стеблей достигается за счет выпадающих рос и осадков. При этом пектиновые вещества разрушаются в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Основными микроорганизмами, принимающими участие в получении стланцевой тресты, являются низшие грибы и бактерии, главные из них – грибы *Cladosporium herbarum* Zink, *Alternaria tenuis* Nees и др., а также анаэробные бактерии и дрожжи – *Bac. Subtilis*, *Bac. megaterium*, *Bac. mycoiotes* и др. Источник микрофлоры – почва.

Основные факторы росяной мочки – тепло, влага, аэрация и свет. Под воздействием ультрафиолетовых лучей и света стебли приобретают белизну и блеск. На вылежку льносоломы положительно влияют ровный рельеф, постоянный воздухообмен. Оптимальными условиями жизнедеятельности пектино-разлагающих микроорганизмов считают температуру 14–20 °С без резких колебаний в течение суток, влажность соломы 40–60 %, высоту льна над почвой 8–10 см. Лучший срок расстила на солому – I декада августа.

Партия льносоломы, предназначенная для реализации, должна быть одного селекционного сорта, однородна по условиям выращивания, также по степени вылежки (треста). Солома и треста должны быть связаны в снопы диаметром соответственно не менее 13 и 17 см, помещены комлем в одну сторону и вы-

равнены по комлю. Засоренность соломы и тресты допускается не более 10 % (нормированная 5 %), влажность – 25 % (нормированная 19 %).

При подготовке семян льна-долгунца с семеноводческих посевов учитывают их чистоту, влажность и всхожесть, с несеменоводческих посевов (при нормальном внешнем виде) – только чистоту и влажность.

Полученное в хозяйствах длинное волокно перед реализацией сортируют и связывают в кулитки по 3–4 кг при длине льна не менее 70 см.

Особенности агротехники льна масличного. Посев узкорядный с нормой высева 12–15 млн всхожих семян на 1 га. Через 3–4 дня после посева проводят довсходовое боронование легкими боронами, разрушают почвенную корку ротационной мотыгой, применяют в фазе елочки гербициды, при массовом появлении вредителей опрыскивают посевы химическими препаратами.

Лен масличный убирают при созревании 60–70 % коробочек двухфазным способом или прямым комбайнированием в фазе полной спелости. Высота среза стеблей 12 см. Валки подбирают через 6–7 дней. Наибольшего экономического эффекта достигают при поточном методе уборки. Льняной ворох немедленно очищают. После доработки и сушки семена влажностью не более 12 % засыпают на хранение.

Вопросы для самоконтроля

1. Ботаническая характеристика льна-долгунца.
2. Агротехника льна-долгунца.
3. Уборка культуры.
4. Что такое треста? Как ее получают?
5. Особенности агротехники льна масличного.

Тема 14. Разбивка полей на севообороты и обоснование их структуры

Ключевые вопросы темы

1. Разбивка полей с учетом реакции почвенной среды.
2. Разбивка полей с учетом гранулометрического состава почв.
3. Набор культур, определенный в соответствии с физическим, гидрологическим и агрохимическим состоянием полей.
4. Технологические схемы возделывания культур в севообороте.

Предположим, в рассматриваемом хозяйстве при обследовании физических, химических и гидрологических свойств почвы установлено, что по общей ее характеристике всю пашню (3 000 га) можно разбить на три категории.

Примечание. Площадь севооборотов: № 1 – 150 га, № 2 – 630, № 3 – 880, № 4 – 440, № 5 – 360, № 6 – 330, вне севооборотного участка – 210 га.

1. Почвы площадью 150 га (5 % общей площади) имеют $pH_{\text{сол}}$ 4,7–5,0 (сильнокислые). Данная группа полей требует первоочередного известкования, без этого на них можно возделывать только кислото-терпимые культуры – овес, лядвенец рогатый, люпин желтый, клевер гибридный, пелюшку.

На первом этапе отбора культур по агроклиматическим условиям лядвенец рогатый и люпин желтый не были включены в список желательных, поскольку у лядвенца трудное семеноводство, а люпин желтый сильно поражается болезнями. Однако при наличии семян эти культуры на данной почве обеспечат больший сбор корма, чем другие.

Без известкования, доведения $pH_{\text{сол}}$ до 5,6–5,8 пелюшка, овес и клевер гибридный также не дадут потенциально высокого урожая, они лишь меньше других культур страдают от повышенной кислотности.

До химической мелиорации удовлетворительные урожаи корма можно получать в севообороте 1.

2. Почвы площадью 630 га (21 %) имеют $pH_{\text{сол}}$ 5,2–5,5 (среднекислые). По кислотности и насыщенности основаниями эти почвы пригодны для возделывания любых из выбранных культур, кроме люцерны, козлятника восточного и кукурузы.

Для получения наибольшего урожая необходимо с помощью известкования довести $pH_{\text{сол}}$ до 5,8–6,0. До известкования хорошие урожаи полевых культур можно получить в севообороте 2. После известкования структуру севооборота можно уточнить с введением в него более высокопродуктивных культур.

3. Почвы площадью 1320 га (44 %) имеют $pH_{\text{сол}}$ 5,6–6,4 (слабокислые). Эту группу полей рациональнее разбить на два севооборота: 3-й (880 га) с $pH_{\text{сол}}$ 5,6–5,9 и 4-й с $pH_{\text{сол}}$ 6,0–6,4. В севообороте 3 с $pH_{\text{сол}}$ 5,6–5,9 можно разместить вико-овсяную смесь с подсевом клевера лугового двуукосного и овсяницы луговой, многолетние травы первого и второго года пользования, подсолнечник, ячмень, горох, кормовую свеклу, вику посевную на семена.

В севообороте 4 с $pH_{\text{сол}}$ 6,0–6,4 можно разместить наиболее требовательные к уровню реакции почвенного раствора и плодородию почвы культуры – люцерну, кукурузу, сою, кормовую полусахарную свеклу. В таких условиях можно получить наибольшую продуктивность гектара и более эффективно использовать плодородные земли.

4. Почвы площадью 210 га (7 %) – выводное поле. Почвы, близкие к нейтральным, с $pH_{\text{сол}}$ 6,5–6,8, гидролитической кислотностью 1,0–0,5 мг · экв/кг почвы, суммой поглощенных оснований 14–16 мг · экв/кг почвы, степенью насыщенности основаниями 93–94 %. Почвы пригодны для возделывания любой из выбранных культур, однако наибольший сбор кормов и растительного белка на этом участке можно получить при выращивании козлятника восточного, причем рациональнее сделать участок внесевооборотным и использовать посев 20 лет и более.

Вторая категория. Почвы площадью 360 га (12 % общей площади) – супесчаные, расположенные на склонах с уклоном до 4°, с глубиной пахотного слоя 25–30 см; содержание гумуса 0,9–1,3 %, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора низкое, обменного калия низкое и среднее, подвижных бора и молибдена низкое. Глубина залегания грунтовых вод – более 1,5 м. Влажность почвы, соответствующая 100 % ППВ, 24 % АСВ почвы (неудовлетворительный водный режим). При сравнительно небольшой кислотности малы сумма поглощенных оснований и степень насыщенности ими почвы. Такие почвы

имеют низкую буферность, а растения на них отличаются низкими коэффициентами использования элементов питания из минеральных удобрений. Для повышения емкости поглощения и степени насыщенности основаниями целесообразно известковать почвы доломитовой мукой для повышения содержания в них кальция и магния. Это повысит буферность почвы и эффективность применения минеральных удобрений. Кроме того, для повышения содержания органического вещества в почве необходимо включить в севооборот подсевные сидеральные культуры. До улучшения физико-химических свойств почвы в севообороте 5 можно разместить культуры, при возделывании которых с минимальными затратами азотных удобрений можно получить удовлетворительные урожаи и обеспечить положительный гумусовый баланс.

Третья категория. Почвы площадью 330 га (11 % пашни) – тяжелосуглинистые и глинистые, расположенные на ровных низинах, с глубиной гумусового слоя 30–35 см и равновесной плотностью 1,41 г/см³. Из-за тяжелого гранулометрического состава и высокой равновесной плотности почвы ограничиваются возможности бобовых культур фиксировать азот воздуха вследствие пониженной аэрации почвы. Другие культуры могут формировать высокий урожай на таких почвах, из корнеплодов здесь лучше выращивать брюкву.

Влажность почвы, соответствующая 100 % ППВ, составляет 29 % АСВ почвы – хорошие гидрологические свойства. Глубина залегания грунтовых вод – 0,6–0,9 м. В пахотном слое почвы содержится 2,7–3,1 % гумуса. Содержание легкогидролизуемого азота среднее, подвижного фосфора и обменного калия среднее и повышенное, бора и молибдена среднее. Высокая емкость поглощения и степень насыщенности основаниями удовлетворяют любую из выбранных культур. Наибольшую кормовую продуктивность в этих условиях обеспечит севооборот 6.

Набор культур, определенный в соответствии с физическим, гидрологическим и агрохимическим состоянием полей, может быть уточнен с учетом необходимой структуры кормовой базы. Описанный вариант с шестью севооборотами и выводным внесевооборотным участком включает следующую структуру посевных площадей: зерновые – 21 % (614 га), зерновые бобовые – 13 % (397 га), силосные – 7 % (223 га), сочные корма (корнеплоды и картофель) – 14 % (433 га), зеленые корма – 9 % (255 га), культуры на сенаж и сено – 36 % (1 078 га). В структуре посевных площадей бобовые культуры составляют 56 %, благодаря этому можно свести к минимуму применение дорогостоящих и небезопасных с экологической точки зрения азотных удобрений. Грубые корма – сенаж и сено, приготовленные из люцерны, козлятника восточного и клевера, вполне сбалансированы по белку. Углеводистые корма – корнеплоды, картофель, а также концентрированные корма из ячменя и овса можно сбалансировать по белку, включая в их состав горох, пелюшку и сою (последняя сбалансирует их и по незаменимым аминокислотам).

Очень важно проводить нарезку севооборотов на местности не по территориальному принципу, а в зависимости от физических свойств и химического состава почвы с учетом контурно-мелиоративной организации территории. В

этом случае поля одного севооборота могут быть расположены в разных концах хозяйства, а поля двух или трех севооборотов – соседствовать.

Это обусловлено тем, что во многих районах Центрального Нечерноземья, Западной и Восточной Сибири, в предгорной зоне Северного Кавказа гранулометрический и химический составы соседних полей сильно различаются. При территориальном размещении в один севооборот попадают поля с супесчаной и суглинистой почвой, с кислой реакцией среды и близкой к нейтральной, с близким и глубоким стоянием грунтовых вод. Именно из-за этого спроектированные по территориальному принципу севообороты в названных регионах редко осваивались полностью, поскольку реализовать их практически невозможно.

Определив структуру севооборотов, состав культур и сортов в них, разрабатывают технологические схемы возделывания культур в севообороте, обеспечивающие получение наибольшего урожая.

Технологические схемы возделывания культур в севообороте. Содержание технологической схемы возделывания культуры зависит от особенностей биологии культуры и сорта, включенных в севооборот, цели использования культуры, физико-химических и гидрологических свойств почвы. Главная задача технологии – полное удовлетворение требований биологии культуры, снижение с помощью технологических приемов негативного влияния нерегулируемых и частично регулируемых факторов на формирование урожая.

Рассмотрим технологические схемы возделывания культур на примере приведенных ранее севооборотов.

Севооборот 1. Почва в этом севообороте сильнокислая ($pH_{\text{сол}} 4,7-5,0$), с гидролитической кислотностью 5,5–3,8, а значит, и с высоким содержанием полуторных оксидов. Коэффициенты использования элементов минерального питания на такой почве будут минимальными, а, следовательно, высокий урожай любой культуры получить невозможно.

Известкование следует провести осенью сразу после уборки пелюшки. Норма извести зависит от уровня исходного pH конкретного поля и уровня pH, до которого планируется сдвинуть реакцию почвенного раствора. Например, почва на данном поле имеет $pH_{\text{сол}} 4,7$, планируется довести реакцию почвенного раствора до слабокислой ($pH_{\text{сол}} 5,7$). Учитывая, что в среднем при внесении 1 т CaCO_3 pH сдвигается на 0,1 единицы, норма CaCO_3 на этом поле составит 10 т (норма доломитовой муки с учетом влажности и примесей в известковых материалах примерно 12 т/га).

Очень важно равномерно распределить известь по полю, пестрота в известковании вызовет неравномерность в росте и развитии каждой культуры в течение нескольких лет. Немедленно после распределения известковых материалов по поверхности почвы необходимо с помощью двукратного дискования перемешать их с верхним слоем почвы. Если до дискования пройдут дожди, то известковые материалы смойются в микропонижения, после высыхания из них образуются мелкие комки, эффективность известкования снизится.

Следующая задача – равномерно распределить известковые материалы по пахотному слою почвы. Этого можно добиться вспашкой плугом без пред-

плужника и глубокой предпосевной культивацией. Такая технология известкования обеспечит снижение кислотности до ожидаемого уровня. Этот процесс будет проходить осенью после заделки извести и в год возделывания первой культуры.

Минеральные удобрения целесообразнее внести весной под культивацию, чтобы предотвратить связывание свежей известью подвижных форм фосфора. После известкования структуру севооборота следует уточнить, заменив клевер гибридный клевером луговым, а пелюшку горохом. Если известкование почвы этого севооборота провести невозможно, то остальные технологические приемы возделывания культур не отличаются от общепринятых. После обмолота семян и уборки соломы пелюшки (пятое поле) вносят фосфорно-калийные удобрения в расчете на урожай овса и на два года пользования посевом клевера гибридного. Вслед за этим проводят лущение стерни дисковыми лущильниками. Через 10–15 дней, когда прорастут сорняки, осуществляют зяблевую вспашку плугом с предплужником на глубину пахотного слоя.

Весной, когда почва достигнет физической спелости, ее обрабатывают комбинированными агрегатами. Азотные удобрения в этом случае применять нецелесообразно, они вызовут усиленный рост овса и большее затенение клевера. Поскольку под овес подсевают клевер гибридный (предпочтительнее сорт Северодвинский как более кислототерпимый) с очень мелкими семенами, то предпосевное прикатывание – обязательный прием.

Заблаговременно протравленные семена вики и овса районированных сортов (Немчиновская 72 и Скакун) высевают с нормой 1,5 млн всхожих семян вики и 2,5 млн всхожих семян овса на 1 га. Завышение нормы посева приводит к большому угнетению подпокровного клевера. Посев культур проводят одновременно зернотравяной сеялкой. Норма посева клевера гибридного 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Глубина посева семян 1,0–1,5 см. При более глубоком посеве большая часть семян клевера не взойдет.

Вико-овсяную смесь убирают на зеленую массу в фазе выметывания метелки овса роторными машинами с одновременной погрузкой массы в транспортные средства. Задержка с уборкой приводит к изреживаемости посевов клевера. На таких полях можно ожидать урожайность вико-овсяной смеси порядка 6–8 т зеленой массы с 1 га. Если осень продолжительная, теплая и клевер перерос, то во избежание весеннего выпревания с наступлением устойчивых осенних холодов, когда ростовые процессы прекратились, его следует скосить на корм роторными машинами с одновременной погрузкой массы в транспортные средства.

Весной стерню овса, если не был проведен позднеосенний укос, сбивают легкой бороной, чтобы она не попала в первый укос и не ухудшила качество корма. Укос следует производить в период от начала бутонизации до начала цветения. При затягивании срока уборки до полного цветения урожай не повышается, качество корма существенно снижается. Последний укос или уборку отавы следует проводить не позднее начала сентября. Более поздний укос приведет к гибели посевов в зимне-осенний период.

В этом севообороте без известкования урожайность клевера гибридного за один укос и отаву может быть порядка 2,5–3,0 т с 1 га. Другие виды многолетних бобовых трав (клевер луговой, ползучий) будут сильно изреженными и дадут еще меньший урожай.

Технология возделывания картофеля в этих условиях не отличается от обычной. На корм можно выращивать урожайные среднеспелые сорта, например, Луговской. Ожидаемая урожайность клубней на таких почвах без их улучшения 8–10 т клубней на 1 га.

После картофеля осенью почву культивируют, уничтожая всходы сорняков. Весной с наступлением физической спелости почвы ее обрабатывают комбинированными агрегатами. Семена пелюшки за 2–3 мес до посева протравливают против грибных заболеваний препаратами на основе беномила, так как они не угнетают клубеньковые бактерии. Перед посевом семена следует обработать раствором молибдата аммония (250 г на 1 т семян), поскольку почвы, как показывает агрохимический анализ, бедны этим элементом. Посев проводят рядовым способом зерновой сеялкой с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га на глубину 4–5 см. Семена перед посевом инокулировать не следует, так как в почвах этой зоны имеются спонтанные специфичные клубеньковые бактерии. Нет необходимости и в послепосевном прикатывании – посев проводят в ранние сроки во влажную среднесуглинистую почву. Для уничтожения всходов сорняков через 6–7 дней после посева следует провести боронование поперек или по диагонали к направлению рядков легкими зубowymi боровами.

Пелюшку убирают на семена двухфазным способом. Скашивают в валки при пожелтении 60–70 % бобов поперек полеглиности или навстречу ей жатками. Подбор и обмолот валков проводят зерновыми комбайнами при влажности семян 16–19 %, обычно через 2–3 дня после скашивания. Другие зерновые бобовые культуры (горох посевной, вика посевная) на таких почвах не дадут и половины того урожая, который можно получить при возделывании пелюшки.

Вопросы для самоконтроля

1. По какому принципу поля в хозяйстве разбивают на севообороты?
2. Как учитывают наличие уклонов, гранулометрический состав почвы и реакцию почвенного раствора при выборе культур для севооборота?
3. Какие еще факторы учитывают при выборе культур для конкретного севооборота?
4. Чем определяется число полей и структура севооборота?
5. Что такое выводные поля? Назовите культуры, которые размещают на таких полях.
6. Как зависит технологическая схема возделывания культуры от особенностей сорта, цели использования культуры, физико-химических и гидрологических свойств почвы?
7. Под какие культуры проводят известкование полей в севообороте и чем это обусловлено?
8. Как определить норму известковых материалов для данного поля?
9. Когда и как проводят известкование?

10. Когда проводят протравливание семян зерновых и зерновых бобовых культур?
11. Семена каких зерновых бобовых культур следует инокулировать? Когда проводят инокуляцию семян?
12. Когда и как применяют борные и молибденовые удобрения?
13. В каких случаях требуется прикатывание посевов и когда оно противопоказано?
14. Расскажите об особенностях возделывания пелюшки на семена.
15. Обоснуйте сроки и способы посева многолетних трав.

Тема 15. Биогенное загрязнение вод в условиях интенсификации аграрного производства

Ключевые вопросы темы

1. Эвтрофирование. Биогенные элементы.
2. Изменение равновесия между планктоном и бентосом.
3. Экологические и санитарно-гигиенические последствия эвтрофирования вод.

Приток питательных веществ как фактор изменения экологического равновесия в водоемах. Возможности определения биогенной нагрузки

Интенсификация сельскохозяйственного производства существенно меняет хозяйственно-биологический круговорот веществ, что нередко приводит к обострению экологических проблем, связанных с функционированием агроэкосистем, в том числе обусловленных состоянием поверхностных и подземных вод, которые не только загрязняются токсичными веществами, но и находятся под воздействием процессов усиленного эвтрофирования (от греч. *eutrophe* – усиленное питание). Являясь фактором-участником в процессах эвтрофирования, сельское хозяйство может оказаться в крайне неблагоприятной ситуации при водообеспечении селитебных территорий, животноводческих комплексов и орошаемых массивов.

Под эвтрофированием нередко понимают обогащение вод питательными веществами, вызывающее *массовое развитие водорослей*. Однако это всего лишь видимая часть сложного естественно-антропогенного процесса, в котором превалируют природные процессы, а воздействие человека играет роль мощного катализатора.

Эвтрофирование (эвтрофикация, эвтрофизация, эвтрофия) вод – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под воздействием антропогенных или естественных (природных) факторов.

Эвтрофирование водоемов как за рубежом, так и в нашей стране интенсивно изучалось в период Международного десятилетия водных проблем (1980–1990 гг.). Начальным этапом процесса эвтрофирования признано избыточное поступление биогенных элементов в водотоки и водоемы. Однако этот процесс не ограничивается поверхностными водами, поэтому в последние годы

термин «эвтрофирование» применяют и для характеристики состояния подземных вод, а также загрязнения зон морей и Мирового океана.

На рисунке 1 показаны основные стадии эвтрофикации водоемов.

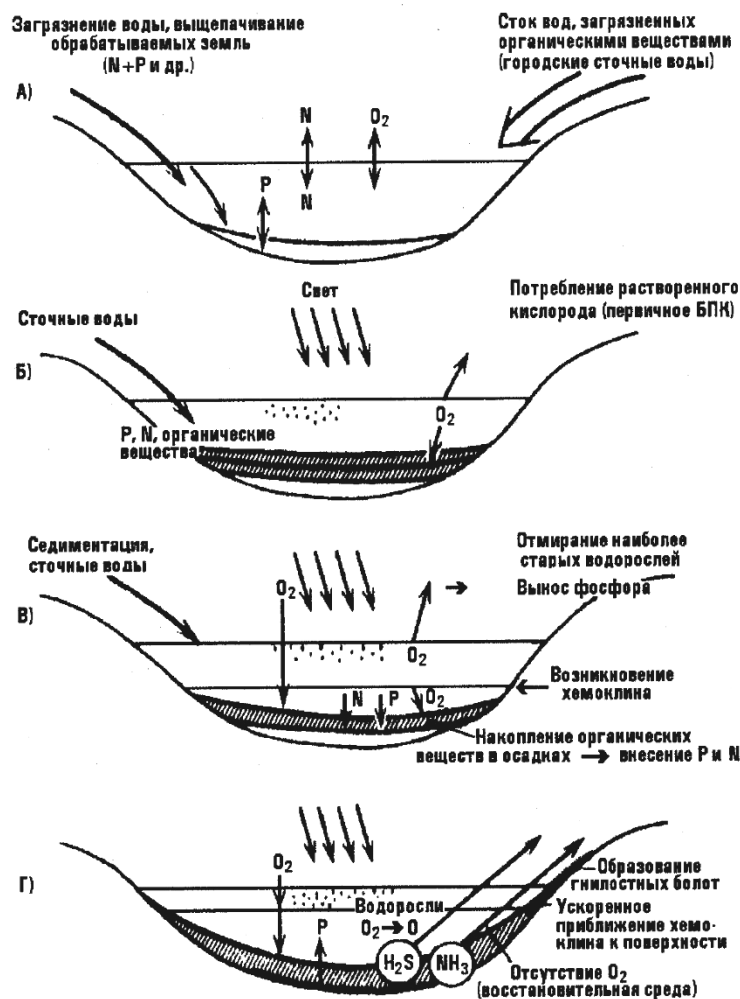


Рис. 28. Основные стадии эвтрофикации водоема (Н.Ф. Реймерс):
 А) 1-я стадия — увеличивающееся загрязнение; Б) 2-я стадия — разложение водорослей; В) 3-я стадия — аэробное разложение, потребление кислорода после отмирания водорослей (вторичное ВПК); Г) 4-я стадия — анаэробное разложение (увеличение вторичного ВПК)

Рисунок 1 – Основные стадии эвтрофикации водоемов

В геологических масштабах времени водоемы постепенно обогащаются биогенами и заполняются поступающими с суши наносами, т. е. эвтрофирование — составная часть природного процесса. Как подчеркивают некоторые исследователи, по своей сущности — это естественный процесс «старения» водоемов, проявляющийся в повышенной продукции органического вещества. Однако хозяйственная деятельность человека значительно ускоряет процесс эвтрофирования: за несколько десятилетий антропогенный фактор эвтрофирования привел к изменениям, которые в естественном ритме произошли бы в водоемах за десятки тысяч лет. Этому способствовало строительство каскадов ГЭС и водохранилищ, рекреационные мероприятия, судоходство, сбросы промышлен-

ных, коммунально-бытовых и животноводческих сточных вод, ливневые стоки селитебных территорий и т.д.

Наиболее быстро процесс антропогенного эвтрофирования развивается в водоемах, площади водосборов которых осваиваются сельскохозяйственным производством. Факторы интенсификации растениеводства и животноводства (механизация, мелиорация и особенно химизация и промышленное производство) стали мощным ускорителем процесса эвтрофирования вод.

Основной составляющей биосферы являются **органогены** (водород, углерод и кислород), которые связаны между собой биологическими и геологическими циклами; повсеместное распространение этих элементов не может ограничивать развитие как биосферы в целом, так и ее квазиприродных (почти природных) единиц – **агроэкосистем**. Элементы, также необходимые для жизнедеятельности организмов, объединены в группу биогенных (биофильных), важнейшие из которых – азот, фосфор, калий, кальций, натрий, сера, магний и др. Недостаток биогенов снижает плодородие почв и становится причиной нарушения нормального функционирования агроэкосистемы.

В то же время биогены, участвуя в различных геохимических и биохимических циклах, поступают в водные объекты, причем наиболее значимые для биологической наземной продуктивности (фосфор, азот, калий) становятся в них лимитирующими, т. е. приобретают ограничивающие свойства, что особенно важно для водных ресурсов, используемых для водоснабжения населения, животноводческих ферм, рыбоводства и т. д.

Результаты проведенных исследований показали, что изменение состояния вод обусловлено не только внешним поступлением в них биогенных элементов, но и внутренними процессами, вызванными изменением экологического равновесия в водоеме. Нарушение равновесия ведет к дисбалансу между уровнями первичной и вторичной биологической продуктивности. Происходит накопление автотрофных гидробионтов, в результате которого в водоеме продуцируется в десятки и сотни раз больше органического вещества, чем попадает вследствие хозяйственной деятельности.

Таким образом, антропогенное поступление биогенов – это этап в развитии эвтрофирования водоемов, к которому в дальнейшем подключаются внутренние биологические процессы, ведущие к интенсивному накоплению органических веществ в воде, т. е. к самозагрязнению.

Явным признаком эвтрофирования как процесса нарушения экологического равновесия водоема следует считать изменение соотношения между двумя жизненными формами водных растений – бентосной и фитопланктонной.

Бентосные растения (от греч. benthos – глубина) развиваются, прикрепившись или укоренившись на дне; это погруженная водная растительность, которая получает необходимые элементы из донных отложений и из воды, что способствует самоочищению водоема.

Интенсивному развитию бентосных водорослей способствует умеренное содержание в воде биогенных веществ. В пресных водах такие условия созда-

ются в неглубоких прудах, в прибрежной зоне озер, в речных заводях, в морях – в мелких заливах.

Если в таких местообитаниях существует достаточное освещение, твердые грунты и слабое движение воды, то создаются оптимальные условия для жизни фитобентоса. При отсутствии движения воды и ее недостаточном обогащении биогенными веществами бентосные водоросли растут плохо.

Такие условия существуют в скалистых бухтах с большим уклоном дна и значительными глубинами в центре, так как биогенные вещества из донных отложений не выносятся в верхние горизонты. К тому же макроскопические морские водоросли, служащие субстратом для ряда бентосных водорослей, в подобных местообитаниях могут отсутствовать.

Основное условие устойчивого фотосинтеза бентосных растений – проникновение сквозь толщу воды достаточного количества света, что находится в прямой зависимости от второй жизненной формы растений водоема – фитопланктона (от греч. *phyto* – растение и *planktos* – блуждающий), который представлен множеством видов водорослей (отдельные клетки, их скопления, или «нити», которые держатся либо на поверхности воды, либо вблизи от нее).

При высокой численности фитопланктона вода становится *мутной*, а ее *цвет – темно-зеленым* (цветение воды), в результате поглощается практически весь солнечный свет и бентосные растения могут развиваться только на мелководье, когда часть их выступает над поверхностью воды. При этом глубоководные части водоемов лишаются поступления растворенного кислорода.

Особенностью фитопланктона является поглощение биогенов из воды. Кислород, выделяемый им в процессе фотосинтеза, перенасыщает верхний слой воды и улетучивается с ее поверхности в атмосферу.

Озера, подверженные эвтрофированию, иногда называют мертвыми, но с биологической точки зрения это неправильно, поскольку общая биопродуктивность фитопланктона может значительно превышать аналогичный показатель бентосной растительности. Планктоном иногда питаются крупные популяции некоторых рыб, избегающих глубоких, обедненных кислородом слоев воды.

Следующим процессом нарушения равновесия в водоеме является отмирание фитопланктона, ведущее к накоплению на глубине огромного количества детрита. Как наиболее легко минерализуемая часть органического вещества, он служит источником питания и энергии для микроорганизмов.

Питающиеся детритом редуценты, в основном бактерии, как и другие обитатели водоема, потребляют в процессе дыхания кислород, сокращая таким образом до критического его содержание в воде, что проявляется как замор обитателей на глубине рыб и других представителей животного мира водоема.

Бактерии же в таких условиях выживают, продолжая разложения детрита на биогенные составляющие за счет анаэробного брожения. Конвекционные потоки возвращают биогены к поверхности, что обеспечивает постоянный внутренний источник питания фитопланктона.

Ослабление процесса, нарастающего эвтрофирования происходит при резком сокращении поступления биогенов извне и снижении температуры до уровня, не достигающего оптимального для преобладающих видов водорослей.

Так, установлено, что при средней температуре воды ниже 11 °С ее цветение маловероятно. Поэтому неудивительно, что в водохранилищах Дона и Днепра происходит интенсивное эвтрофирование: здесь цветет около 90 % акватории; в Волжском каскаде этот процесс также сопровождается интенсивным цветением, охватывая свыше 70 % акватории Волги, а в сибирских водохранилищах, которые также подвержены процессам эвтрофирования, цветение сдерживается более низкими температурами воды.

Для определения биогенной нагрузки наводные объекты зарубежными и отечественными исследователями предложены различные методы расчета, в том числе и на основе оценки выноса биогенных веществ с аграрных территорий.

В Гидрохимическом институте Роскомгидромета на основании результатов полевых наблюдений разработано около 60 частных моделей выноса азота в форме NH_4^+ и более 90 – в форме NO_2^- , также установлены зависимости смыва NO_3^- и PO_4^{3-} с аграрных территорий. Особый интерес представляют модели прогнозирования биогенной нагрузки, ориентированные на решение оптимизационных задач с помощью методов линейного и динамического программирования.

При расчете поступления биогенных веществ от рассредоточенных источников рекомендуется рассматривать три основных комплекса: *гидрологический, почвенно-эрозионный и почвенно-химический*.

Гидрологический комплекс включает характеристики, отражающие зависимость выноса биогенов от поверхностного и почвенного стоков, инфильтрации, испарения, густоты гидрографической сети, особенностей гидрологического режима, интенсивности осадков, изменчивости снеготаяния, уклонов рельефа, водно-физических свойств почв, степени покрытия водосборов растительностью и множества других факторов.

Почвенно-эрозионный комплекс включает систему характеристик, отражающих изменчивость гранулометрического состава почв, их физических свойств и различных зон накопления биогенных веществ (поверхностной, верхней, нижней и зоны грунтовых вод). Многочисленные исследования миграции загрязняющих почву веществ по вертикали позволили детально выявить особенности распространения биогенных веществ в реальных условиях. Имеются также уравнения для расчета транспорта выносов с поверхностным стоком.

Почвенно-химический комплекс включает характеристики, учитывающие трансформацию загрязняющих и биогенных веществ в ходе их миграции.

Для ориентировочной оценки поверхностного сноса и выноса биогенных веществ из почвы рекомендуется агрохимический подход, основанный на зависимости их потерь от процессов вымывания и выщелачивания, а также от выноса с урожаем.

2. Экологические и санитарно-гигиенические последствия эвтрофирования вод. Проблема биогенного насыщения вод приобретает глобальный характер из-за негативных последствий его проявления. Важно объективно оценить пределы безопасного присутствия биогенных элементов в водоеме.

По трофности различают 5 типов водоемов, которые можно расположить по возрастанию этого показателя в следующем порядке:

1) дистрофные (dys – нарушение) – с плохо развитой растительностью и высоким содержанием гумусовых кислот;

2) олиготрофные (oligos – мало) – с низкой продуктивностью (глубокие озера);

3) мезотрофные (mesos – средний) – с оптимальным состоянием в теплый период года;

4) эвтрофные (ev – хорошо, усиленно) – с высоким поступлением биогенов;

5) гипертрофные (gureg – чрезмерное превышение нормы) – с катастрофически высоким поступлением биогенов.

Наиболее распространенным проявлением эвтрофирования водоемов является цветение воды. Оно свойственно всем гипертрофным водоемам и обусловлено массовым развитием синезеленых водорослей. Этот процесс как явное последствие эвтрофирования вод интенсивно изучается гидробиологами, гидрохимиками, токсикологами, альгологами. Ниже приведена характеристика четырех стадий цветения воды.

Стадия цветения воды	Количество биомассы фитопланктона, г/м ³ воды
Отсутствие цветения	Менее 2,5
Начальное цветение	От 2,5 до 10
Умеренное цветение	От 10 до 100
Интенсивное цветение	От 100 до 500

Первая и вторая стадии благоприятны для экосистем водоема; третья допустима; четвертая опасна, так как цветение вызывает изменение свойств воды и приводит к замору рыб. На четвертой стадии происходит изменение микробных ценозов водоема; при этом меняются биологические, физико-химические и органолептические показатели воды, что приводит к возрастанию риска заболеваемости людей.

Уровень эвтрофирования водоемов можно также оценить по содержанию в планктоне хлорофилла, мкг/л:

- олиготрофное состояние – 0,1–1,0;
- мезотрофное – 1–10;
- эвтрофное – свыше 10.

Как последствие эвтрофирования вод вероятна полная утрата водоемом хозяйственного и биогеоценотического значения.

Процессы эвтрофирования стимулируют возникновение ряда специфических заболеваний. Например, у рыбаков после повышенной физической нагрузки и переохлаждения отмечают болезнь, которая характеризуется следующими симптомами: появляется острая мышечная боль; затрудняется дыхание; моча становится бурого цвета из-за распада мышечной ткани и выведения почками гемоглобина; поражаются нервная и кровеносная системы, внутренние органы;

в итоге развивается паралич диафрагмы и межреберных мышц, что приводит к летальному исходу.

Изучение причин возникновения и развития этого заболевания показало, что оно связано с массовым развитием в водоемах синезеленых водорослей. Дело в том, что эти водоросли, особенно *M. aeruginosa*, обладают активной тиаминазой, которую они выделяют в среду обитания. При нахождении в воде большого количества водорослей (0,6–5,0 мг/л) активность тиаминазы в организме рыб повышается. Разложение тиамина приводит к гиповитаминозу, а затем и авитаминозу В₁.

Использование в пищу такой рыбы вызывает отравление и ведет к хроническому гиповитаминозу. При высокой мышечной нагрузке и переохлаждении возрастает потребность в тиамине и кислороде, что обуславливает развитие острого авитаминоза В₁. Сильный авитаминоз приводит к летальному исходу, слабый – к нарушению функций желудочно-кишечного тракта и к аллергии. Токсины синезеленых водорослей отнесены к высокотоксичным природным соединениям, которые действуют на центральную нервную систему, а также нарушают углеводный и белковый обмен.

Токсичное действие вод эвтрофированного водоема может быть также обусловлено накоплением нитратов и нитритов. В период активной жизнедеятельности и после отмирания водоросли пополняют водоем значительным количеством азотсодержащих веществ, в том числе и биологически активных аминов, которые, взаимодействуя с нитратами и нитритами, могут образовывать высококанцерогенные нитрозоамины.

В летние месяцы биопродуктивность фитопланктона в прибрежных зонах некоторых водохранилищ может достигать 5 кг/м³. На участках сгона водорослевой массы создаются анаэробные условия, при которых в воду экстрагируется значительное количество различных аминов. Этот процесс усугубляется нарушением самоочищения из-за возникновения резкого дефицита кислорода, связанного с оседанием отмирающих колоний водорослей. При усилении анаэробного обмена в глубинной зоне водоема образуются метан, аммиак, сероводород.

Ведущую роль в процессе образования нитрозоаминов играют бактерии и их ферменты, и чем выше ферментативная активность микрофлоры, тем с большей скоростью осуществляется этот процесс.

В целом нитрозоамины считаются устойчивыми соединениями, поэтому при водопользовании и водопотреблении контролируют их концентрацию в соответствии с утвержденными ПДК (например, в воде ПДК диэтилнитрозоамина составляет 0,006 мг/л). Величины допустимой антропогенной нагрузки водоемов биогенными веществами в существенной степени зависят от естественных условий, в которых находится данный водный объект. Так, результаты исследования фотохимического разложения нитрозоаминов при искусственном и солнечном освещении показали, что на этот процесс могут влиять присутствие кислорода и pH воды. При оптимальных условиях полупериод разложения этих соединений в некоторых водоемах может сократиться до одного дня, в то время

как полупериод их гидролитического разложения составляет 3–11 лет, а биологического – от 15 мес до 7 лет.

Вследствие высокой динамичности процессов эвтрофирования усложняется процессу становления эвтрофного статуса водного объекта. Одним из простых способов оценки этого показателя является соответствие фактической концентрации биогенных веществ предельно допустимым.

Согласно единым критериям качества воды, в странах Восточной Европы для поверхностных вод первого класса, используемых для водоснабжения пищевой промышленности, коммунального хозяйства, разведения ценных пород рыб, предельно допустимое содержание аммонийного азота составляет 0,1 мг/л, нитратного – 1, общих фосфатов – 0,005 мг/л. Регламентирование биогенного насыщения вод в зависимости от развития процессов эвтрофирования является сложной задачей, поскольку существенную роль играет воздействие дополнительных факторов, таких как проточность воды, условия ее аэрирования и т. д. Экологические нормативы по неорганическому азоту, используемые исследователями США, составляют от 0,03 до 0,10 мг/л; в Германии ПДК для нитратов в питьевой воде – 50 мг/л, а в воде для грудных детей – не более 10 мг/л. Во избежание усиленного роста водорослей концентрация азота и фосфора в водоемах Англии ограничена значениями от 0,30 до 0,01 мг/л. В проточных водах допускаются несколько более высокие ПДК.

Роль процессов биологического самоочищения учитывают при обосновании экологических критериев. Так, по результатам многолетних исследований водохранилищ Днепровского каскада для сохранения экосистем предложены следующие предельные концентрации: азота – 0,4–1,8 мг/л, фосфора – 0,03–0,1 мг/л.

Следующим фактором риска при использовании эвтрофированных водоемов является изменение природных условий обитания возбудителей и переносчиков некоторых заболеваний (шистосоматоз, описторхоз, трипаносомоз), а также создание благоприятных условий для развития промежуточных форм возбудителей и переносчиков паразитарных болезней. Общеизвестно, что вода может являться фактором передачи возбудителей многих бактериальных и вирусных болезней.

При эвтрофировании пресноводных и морских водоемов значение данного фактора возрастает, поскольку при этом меняются микробные ценозы и генетические свойства возбудителей инфекционных болезней людей. Среди различных заболеваний, передающихся водным путем, особое значение имеет группа кишечных инфекций бактериальной и вирусной этиологии. Для этой группы инфекций отмечено опасное увеличение фактора риска заболеваемости при эвтрофировании поверхностных вод. Вода эвтрофированных водоемов становится опасной не только для человека и животных при прямом использовании вне обработанном виде (купание, водопой животных, рыбоводство и др.), но и для водопроводных сетей. Во время нормальной работы водопроводных станций масса водорослей в очищенной воде составляет не более 0,08 мг/л.

В период интенсивного развития водорослей в водоеме их масса в водопроводной воде может превышать 2 мг/л. Синезеленые водоросли обладают

низкой способностью к коагуляции, в результате образуются мельчайшие, плохо оседающие хлопья. Для удаления большей части водорослей используют микрофилтры, что позволяет удерживать до 90 % клеток синезеленых водорослей, но при гораздо меньшей скорости фильтрования, т. е. снижается производительность водоподготовки. Однако применяемые методы не позволяют избавиться от биологически активных веществ, обладающих токсичностью. Для снижения содержания в питьевой воде токсичных продуктов обмена фитопланктона применяют очистку активированным углем, озонирование, коагуляцию повышенными дозами коагулянтов.

Установлено, что фитопланктон эвтрофированных водоемов опасен не только в период развития и активной жизнедеятельности, но также при старении и после гибели. По литературным данным, максимальная токсичность воды достигается после разрушения клеток водорослей. Этот факт имеет большое практическое значение с гигиенической и экологической точек зрения. Если токсичность воды обусловлена попаданием в нее токсинов из разрушенных клеток и не связана с водорослевым детритом и клетками, то это обстоятельство следует учитывать при разработке мероприятий, препятствующих потреблению токсикантов человеком, а также при проведении водоподготовительных мероприятий. Наиболее важно установить период максимального поступления токсинов в воду. Однако если процесс цветения можно наблюдать визуально и оценивать, используя несложную инструментальную базу, то определение токсичности этого процесса требует применения достаточно сложных методов анализа. При этом следует учитывать, что проявление максимальной токсичности зависит от конкретных условий, сложившихся в водоеме.

Токсины, образующиеся в результате жизнедеятельности и посмертного разложения биомассы синезеленых водорослей, относятся к полипептидам, обладающим высокой биологической активностью по отношению как к теплокровным организмам, так и к отдельным гидробионтам, включая микроорганизмы. Наличие в питьевой воде даже небольшого количества токсинов этих водорослей приводит к возникновению патологических изменений в организме человека и животных. Альготоксины оказывают влияние на многие органы и системы; степень его проявления зависит от индивидуальной чувствительности; обычно наиболее выражены изменения, происходящие в нервной системе.

Основные гидрологические изменения в различных природных комплексах произошли в исторически обозримом прошлом под влиянием расширения земледельческих площадей, что явилось мощным фактором формирования современного агроландшафта.

В целом все водные бассейны, особенно бассейны крупных рек, – это территории высокой антропогенной нагрузки.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое эвтрофирование водоемов?
2. Рассмотрите природные и антропогенные процессы, ускоряющие ритм развития зарастания водоемов.

3. Что такое бентос и планктон? Вследствие чего нарушается баланс между ними?
4. Различия вариантов по трофности.
5. Санитарно-гигиенические последствия эвтрофированности водоемов.

Тема 16. Животноводческие комплексы и охрана природы

Ключевые вопросы темы

1. Отрицательное влияние отходов животноводства на окружающую природную среду.
2. Методы очистки и утилизации навозных стоков.
3. Земледельческие поля орошения (ЗПО).
4. Использование биотехнологии для переработки отходов животноводства.

1. Отрицательное влияние отходов животноводства на окружающую природную среду. При переводе животноводства на промышленную основу возникла проблема утилизации навозных стоков и бесподстильного навоза. Вблизи животноводческих комплексов и ферм промышленного типа особую угрозу окружающей среде представляют скопления навоза, а также нитратное и микробное загрязнение почв, фитоценозов, поверхностных и грунтовых вод. Например, на молочных фермах промышленного типа годовой выход навоза составляет в среднем 25,55 тыс. т на 1 тыс. голов.

Поэтому при выборе места для размещения животноводческих комплексов должны быть обоснованы возможности утилизации навоза и производственных стоков с учетом природоохранных требований. При этом учитывают орографические (геоморфологические), эдафические, метеорологические, гидрологические и гидрогеологические факторы, наличие и состояние лесной растительности, сельскохозяйственных угодий (для утилизации навоза в виде удобрений) и селитебных территорий.

2. Методы очистки и утилизации навозных стоков. При стойловом содержании скота используют следующие технологические схемы утилизации навоза:

- многоступенчатая очистка (с применением гидросмыва) с разделением навоза на твердую и жидкую фракции (первую помещают в штабеля, а вторую – в аэротенки и иные установки для обеззараживания и очистки, из которых она поступает в пруды – накопители осветленных стоков и на земледельческие поля орошения);
- использование стоков для производства торфокомпостных смесей, которые вывозят на поля биотермического обеззараживания (этот способ рекомендуется для небольших ферм);
- очистка стоков с помощью прудов-накопителей и навозохранилищ (отходы при гидросмыве направляют в приемники и хранилища, где жидкость

расслаивается на фракции, обеззараживается и идет на поля фильтрации и в водоем; твердая фаза направляется на сельскохозяйственные угодья);

- самоочищение и утилизация отходов в естественных водоемах, когда осветленная жидкость из очистных сооружений стекает в пруд-накопитель и далее в водоемы, а осадок используют для изготовления удобрений;

- анаэробная переработка (метаногенез), или сбраживание жидкого навоза, благодаря которому в нем гибнут патогенные микроорганизмы, навоз теряет неприятный запах, а семена сорных растений – всхожесть (одновременно получают топливо – метан).

Разделение навоза на жидкую и твердую фазы проводят с помощью виброфильтров, центрифуги или установки с вибростенками (грохоты) и шнековыми прессами.

При этом влажность навоза снижается с 90–95 до 62–65 %. Твердую фазу навоза в штабелях (буртах) обеззараживают за счет биотермического самосогревания до 60–70 °С. Плотный навоз или навоз-сыпец применяют при выращивании различных сельскохозяйственных культур, в том числе овощных, в открытом и защищенном грунте.

Обеззараживание жидкого навоза проводят также путем аэрации – продувания воздуха через емкости с навозом (шведская система «Ликом»), пастеризации (нагревание до 70–80 °С), стерилизации острым паром, нагревания до 120–130 °С. При термическом контактно-газовом обеззараживании струя газа горит внутри жидкого навоза. Этим способом можно обеззараживать и иловый осадок прудов – накопителей осветленных навозных стоков. Кроме того, навоз обеззараживают аммиаком, электрическим током и т. д.

Земледельческие поля орошения (ЗПО) предназначены для приема и окончательного обеззараживания (обезвреживания) сточных вод, в том числе и навозных стоков, с обязательным их использованием для удобрения и увлажнения выращиваемых на полях сельскохозяйственных или лесных культур.

Общая технологическая схема многоступенчатой очистки и утилизации навозных стоков приведена на рисунке 2. Эта схема предусматривает использование как установок по обезвреживанию навоза в искусственных условиях, так и естественных прудов-накопителей, буферных прудов, лесных насаждений на путях передвижения сточных вод (ниже прудов – накопителей осветленных стоков), земледельческих (иногда коммунальных) полей орошения, биологических прудов и т. д.

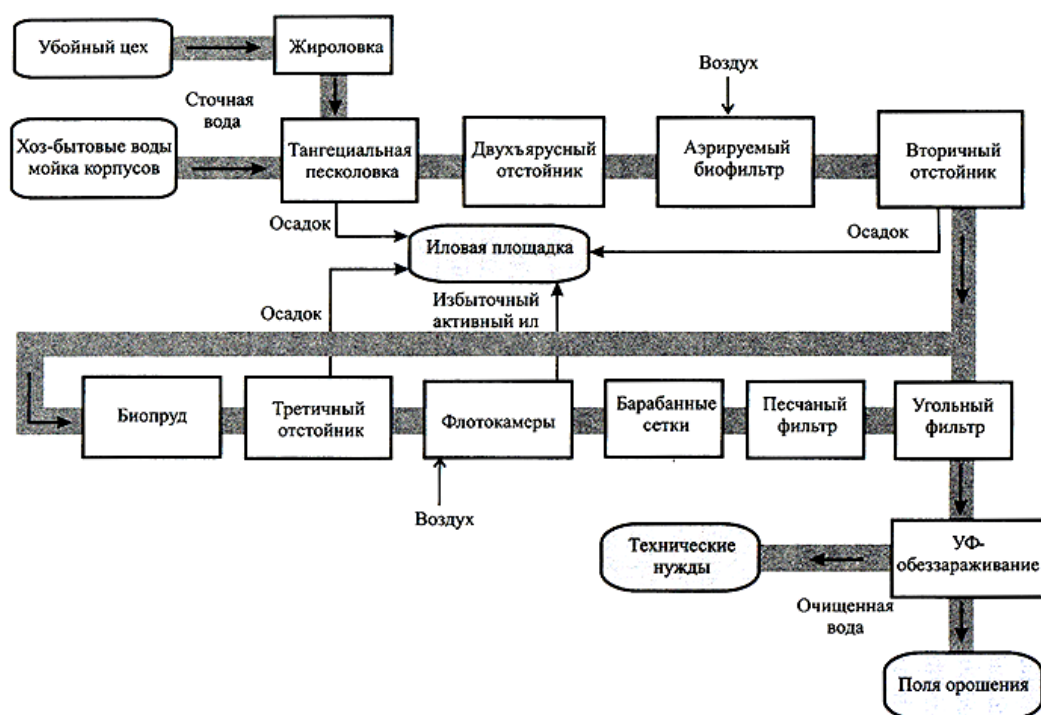


Рисунок 2 – Общая технологическая схема многоступенчатой очистки и утилизации навозных стоков

В лесных насаждениях сточные воды освобождаются от взвешенных и влекомых насосов, которые, участвуя вместе с опадом (подстилкой) в образовании аллювия, включаются в процессы почвообразования; в биологических и буферных прудах осветленные навозные стоки перемешиваются с водами водохранилищ, рек и иных водных объектов и самоочищаются в результате воздействия солнечной радиации, аэрации, жизнедеятельности гигро- и гидрофитов, микроорганизмов и т. п.

В прудах-накопителях преобразуются органолептические свойства сточных вод (навозный и фекальный запахи сменяются затхлым, желтоватый цвет серо-желтоватым). При отстаивании и аэрации в сточных водах значительно снижается содержание нитратов и калия, в меньшей степени – аммиака и фосфора. В буферных прудах у воды исчезают запах и цвет, кроме того, в ней резко падает содержание фосфора и калия.

Жидкий навоз используют для приготовления торфокомпостных смесей или торфонавозных компостов. При этом смесь жидкого навоза с торфом выдерживают в буртах в течение 3–4 месяцев, за это время патогенные микроорганизмы гибнут в результате биотермических процессов. Этот способ применяется в тех районах, где имеются местные запасы торфа. На юге России жидкий навоз можно смешивать с минеральными туками и после высушивания использовать для производства гранулированных удобрений.

Наиболее эффективное направление хозяйственного использования жидкого навоза на животноводческих комплексах молочного направления – утилизация его на полях орошения.

Разработаны различные технологические схемы уборки и использования жидкого навоза. Например, следующие:

- навоз из-под щелевых полов удаляют с помощью самотечно-сплавной системы с выпуском его из поперечного канала в навозосборник (его размещают на расстоянии 50 м от фермы), оттуда с помощью насоса по трубам он попадает в бродильные камеры для метаногенеза и далее самотеком в навозохранилище; после перемешивания с водой навоз по навозопроводу попадает в емкость, откуда забирается передвижной насосной станцией и передается к переносной разборной дождевальной установке со среднеструйными дождевальными аппаратами;

- навоз подают в навозосборник, откуда его перекачивают в цех механического обезвоживания; жидкую фракцию самотеком направляют в хранилище, рассчитанное на шестимесячный выход жидкой фракции, откуда ее перекачивают на поле и распределяют по нему с помощью переносной разборной дождевальной установки; плотную фракцию укладывают в штабеля (бурты), расположенные в 100 м от цеха, и после трехмесячного хранения грузят в транспортные средства и вносят в почву роторными разбрасывателями;

- навоз подают в навозосборник, перекачивают в навозохранилище для отстаивания в течение 3–4 мес, затем жидкую часть сливают через шиберные задвижки в жижеборник, перекачивают в поле и вносят с помощью дождевальных установок в почву; плотную фракцию подают грейферными погрузчиками в транспортные средства, вывозят на поля и вносят в почву низкорамными разбрасывателями.

При выборе любой из приведенных выше схем уборки и использования навоза необходимо иметь в качестве резерва автоцистерну или другой мобильный разбрасыватель жидкого навоза вместимостью 4 или 8 т.

Подача жидкого навоза на поля орошения с помощью жижевозов экологически не обоснована, так как зависит от погодных условий, размеров орошаемых участков, их удаленности от ферм, квалификации и добросовестности механизаторов и сопряжена с трудностями контроля за сроками, дозами и качеством удобрительных поливов кормовых угодий.

Данная схема должна предусматривать хранение навоза в навозохранилищах в течение 1–3 зимних месяцев, когда полив жидким навозом может быть затруднен метеорологическими факторами. Однако за трехмесячный период хранения погибают не все патогенные микроорганизмы и гельминты, а обеззараживанию (контактно-газовым способом) подвергают только иловый осадок.

3. Использование биотехнологии для переработки отходов животноводства. По определению Европейской биотехнологической федерации, биотехнология – это совместное использование биохимии, микробиологии и химической технологии для промышленного применения полезных свойств микроорганизмов и культур тканей.

Экологическая биотехнология решает вопросы охраны окружающей среды (переработка отходов, защита компонентов среды от загрязнения, рациональное использование природных ресурсов и т. п.) с помощью соответствующих технологических процессов.

Как следует из предыдущего изложения, интенсивное разведение скота приводит к локальному накоплению навоза, количество которого часто значительно превышает естественный потенциал биodeградации.

Компостирование навоза применяют для получения компостогумифицированного продукта биологического окисления, который содержит органические соединения, продукты распада, биомассу мертвых микроорганизмов и др. Внесение этого продукта в почву не вызывает нарушения стабильности агроэкосистем.

Компостирование – это экзотермический процесс биологического окисления, в котором органический субстрат подвергается аэробной биodeградации смешанной популяцией микроорганизмов в условиях повышенной температуры и влажности и превращается в безопасный и ценный продукт для агрохимических мелиораций почв.

В процессе компостирования удовлетворяется потребность в кислороде, выделяются диоксид углерода и вода, возрастает температура, и органические вещества переходят в стабильную форму. При сборе навоза в бурты сохраняется часть тепла, выделяющегося при ферментации, что ускоряет процессы компостирования.

Для улучшения аэрации навоза, а также для снижения влажности и повышения отношения углерода к азоту навоз смешивают с наполнителями (солома злаков, листья, мусор, щепа и др.).

В процессе компостирования выделяют четыре стадии: мезофильную, термофильную, остывание и созревание. Первые три протекают быстро (дни или недели). Стадия же созревания длится несколько месяцев. В это время происходят сложные реакции между белками погибших бактерий и остатками лигнина, приводящие к образованию гуминовых кислот. В этот период рекомендуется поддерживать в буртах температуру около 55 °С, для чего иногда применяют принудительную вентиляцию. Рекомендуемая оптимальная влажность находится в пределах 50–60 %, минимальное свободное газовое пространство должно быть около 30 %, а концентрация кислорода в газовой фазе – 10–18 %. Следует выдерживать следующие размеры бурта (кучи): длина – любая; высота – 1,5 м; ширина – 2,5 м (при естественной аэрации).

Бурты (компостные ряды) имеют треугольную форму поперечного сечения. Их размещают на бетонированных площадках. Навоз с наполнителем загружают в разбрасыватель, где эта масса перемешивается, а затем сбрасывается (укладывается) при постоянном медленном движении машины. Затем с помощью шеста диаметром 75 мм в бурте делают вертикальные отверстия до основания через 1 м друг от друга. Через месяц бурт переворачивают (с помощью погрузчика). Через два-три месяца компост окончательно дозревает.

В странах Западной Европы используют технологию «движущихся» компостных рядов, применяя разбрасыватель с ленточным транспортером для образования компостного ряда небольшой высоты. Через 3–4 дня к этому ряду добавляют новую порцию навозной массы. Выдерживая ритм, работы повторяют, пока высота ряда не достигнет 2 м (при этом он не нуждается в периодическом переворачивании).

В Китае разработан специфичный способ компостирования навоза. Его слои укладывают вперемежку со слоями измельченных стеблей растений. Каждый ряд содержит 40 % стеблей, 30 % сельскохозяйственных стоков и твердых отходов и 30 % навоза. Общая высота кучи, которая включает от 7 до 10 слоев, составляет 1,5 м, ее длина 6–7 м, ширина 2–3 м. Система аэрации создается с помощью бамбуковых палок диаметром 100 мм, уложенных на расстоянии 1,5–2,0 м друг от друга и 0,3 м от основания. Горизонтальные палки сочетают с вертикальными, размещая их через 1 м друг от друга. По завершении укладки кучу покрывают слоем ила толщиной 0,3 м. Бамбуковые палки извлекают через 24 ч, сохраняя отверстия для аэрации. Переворачивают кучу через 2 нед, а компост используют через 2–4 мес.

Переработку навоза на кормовые добавки ведут несколькими путями:

- извлечение из навоза или помета кормовой (питательной) части;
- применение навоза в качестве питательной среды для производства кормовых дрожжей, выращивания личинок мух и водорослей;
- культивирование червей для получения кормового белка.

Наиболее известна французская технология переработки навоза крупного рогатого скота на кормовые добавки «Церико», основанная на выделении из навоза сырого протеина, углеводного (энергетического) вещества и биогенных элементов (NPK).

Сухое вещество экскрементов сельскохозяйственных животных содержит 20–25 % общей энергии рациона и 16 % сырого протеина.

В результате технологических операций переработки навоза получают:

- продукт C_1 – силос (влажность 60 %; в сухом веществе содержится, %: протеина – 7,3, жира – 2, клетчатки – 28, БЭВ – 51,7, золы – 11);
- продукт C_2 – протеиновый концентрат (влажность 10 %; в сухом веществе содержится, %: протеина – 27, жира – 6, клетчатки – 2, БЭВ – 55, золы – 10);
- продукт C_3 – органическое удобрение и технологическая вода.

Первой технологической операцией является направление навоза в приемную камеру для перемешивания и извлечения крупных тяжелых предметов, откуда его перекачивают в четыре бетонные камеры (150 м³) – ферментеры. Навоз последовательно проходит через все четыре камеры, находясь и перемешиваясь в каждой по одному дню. Он должен иметь влажность (78 ± 2) % и pH 5,6–6,0. На четвертый день навоз из последнего (четвертого) ферментера подают в сепараторы для выделения продукта C_1 .

При второй операции происходят выделение и ферментация продукта C_1 . Вначале в сепараторах выделяют растительные волокна, зерновые пленки, непереваренные зерна и прочие включения размером более 0,8 мм. Выделенная и отжатая (влажность 55–60 %) твердая фракция является сырьем для получения продукта C_1 , а жидкую фракцию отделяют и отводят в камеру для дальнейшей обработки и получения продуктов C_3 и C_2 .

Продукт же C_1 поступает в бункер, а затем в силосную башню, где он проходит ферментацию в течение 10–12 сут (силосование происходит в резуль-

тате развития молочнокислых бактерий, а обезвреживание – благодаря высокой температуре силосной массы – 60–70 °С).

При третьей технологической операции жидкая фракция, полученная в результате второй операции, подается из камеры на циклично работающую (в автоматическом режиме) центрифугу. Цикл длится в течение 6–7 мин, если жидкая фаза навоза поступает в центрифугу при частоте вращения 1 500 мин⁻¹, затем ее снижают до 200 мин⁻¹ и происходит автоматическая разгрузка отсепарированного твердого осадка. Этот осадок (песок, глина, органические конгломераты) влажностью 60 % и является продуктом С₃, который используют как удобрение.

Выделение, сушка и гранулирование продукта С₂ происходят при четвертой технологической операции, когда жидкая фракция, полученная на центрифуге (после отделения продукта С₃), накапливается в камере, а затем перекачивается в батарею испарителей. Предварительно жидкость подогревают до 80 °С при пониженном давлении (= 20 кПа). Полученный концентрат содержит 28 % сухого вещества, затем его высушивают до порошкообразного состояния при температуре 70 °С. Этот порошок (продукт С₂) – ценный белковый корм (по кормовой ценности и содержанию лизина его приравнивают к соевому шроту). Вертикальным шнеком его направляют в гранулятор, а затем в бункер готовой продукции.

При заключительной (пятой) операции проводят дезодорирование и использование технологической воды, которую получают при конденсации и сушке продукта С₂. При этом пар поступает в охладитель, а полученная вода направляется в приемную емкость. Дезодорация происходит в башне при распылении форсунками воды из емкости. После разбавления такой воды обычной водопроводной водой (1 : 1) ее можно использовать для поения откармливаемых животных или для увлажнения навоза при его ферментации.

Продукты С₁ и С₂ используются для кормовых целей, а продукт С₃ – как удобрение.

4. Санитарно-защитные зоны и зеленые насаждения животноводческих ферм и комплексов. Животноводческие фермы и комплексы отделяют *санитарно-защитными зонами* (СЗЗ) от жилой застройки сельских населенных пунктов. Такую зону устанавливают от границы территории, на которой размещаются здания и сооружения для содержания животных, а также от площадей навозохранилищ или открытых складов кормов.

Со стороны жилой зоны в СЗЗ предусматривают лесные полосы шириной не менее 48 м (18 рядов) при ширине СЗЗ свыше 100 м. Со стороны животноводческого комплекса или фермы для защиты их от снежных наносов, песка и пыли в СЗЗ создают лесные насаждения. Кроме того, лесные насаждения создают и на территории фермы и комплексов для отделения живой защитой навозохранилищ, очистных сооружений, площадок компостирования, буртов навоза и т. п. Эти насаждения размещают таким образом, чтобы не затруднять циркуляцию воздуха на территории ферм и комплексов.

Одной из немаловажных причин сложившегося положения с навозом служит прогрессирующее до последнего времени отделение животноводства от

земледелия и перевод его на промышленную основу. Земледелие для животноводства становится лишь поставщиком кормов, точнее даже поставщиком сырья для промышленного производства концентрированных кормов. Обратная связь между этими отраслями практически отсутствует, а это уже существенное нарушение экологической сбалансированности природного цикла веществ.

Вопросы для самоконтроля

1. Отрицательные последствия стойлового содержания животных.
2. Методы очистки и утилизации навоза.
3. Многоступенчатая переработка навоза.
4. Компостирование навоза.
5. Китайская технология компостирования.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Особенность курса заключается не только в его теоретической, но и практической направленности. Методическая модель преподавания дисциплины основана на проведении еженедельного контроля текущей успеваемости обучающегося.

К текущей аттестации относится защита лабораторной работы.

Всего запланировано 6 текущих аттестаций при изучении дисциплины.

При подготовке к текущей аттестации рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей тематике лабораторной работы.

К защите следует представлять лабораторные работы, оформленные в полном соответствии с заданиями. Выполнять задания следует придерживаясь алгоритма решения, представленного в учебно-методическом пособии к лабораторным работам.

Оценка «Зачтено» является экспертной и зависит от уровня освоения студентом практического материала, наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на вопросы (таблица 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
Критерий	«не зачтено»		«зачтено»	
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Для успешного прохождения текущей аттестации студенту следует ответить на один-два вопроса, представленных в конце каждой лабораторной работы. В случае если студент не смог дать полный и верный ответ, преподаватель может задать дополнительные вопросы.

Для прохождения текущей аттестации студент должен показать набор знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект, и в состоянии решить поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Растениеводство» направления подготовки 35.03.04 Агрономия, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

Варианты заданий определяется по таблице 3 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра. В таблице по горизонтали Б размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – последняя цифра шифра студента. По вертикали А также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с номерами вариантов контрольной работы.

Контрольная работа состоит из одного теоретического вопроса (выделен нижним подчеркиванием) и трех задач. Перечень вопросов для выполнения контрольной работы представлен ниже.

Таблица 3 – Варианты заданий для контрольной работы

Пред- последняя цифра \ Последняя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников.

Литература для выполнения контрольной работы представлена в разделе 4 настоящего методического пособия.

Структура контрольной работы включает в себя: титульный лист, содержание, текстовую часть (каждый вопрос начинать с нового листа), список используемой литературы.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к контрольным работам.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с незачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Типовые задания по контрольной работе

Вариант 1

1 Растениеводство как одна из отраслей сельскохозяйственного производства и как наука. Задачи растениеводства.

2 Озимая пшеница: виды, биологические особенности, место в севообороте, сорта.

Вариант 2

1 Размещение основных полевых культур по экономическим районам России.

2 Озимая рожь: ботанико-биологические особенности, место в севообороте, сорта, обработка почвы, удобрение, применение.

Вариант 3

1 Разделение культур по продолжительности жизни растения: по реакции на длину дня (фотопериодизм); по способу опыления; по продолжительности цветения; по продолжительности вегетационного периода.

2 Озимый ячмень: биология, сорта, место в севообороте, обработка почвы, удобрение, посев, уход за посевами, защита от вредителей и болезней, уборка.

Вариант 4

1 Методы исследований в растениеводстве: полевой, лабораторный, вегетационный.

2 Яровая пшеница: ботанико-биологические особенности, сорта, место в севообороте, обработка почвы, удобрение, посев, уход за посевами, защита от сорняков, уборка.

Вариант 5

1 Питание растений: водный режим, корневое питание и фотосинтез. ФАР и КПД его использования. Транспирационный коэффициент. Продуктивность транспирации. Оптимальная влажность корнеобитаемого слоя.

2 Яровой ячмень: биология, сорта, место в севообороте, обработка почвы, посев, уход за посевами, защита от вредителей и болезней, уборка.

Вариант 6

1 Закон минимума, оптимума и максимума факторов жизни.

2 Овес: биология, место в севообороте, обработка почвы, удобрение, посев, уход за посевами, защита от вредителей и болезней, уборка.

Вариант 7

1 Закон одновременного, совокупного и взаимообусловленного действия факторов жизни.

2 Кукуруза: биология, сорта и гибриды, место в севообороте. Обработка почвы, удобрение. Посев, уход за посевами, защита от сорняков.

Вариант 8

1 Закон физиологической равнозначности и незаменимости факторов жизни.

2 Горох: биология, сорта, место в севообороте. Обработка почвы, удобрение, посев, уход за посевами, защита от вредителей и болезней, уборка.

Вариант 9

1 Законы: критического периода по отношению растений к фосфору; возврата питательных веществ в почву; плодосмена культур в пространстве и времени.

2 Кормовые бобы: биология, сорта, особенности агротехники.

Вариант 10

1 Понятия «агротехника» и «технология возделывания сельскохозяйственных полевых культур», их сходство и различие. Экстенсивная и интенсивная технология.

2 Картофель: ботанические особенности, биология, сорта, место в севообороте. Обработка почвы, удобрение. Подготовка посадочного материала и посадка, уход за растениями.

Вариант 11

1 Классификация полевых культур.

2 Кормовые корнеплоды: кормовая свекла, морковь, брюква, турнепс, их значение в кормопроизводстве.

Вариант 12

1 Значение и общая характеристика просовидных хлебов: просо, кукуруза, сорго, рис, гречиха.

2 Кормовые бахчевые культуры: тыква и арбуз, ботанико-биологические особенности, сорта, агротехника.

Вариант 13

1 Рост и развитие хлебных злаков: прорастание семян, кущение, развитие корневой системы, выход в трубку, колошение, цветение и оплодотворение, созревание.

2 Кормовые травы: многолетние и однолетние культуры, их общая характеристика и значение.

Вариант 14

1 Понятие об онтогенезе и филогенезе. Пять возрастных периодов в жизни растения. Органогенез и его этапы.

2 Технические культуры: общая характеристика, значение и группировка.

Вариант 15

1 Фазы развития и этапы органогенеза на примере пшеницы. Практическое использование этапов органогенеза на примере пшеницы.

2 Масличные культуры: значение, свойства растительных жиров, сравнительная характеристика масличных по содержанию и качеству жира в семенах. Особенности возделывания на примере рапса озимого.

Вариант 16

1 Зерновые культуры и их значение. Хлеба первой и второй группы. Строение и химический состав зерна.

2 Подсолнечник: ботанические особенности и биология, сорта, место в севообороте, обработка почвы, удобрение, посев, уход за посевами, защита от сорняков, вредителей и болезней, уборка.

Вариант 17

1 Озимые хлеба: общая характеристика. Зимостойкость. Причины изреживания и гибели озимых зимой и ранней весной. Повышение устойчивости озимых.

2 Соя: значение, биология, сорта, место в севообороте, обработка почвы, удобрение, посев, уход за посевами, борьба с болезнями и вредителями.

Вариант 18

1 Зерновые бобовые культуры, значение и общая ботаническая характеристика.

2 Эфиромасличные культуры: значение, общая характеристика. Биологические особенности и особенности агротехники кориандра, аниса, мяты перечной.

Вариант 19

1 Озимые хлеба: обследование и диагностика состояния посевов осенью, зимой и ранней весной.

2 Сахарная свекла: значение, ботаническая характеристика и биология, сорта, место в севообороте. Обработка почвы, удобрение, посев, уход за посевами, борьба с сорняками, болезнями и вредителями, уборка корнеплодов и семян.

Вариант 20

1 Урожай и качество продукции. Сортовые различия под влиянием географических природных факторов. Классы пшеницы по содержанию в зерне клейковины.

2 Многолетние бобовые травы: клевер, люцерна эспарцет, донник и их смесь со злаковыми многолетними травами; кормовые достоинства многолетних трав и агротехническое их значение в повышении плодородия почвы, борьбе с эрозией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / А. Ф. Сафонов [и др.]; под ред. Г. И. Баздырева; рец. И. Н. Романова. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 725 с.
2. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продуктов растениеводства: учебник / В. И. Филатов и др. – Москва: Высшая школа, 2016. – 588 с.
3. Вавилов, П. П. Растениеводство / П. П. Вавилов. – Москва: Колос; Изд. 2-е, перераб. и доп., 2019. – 432 с.
4. Вавилов, П. П. Полевые сельскохозяйственные культуры в России / П. П. Вавилов, Л. Н. Балышев. – Москва: Колос, 2018. – 160 с.
5. Васильев, Д. С. Подсолнечник / Д. С. Васильев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 2017. – 174 с.
6. Васько, В. Т. Теоретические основы растениеводства и земледелия / В. Т. Васько. – Москва: Профи-информ, 2017. – 247 с.
7. Гусаков, Ф. А. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. Практикум / Ф. А. Гусаков, Н. В. Стальмакова. – Москва: Академия, 2017. – 288 с.
8. Гусаков, Ф. А. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. Практикум / Ф. А. Гусаков, Н. В. Стальмакова. – Москва: Академия, 2018. – 288 с.
9. Гатаулина Г. Г. Технология производства продукции растениеводства: учебник для средн. спец. учебн. завед. / Г. Г. Гатаулина, В. Е. Долгодворов, М. Г. Обьедков; под ред. Г. Г. Гатаулиной. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: КолосС, 2017. – 328 с.
10. Гатаулина, Г. Г. Формирование урожая и динамические характеристики продукционного процесса у зерновых бобовых культур: монография / Г. Г. Гатаулина, С. С. Соколова. – Москва: Изд-во РГАУ. – МСХА, 2018. – 272 с.
11. Гриценко, В. В. Семеноведение полевых культур: учебник для вузов [Текст] / В. В. Гриценко, З. М. Калошина. – Москва: Колос, 2017. – 272 с.
12. Жуковский, Г. М. Культурные растения и их сородичи / Г. М. Жуковский. – Ленинград: Колос, 2017. – 750 с.
13. Косолапов, В. М. Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В. М. Косолапов [и др.]. – Москва: Наука, 2016. – 545 с.
14. Коршунов, А. В. Картофель России. В 3 т. / А. В. Коршунов [и др.]; под ред. А. В. Коршунова. – Москва: 2017. – 1535 с.
15. Матюк, Н. С. Приемы возделывания и уборки полевых культур / Н. С. Матюк [и др.]. – Москва: Изд-во МСХА, 2018. – 425 с.
16. Минкевич, И. А. Масличные культуры / И. А. Минкевич, В. Е. Борковский. – Москва: Сельхозгиз, 2019. – 560 с.

17. Нечаев, В. И. Развитие инновационной деятельности в растениеводстве / Нечаев В. И. – Москва: КолосС, 2017. – 867 с.
18. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. – Москва: Academia, 2017. – 416 с.
19. Основы опытного дела в растениеводстве. – Москва: КолосС, 2017. – 272 с.
20. Посыпанов, Г. С. Растениеводство: учебник для вузов / Г. С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г. С. Посыпанова. – Москва: КолосС, 2017. – 612 с.
21. Посыпанов, Г. С. Растениеводство. Проблемы экологии и растительного белка: монография / Г. С. Посыпанов. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 251 с.
22. Практикум по агробиологическим основам производства, хранения и переработки продукции растениеводства. – Москва: Колос, 2017. – 324 с.
23. Практикум по технологии производства продукции растениеводства: учебник / В. А. Шевченко и др. – Москва: Лань, 2017. – 424 с.
24. Растениеводство. Лабораторно-практические занятия. Т. 2. Технические и кормовые культуры: учеб. пособие / А. К. Фурсова и др. – Москва: Лань, 2019. – 392 с.
25. Сафонов, Л. Ф. Системы земледелия: учебник для вузов / А. Ф. Сафонов [и др.]; под ред. А. Ф. Сафопова. – Москва: КолосС, 2017. – 447 с.
26. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство. Цветоводство / Т. А. Соколова, И. Ю. Бочкова. – Москва: Academia, 2017. – 458 с.
27. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство. Древоводство / Т. А. Соколова. – Москва: Академия (Academia), 2018. – 798 с.
28. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство. Цветоводство. Учебник / Т. А. Соколова. – Москва: Академия (Academia), 2018. – 842 с.
29. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство. Цветоводство: Учебник / Т. А. Соколова, И. Ю. Бочкова. – Москва: Academia, 2016. – 432 с.
30. Шпаар, Д. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В. А. Щербакова. – Минск: ФУАинформ, 2017. – 283 с.
31. Шпаар, Д. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск: ЧУП «Орех», 2017. – 326 с.
32. Щалковский, С. В. Зерновые культуры (выращивание, уборка, доработка и использование) / Д. Шпаар; под общ. ред. Д. Шпаара. – Москва: ООО «ДЛВ Агродело», 2018. – 656 с.
33. Эрконовец, М. С. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование): учеб.-практ. руков. / Д. Шпаар; под общ. ред. Д. Шпаара. – Москва: ООО «ДЛВ Агродело», 2017. – 390 с.

Дополнительная учебная литература

1. Растениеводство: учебник / ред. Г. С. Посыпанов; авт.: В. Е. Долгодворов, Г. В. Коренев. – Москва: Колос, 1997. – 448 с.
2. Гатаулина, Г. Г. Практикум по растениеводству: учеб. пособие / Г. Г. Гатаулина; соавт. М. Г. Обьедков. – Москва: КолосС, 2005. – 303 с.

3. Гатаулина, Г. Г. Технология производства продукции растениеводства: учебник / Г. Г. Гатаулина, В. Е. Долгодворов, М. Г. Объедков. – Москва: КолосС, 2007. – 528 с.

4. Технология производства продукции растениеводства: учебник / В. А. Федотов, А. Ф. Сафонов, С. В. Кадыров. – Москва: 2010. – 487 с.

5. Фирсов, И. П. Технология растениеводства: учебник / И. П. Фирсов, А. М. Соловьев, М. Ф. Трифонова. – Москва: КолосС, 2005. – 471 с.

6. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство: учебник / ред. В. С. Никляев. – Москва: Былина, 2000. – 556 с.

7. Долгачева, В. С. Растениеводство: учеб. пособие / В. С. Долгачева. – Москва: Академия, 1999. – 365 с.

8. Растениеводство: учебник / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 512 с.

9. Физические факторы в растениеводстве / А. Ф. Трифонова, О. В. Бляндур, А. М. Соловьев. – Москва: Колос, 1998. – 352 с.

10. Таланов, И. П. Практикум по растениеводству: учеб. пособие / И. П. Таланов. – Москва: КолосС, 2008. – 279 с.

11. Брысозовский, И. И. Справочник агронома по химизации сельского хозяйства / И. И. Брысозовский, Л. М. Григорович, В. И. Панасин. – Калининград: ИП Мишуткина И. В. – Калининград: [б. и.] (ИП Мишуткина И. В.), 2008. – 351 с.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Коршикова Н. Г. Растениеводство: методические указания для студентов по изучению дисциплины. – 14 с.

2. Коршикова Н. Г. Растениеводство: методические указания для преподавателей. – 10 с.

3. Коршикова Н. Г. Растениеводство: методические указания к лабораторным занятиям. – 12 с.

4. Коршикова Н. Г. Растениеводство: методические рекомендации по самостоятельной работе студентов. – 5 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Система программирования

- компьютерная программа «Планирование системы растениеводства»;
- базы данных: «Гарант», «КонсультантПлюс».

2. Интернет-ресурсы (ссылки на учебники и учебные пособия):

- поисковые системы: Яндекс, Rambler, Googie, Mail.ru, Agropoisk.ru;
- научная электронная библиотека e-libray.ru;

- сельскохозяйственная электронная библиотека знаний (СЭБиЗ):

<http://www.cnshb.ru/akdil/default.htm>

Локальный электронный методический материал

Ольга Михайловна Бедарева

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 5,0. Печ. л. 6,9.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1