

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КЛАССИЧЕСКОЕ
УНИВЕРСИТЕТСКОЕ
ИЗДАНИЕ



В. В. Карпук
С. Г. Сидорова

РАСТЕНИЕВОДСТВО



СЕРИЯ «КЛАССИЧЕСКОЕ УНИВЕРСИТЕТСКОЕ ИЗДАНИЕ»

Основана в 2010 году
и посвящена

90-летию
БЕЛОРУССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА



Редакционный совет серии:

Председатель совета
ректор Белорусского
государственного университета
С. В. Абламейко

Члены совета:

*В. Л. Ключа (зам. пред.), Н. Н. Герасимович (отв. секретарь),
М. А. Журавков, С. Н. Ходин, И. С. Ровдо, И. И. Пирожник,
В. В. Лысак, О. М. Самусевич, О. А. Ивашкевич (зам. пред.),
В. М. Анишик, П. А. Мандрик*

В. В. Карпук
С. Г. Сидорова

РАСТЕНИЕВОДСТВО

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений высшего образования
по биологическим специальностям*



МИНСК
БГУ
2011

УДК 633/635(075.8)
ББК 41/42я73-1
К26

Рецензенты:

кафедра ботаники и основ сельского хозяйства
Белорусского государственного педагогического
университета имени Максима Танка (заведующий кафедрой —
кандидат биологических наук, доцент *Н. Д. Лисов*);
доктор биологических наук, профессор Белорусской
государственной сельскохозяйственной академии *В. Н. Прохоров*

Карпук, В. В.

К26 Растениеводство : учеб. пособие / В. В. Карпук, С. Г. Сидорова. — Минск : БГУ, 2011. — 351 с. : ил. — (Классическое университетское издание).
ISBN 978-985-518-529-2.

Изложены принципы современного растениеводства с основами земледелия (приемы обработки почвы, законы и системы земледелия, севообороты), агрохимии, семеноводства; приведены сведения о происхождении, морфологических и биологических особенностях важнейших сельскохозяйственных растений, их развитии, уровнях продуктивности новых сортов, агротехнике возделывания и уборке урожая.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по биологическим специальностям.

УДК 633/635(075.8)
ББК 41/42я73-1

ISBN 978-985-518-529-2

© Карпук В. В., Сидорова С. Г., 2011
© БГУ, 2011

Уважаемые читатели!

Серия «Классическое университетское издание» посвящена 90-летию Белорусского государственного университета. Путь, который прошло наше учебное заведение в своем развитии, свидетельствует о становлении в нем собственной академической и научной традиции. Несомненно, опыт и знания, аккумулированные в стенах БГУ, являются не только предметом нашей гордости, но и достоянием всего белорусского общества. Одна из целей предлагаемой серии – сделать это достояние как можно более открытым и доступным.

Белорусский государственный университет всегда славился академичностью и фундаментальностью в подготовке специалистов. Однако сегодня этого уже недостаточно. От выпускника требуется умение быстро включаться в непосредственную практическую работу, которой свойствен синтез нескольких форм деятельности: собственно производственной, исследовательской, проектно-разработческой. В выигрыше в конечном итоге окажется тот, кто сегодня научится более эффективно создавать и применять знания, оперативно изменять технологии, совершенствовать и радикально трансформировать накопленный опыт. Вот почему совмещение преимуществ фундаментального и прагматического образования стало основой инновационно ориентированной подготовки будущих специалистов в нашем университете.

Серия отражает многолетний опыт научно-педагогической, методической и издательской работы БГУ. Ее цель – предста-

вить модель учебного текста, которая в своей структуре содержит набор программ образовательно-научно-производственной деятельности будущих специалистов. Реализация этой модели позволит обеспечить универсализм выпускника, его способность к эффективному решению важных задач, стоящих перед Республикой Беларусь на национальном и международном уровне.

Новое университетское издание, являя собой сплав научной и педагогической мысли, призвано формировать особую культуру знания – передового и доступного, теоретического и практического, общекультурного и специализированного. Словом, такого знания, которое будет работать.

Книги этой серии должны стать образцом научно-методического обеспечения современного образовательного процесса в высшей школе, утвердить ведущую роль нашего университета в качестве национального научно-методического центра Республики Беларусь.

Надеемся, что серия «Классическое университетское издание» состоится и как одно из слагаемых особой культурно-образовательной среды БГУ, которая будет способствовать интеллектуальному росту и творческой созидательной деятельности наших студентов.

*Ректор Белорусского
государственного
университета
академик НАН Беларуси,
профессор*



С. В. Абламейко

ВВЕДЕНИЕ

Растениеводство — прикладная отрасль ботаники, главная задача которой — разработка научных основ современного аграрного производства. Растение занимает центральное место в сельскохозяйственном секторе производства, является основным средством этого производства.

Цель растениеводства — выращивание растений для получения растениеводческой продукции, обеспечивающей население продуктами питания, животноводство — кормами, перерабатывающую промышленность — сырьем.

Объектами растениеводства как отрасли производства и как науки являются растения и условия их выращивания, а также методы, приемы, направленные на получение высоких и стабильных урожаев хорошего качества.

Без растений невозможна жизнь человека и животных. Растения аккумулируют энергию солнечного света и превращают ее в энергию химических связей, скрытую в молекулах углеводов, белков, липидов, витаминов, биологически активных соединений. Человек использует эти органические вещества растений для питания, кормления домашних животных и птиц, отопления, изготовления одежды, в качестве строительных материалов, для переработки и получения многих других средств существования.

Растительный мир велик и многообразен. Свыше 300 тыс. видов растений произрастает на нашей планете. Но из всего растительного царства мы выделяем культурные растения, у которых человек путем длительного отбора и возделывания резко изменил первоначальную природу, повысил урожай и его качество и выращивает их на протяжении тысячелетий для своих нужд. Число видов растений, возделываемых человеком, превышает 20 тыс. Наиболее важное значение имеют 640 видов, из которых лишь около 90 относятся к полевым культурам.

В сферу интересов растениеводства как науки входит, прежде всего, именно эта группа культур. Эти растения — объекты подотрасли растениеводства — полеводства. К ним принадлежат зерновые семейства Мятликовые (Злаковые), зерновые семейства Бобовые, клубнеплоды, кормовые корнеплоды, волокнисто-пряжильные, масличные, многолетние и однолетние травы и некоторые другие культуры, выращиваемые на пашне (напри-

мер, гречиха). В более широком плане растениеводство как отрасль включает в себя подотрасли, связанные с выращиванием растений: луговоеводство, овощеводство, плодоводство, виноградарство, лесоводство, цветоводство.

Поскольку на рост и развитие растений влияют практически все факторы среды — гранулометрический и химический состав почвы, ее влагообеспеченность и аэрация, динамика температурного режима и светового потока, скорость ветра, влажность воздуха, содержание поллютантов и т. п., то для оптимизации условий выращивания конкретной культуры и сорта в конкретных экологических условиях растениевод должен учитывать состояние всех этих факторов.

Задачи настоящего учебного пособия по растениеводству следующие:

- дать представление о его современных научных, методических, технических, экономических, экологических и иных основах;
- охарактеризовать главные полевые культуры, их биологические особенности, потребности в важнейших условиях для роста и развития;
- показать видовое и сортовое разнообразие культур и их реальный потенциал урожайности в условиях Республики Беларусь;
- с целью повышения количественной продуктивности и улучшения качественных показателей каждого выращиваемого растения и агроценоза научить находить пути снижения материальных, энергетических, трудовых затрат и повышения общей культуры аграрного производства и его экологизации.

Видный ученый и практик-растениевод профессор М. С. Кадыров отмечал: «Чтобы уйти от множества совершаемых ошибок, надо понять, что земледелие — такая же сложная живая система, как и медицина. Однако поупражняться здесь много желающих. Нельзя абсолютизировать отдельные приемы в ущерб всей системе». В настоящее время с этой задачей помогает лучше справиться компьютерное моделирование. Но прежде всего для правильного ведения деятельности в агрохозяйствах и их подразделениях нужны разносторонне подготовленные, грамотные специалисты, применяющие свои знания, навыки и умения в практике производства, постоянно пополняющие и обновляющие их в соответствии с требованиями времени.

Данное учебное пособие предназначено для студентов университетов, обучающихся по биологическим специальностям.

Авторы выражают благодарность рецензентам: кафедре ботаники и основ сельского хозяйства БГПУ им. Максима Танка (заведующий кафедрой — кандидат биологических наук, доцент Н. Д. Лисов); доктору биологических наук, профессору БГСА В. Н. Прохорову и кандидату биологических наук, доценту кафедры физиологии и биохимии растений БГУ Т. И. Дитченко за критический анализ рукописи и ценные замечания. Также авторы признательны сотрудникам Управления редакционно-издательской работы БГУ за кропотливую работу над рукописью в процессе подготовки ее к изданию.

Часть I

**ОБЩИЕ ОСНОВЫ
РАСТЕНИЕВОДСТВА**

1. РАСТЕНИЕВОДСТВО — ОТРАСЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И НАУКА

1.1. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК ВАЖНЕЙШАЯ ЧАСТЬ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Сельское хозяйство Республики Беларусь — старейшая и важнейшая отрасль народного хозяйства, имеющая жизнеопределяющее, стратегическое значение для хозяйства страны: она дает продукты питания для населения, корма для сельскохозяйственных животных и сырье для многих отраслей промышленности — в первую очередь, пищевой и легкой. Причем значение сельскохозяйственного производства со временем только возрастает.

Производство продуктов растениеводства как процесс биологический основывается на использовании трех его природных средств: живых растений, почвы, климата.

Сельскохозяйственные растения — непосредственные и единственные производители органической продукции, создающие ее в процессе фотосинтетической деятельности за период вегетации.

Почва — главный источник снабжения растений минеральными веществами и влагой.

Климатические ресурсы среды, окружающей растения, оказывают непосредственное влияние на фотосинтез, поглощение воды и минеральных веществ из почвы, определяют характер и интенсивность биохимических процессов, протекающих у вегетирующих растений, и, как следствие, качество и количество урожая.

Человек воздействует на продуктивность растений путем отбора для возделывания лучших видов, сортов и создания новых продуктивных форм, а также с помощью агротехнических методов, направленных на адаптацию существующих форм и создание лучших внешних условий для жизни растений, учитывающих факторы фотосинтеза, минерального питания, защиты от неблагоприятных внешних явлений. Особенно широко

проводятся агротехнические мероприятия по повышению плодородия почв, созданию более благоприятного для растений водного и пищевого (минерального) режимов почвы. В меньшей мере человеку доступны средства преобразования и регулирования климатических условий, хотя сама возможность возделывания и географического размещения культурных растений на территории страны определяется прежде всего наличием необходимых для этих растений тепловых и других климатических условий.

Задача получения высоких устойчивых урожаев культурных растений решается путем приведения в наиболее эффективное взаимодействие вышеназванных условий растениеводства.

В свете агробиологической науки урожай культурных растений — это результат развития их в определенных условиях, результат взаимодействия растений со средой под влиянием деятельности человека. Продуктивность и свойства сельскохозяйственных растений (в частности, рост и развитие) обусловлены как наследственностью, так и средой. Поэтому для получения наивысшей продуктивности сельскохозяйственных культур необходимо совершенствовать природу самих растений (селекция лучших сортов), создавать оптимальные условия для роста и развития растений.

1.2. КРИТИЧЕСКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сельскохозяйственное растениеводство зародилось не вчера, и население Беларуси традиционно занималось этим делом на протяжении многих сотен и тысяч лет. Со временем менялись уклады жизни, орудия труда, системы земледелия, да и основные культуры: вместо доминирующих зерновых — ржи, пшеницы, ячменя, овса, проса, бобовых, капусты, репы, брюквы — появились картофель, томаты, свекла, кукуруза, подсолнечник и другие. Величайшее напряжение и разорение сельскохозяйственного производства наблюдалось в период войн, которых на территории Беларуси было немало. Но именно благодаря сельскому хозяйству народ выживал в лихолетье, восстанавливалось и развивалось дальше хозяйство.

Важнейшее значение для Беларуси в ее новой истории имела Октябрьская революция 1917 г., вызвавшая небывалые преобразования в области сельскохозяйственного производства. Известно, что в результате проведенной в Советском Союзе коллективизации мелких крестьянских хозяйств — социально болезненного процесса — наша республика стала одной из передовых в сельскохозяйственном производстве с высокомеханизированными агропредприятиями, составляющими базу животноводства, перерабатывающей и легкой промышленности. Важное значение для развития сельскохозяйственного производства в Беларуси имели так-

же осушение болот (мелиорация), строительство дорог, электрификация, благодаря которым в значительной мере изменился патриархальный уклад деревенской жизни, на селе появились учителя, врачи и стали востребованными новые специалисты: механизаторы, электрики, агрономы и т. д.

Сильнейший удар по сельскому хозяйству Беларуси был нанесен аварией на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 г., в результате которой треть сельскохозяйственных угодий на юго-востоке республики были загрязнены радионуклидами (рис. 1).

После развала СССР сложившаяся в Беларуси основная структура сельскохозяйственного производства сохранилась. Вместе с тем появились и частные, фермерские хозяйства, а колхозы и совхозы в их советской форме преобразовались в сообщества, товарищества, кооперативы. Получила развитие специализация предприятий по производству наиболее эффективной, рентабельной, прибыльной сельскохозяйственной продукции, занимающихся также ее частичной переработкой.

К сожалению, в постсоветское время стали появляться новые негативные тенденции, часто подкрепляемые псевдонаучными рекомендациями. В качестве примера можно привести рекомендации не тратить дорогое топливо для тракторов и комбайнов на полях для выращивания пшеницы и кукурузы на зерно в Беларуси, поскольку необходимое количество зерна для республики можно закупить в Украине, Молдове или Краснодарском крае России, специализирующихся на выращивании этих культур. Однако такие «добрые советы», не учитывающие возможные природные катаклизмы в зерносеющих регионах и быстро меняющиеся экономические и политические ситуации на мировом рынке продовольствия, подрывают развитие собственного агропромышленного комплекса.

1.3. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сегодня возрождение и устойчивое развитие сельского хозяйства немислимо без формирования эффективного конкурентоспособного агропромышленного производства, обеспечивающего продовольственную безопасность страны, интеграцию в мировое сельскохозяйственное производство и рынки продовольствия.

Сельскохозяйственную продукцию нужно получать в сжатые сроки, с соблюдением всех технологических параметров. Комплексная механизация технологических операций должна сочетаться с использованием микропроцессорной техники и автоматизированных систем управления. Эффективность и стабильность (устойчивость) сельскохозяйственного производства может быть повышена за счет дальнейшего улучшения сортовых свойств и реализации потенциальных возможностей сельскохозяйственных растений в сочетании с энерго- и ресурсосбережением всех

технологических процессов, что позволит увеличить окупаемость инвестиций. Эти составляющие современных агротехнологий, а также внедрение новейших достижений селекции, биотехнологии, агрономии позволят превратить сельскохозяйственное производство в разновидность высокоразвитого индустриального.

В нынешней ситуации резкого подорожания углеводородного топлива представляется важным и своевременным еще раз «проинвентаризовать» и выявить резервы экономии в растениеводстве и земледелии. Одним из реальных путей снижения затрат в сельском хозяйстве является разработка и активное внедрение современных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий производства растениеводческой продукции. Существующая в государстве система земледелия предусматривает оптимизацию землепользования; структуру посевных площадей, организованную в севообороты; развитие зональных систем земледелия, основу которых должны составлять рентабельные технологии возделывания определенных сельскохозяйственных культур; инновационные технологии возделывания культур, включая новые сорта, семена, обработку почвы, удобрения, защиту растений от действия неблагоприятных факторов среды, сорняков, вредителей и болезней.

При правильной организации системы земледелия на «выходе» (как результат) можно получить расширенное воспроизводство почвенного плодородия, сбор необходимого количества и качества продукции, природоохранные эффекты. А на «входе» эффективность этой системы определяется такими факторами, как почвенно-климатические, материально-технические, организационно-экономические, финансово-ценовые, социальные и морально-психологические.

Государственная программа возрождения и развития села предусматривает значительное наращивание объема производства сельскохозяйственной продукции. Поэтому первая задача руководства государства и всех органов управления местного уровня — это обеспечение ежегодно устойчивых и высоких урожаев основных продовольственных, кормовых и технических культур, а также дальнейшее развитие высокопродуктивного сельского хозяйства, его отраслей — растениеводства и животноводства. Основные приоритеты — повышение урожайности всех культур и увеличение выхода продукции с каждого гектара при наименьших затратах труда и средств — в последние годы дополняются необходимостью энерго- и ресурсосбережения, экологизации сельскохозяйственного производства.

Решение зерновой проблемы в Республике Беларусь практически то же, что и в мире: интенсификация сельскохозяйственного производства. Ее достигают обычным селекционным путем, высокой агрокультурой с повсеместным использованием механизации, автоматизации, компьютеризации агротехнологических процессов, а также разнообразных эффективных химических средств и все более широким применением молекулярной

генетики, биотехнологии, выведением генно-модифицированных культур. От решения этих вопросов зависит обеспечение населения не только хлебом, но и молоком и другими продуктами животноводства, поэтому повышение производства зерна остается ключевой проблемой растениеводства.

Эта же проблема важна уже с другой стороны — экологической. Именно путем повышения урожайности требуется идти к увеличению валового сбора зерна, так как расширять пахотные площади нет возможности, таких неосвоенных земель у нас уже не осталось. В первую очередь, требуется увеличение площади под высокоурожайными культурами и сокращение под низкоурожайными. Это особенно важно потому, что площадь земли, используемая для сельскохозяйственных нужд, в расчете на душу населения постепенно уменьшается, а продуктов сельского хозяйства требуется все больше. В связи с этим первостепенное значение приобретает эффективное использование факторов интенсификации, связанных с основными направлениями научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Это комплексная механизация и электрификация производства, химизация — широкое применение минеральных удобрений, средств защиты растений, мелиорация земель, использование достижений науки, мирового опыта.

Увеличив производство зерна, можно успешно обеспечить население разнообразными продуктами питания, повысить продуктивность животноводства, создать необходимый государственный резерв зерна и обеспечить продовольственную безопасность страны.

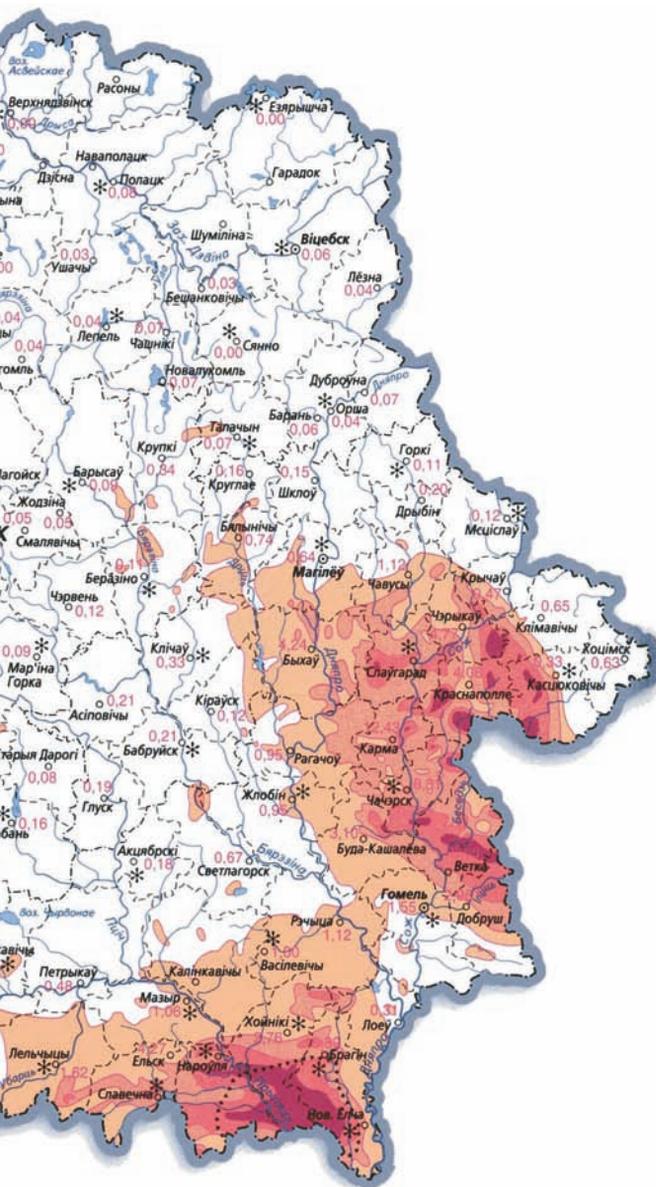
1.4. ОСОБЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сельскохозяйственное производство характеризуется такими особенностями, как:

- сезонный характер;
- зональность (точный почвенный кадастр земельных угодий);
- большое разнообразие растений и способов их агротехники, правильный севооборот.

Сельское хозяйство зависит не только от комплекса производственных факторов, но и природных (растения, почва, климат и пр.), в том числе постоянной угрозы стихий и гибели урожая.

Главная направленность его деятельности — создание условий для непрерывного обеспечения растений основными факторами жизни в оптимальных количествах. Успешное ведение сельскохозяйственного производства требует тесной взаимосвязи двух основных его отраслей: растениеводства и животноводства.



Радыяцыйнае становішча нанесена па даных Рэспубліканскага цэнтра радыяцыйнага кантролю і маніторынгу прыроднага асяроддзя

Беларусь после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. [1]

Важность последней особенности сельскохозяйственного производства для современной Беларуси объясняется тем, что в товарном значении животноводство дает 2/3 сельскохозяйственной продукции и 1/3 — растениеводство. Поэтому хорошо организованное животноводство дает возможность эффективно использовать некоторые продукты земледелия и отходы их пищевой переработки в корма для животных непосредственно в хозяйстве, а технологические отходы животноводства применять в качестве удобрений, вносимых в почву. Сейчас уже есть способы учета кормовых единиц и элементов питания, характеризующих ценность биологических кормов для животных и птиц, с одной стороны, и оценки трофических качеств навоза и других отходов животноводства с рекомендациями по их внесению как удобрений перед посевом конкретных культур, с другой. Взаимодействие растениеводческой и животноводческой науки в хозяйстве дает возможность не только повышать удои молока и плодородие почвы, но и равномерно в течение годового цикла распределять занятость работников и обеспечивать ритмичное поступление доходов в кассу хозяйства.

Рациональное сочетание животноводческой и растениеводческой отраслей — одно из важнейших и необходимых условий повышения производительности труда в сельском хозяйстве, а повышение производительности труда — важнейшая экономическая прерогатива сельскохозяйственного производства. В повышении производительности сельскохозяйственного производства немаловажная роль отводится также инженерно-техническому прогрессу и соответствующим наукам. Каждое орудие труда, машина, агрегат, компьютерная программа создаются с обязательным учетом агротехнических, зоотехнических требований.

1.5. РАСТЕНИЕВОДСТВО КАК НАУКА И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современная *агрономия* (от греч. *agros* — поле, *nomos* — закон) представляет собой комплекс наук, включающих наряду с растениеводством и земледелием еще ряд дисциплин — селекцию, физиологию культурных растений, фитопатологию и защиту растений, экологию, почвоведение, агрохимию, метеорологию и др., а также совокупность знаний о земледельческих отраслях сельского хозяйства, является теорией и практикой полеводства.

Растениеводство — учение о культурных растениях и их возделывании. Растениеводство изучает отдельные сельскохозяйственные культуры, их биологические особенности, условия жизни и приемы выращивания, завершающиеся получением высоких урожаев.

Земледелие — это наука о наиболее рациональном, экологически, экономически и технологически обоснованном использовании земли, формировании высокоплодородных почв с оптимальными показателями для возделывания сельскохозяйственных культур. Земледелие как учебная дисциплина изучает общий комплекс условий и приемов возделывания растений и повышения их урожайности в агрокультуре.

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.

На практике растениеводство тесно связано с земледелием, поскольку они реально сопряжены и представляют одну отрасль сельскохозяйственного производства — *агробиологическую*. Поэтому в массовом сознании растениеводство иногда ассоциируется с земледелием.

Растениеводство занимается выращиванием растений для получения растениеводческой продукции, обеспечивающей население продуктами питания, животноводство — кормами, перерабатывающую промышленность — сырьем. Растениеводство как отрасль включает в себя все подотрасли, связанные с выращиванием растений: полеводство, луговоеводство, овощеводство, плодоводство, виноградарство, лесоводство, цветоводство, садово-парковое и декоративно-озеленительное хозяйство.

Как научная дисциплина растениеводство изучает только группу культур, входящую в подотрасль полеводство: зерновые семейства Мятликовые, зерновые семейства Бобовые, клубне-, корне- и листовые пищевые, кормовые и технического назначения, масличные, волокнисто-пряжильные, многолетние и однолетние травы, эфиромасличные и некоторые другие растения, выращиваемые на пашне. К полевым культурам относят около 90 биологических видов.

Растениеводческая наука изучает:

- биологию культурных растений и их требования к условиям жизни;
- оптимальные внешние условия среды обитания и управление ими в желательном направлении;
- наследственные свойства растений и изменение их в сторону, полезную для человека.

Растениеводство касается таких тем, как хозяйственная ценность и значение растения, сравнительная продуктивность и экономичность культур при сложившейся агротехнике, принципы географического размещения и районирования, ботанические и эколого-физиологические особенности культур, связи между сортами и приемы их возделывания, способы защиты от сорняков, болезней и вредителей, пути повышения качества получаемой продукции, вопросы хранения и первичной переработки урожая. Важной частью растениеводства является семеноводство — учение о семенах, их свойствах и посевных качествах, методах их определения.

1.6. СВЯЗЬ РАСТЕНИЕВОДСТВА С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Растениеводство как самостоятельная дисциплина интегрирует знания фундаментальных и прикладных сопутствующих наук: математики, химии, физики, ботаники, физиологии, биохимии, генетики, селекции, биотехнологии, семеноводства, экологии, фитопатологии, энтомологии, химической защиты растений, микробиологии, животноводства, почвоведения, агрохимии, геологии, геодезии, метеорологии, технологии хранения и переработки урожая, механизации технологических процессов, маркетинга, менеджмента, экономики, компьютерного программирования и др.

Для того чтобы знать биологию растения, необходимо изучить ботанику, анатомию, физиологию, биохимию, генетику, селекцию, семеноводство. Чтобы выйти на оптимальный режим выращивания культуры, необходимо иметь полные сведения о почве, данные по агрохимии, микробиологии, гидрологии, метеорологии, экологии, четко представлять основные потребности растения на разных этапах развития в элементах минерального питания, водообеспечения, фотоинсоляции, в тепловом режиме. Для защиты культурных растений от сорняков, болезней и вредителей необходимо знать фитопатологию, энтомологию, биологические особенности сорняков, метаболические точки действия и диапазон биологического влияния гербицидов. Условия выращивания растений регулируют с помощью технологических приемов. При этом учитывают экономические аспекты производства продукции, организацию производства и управление, техническое обеспечение. Наконец, урожай должен быть собран, сохранен, переработан и доставлен потребителю в соответствии с требуемыми нормативами качества, что невозможно сделать без знаний математики, физики, химии и других наук. В настоящее время в решении разнообразных задач в области растениеводства помогает справляться компьютерное моделирование.

Опирающееся на данные многих других наук (ботаники, биохимии, физиологии, анатомии растений, цитологии, генетики, биофизики, биотехнологии, экологии и др.), растениеводство в своих исследованиях широко использует и их методы. Но оно имеет и свои методы исследования, такие как лабораторный, вегетационный, полевой и производственный опыты.

Вначале опыты обычно проводятся в лаборатории. Вегетационные опыты — экспериментальные проверки влияния отдельных или многих факторов на рост и развитие растений лабораторного типа, их ставят как в открытом грунте, так и в закрытом (теплицы, вегетационные доми-

ки, фитотроны, климатические камеры), а иногда — в условиях водно-минеральной культуры (гидропоники). Далее на небольших делянках и при малой повторности ставят вегетационно-полевые опыты, осуществляемые в течение нескольких вегетационных сезонов. Иногда проводятся массовые полевые опыты — на разных испытательных участках в нескольких повторностях с целью получения статистически достоверных результатов. Наконец, планируется производственный опыт — это завершающий этап исследований; он проводится либо на сельскохозяйственных участках, либо на специально отведенных площадях в фермерских хозяйствах и т. п. Проведение производственных испытаний — необходимый этап перед внедрением новых сортов или новой культуры в широкое производство.

Развитие растениеводства, как и всей агрономической науки, тесно взаимосвязано с практикой сельскохозяйственного производства. Выводы науки должны как можно быстрее проверяться практикой и использоваться. Только в этом случае можно избежать грубых ошибок и просчетов. В свою очередь, и практика производства должна анализироваться, обобщаться и совершенствоваться наукой.

В современных условиях исследования ученых в области земледелия направлены, главным образом, на решение вопросов рационального использования пахотной земли, увеличения плодородия почв, повышения эффективности минерального питания и водного режима отдельных культур и агрофитоценозов, усиления биологической продуктивности растений и фитоценозов, создания и применения технологий возделывания отдельных культур, защиты почв от водной и ветровой эрозии, химического и радиационного загрязнения, экономически эффективной и экологически безопасной борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. Особое значение придается ландшафтно-экологическому направлению, предполагающему биологизацию и экологизацию процессов в земледелии, приемов основной обработки почв и минимизации этой обработки, а также повышению продуктивности севооборотов с разным насыщением зерновыми, зернобобовыми, техническими и кормовыми культурами, принципам построения севооборотов в связи со специализацией и зональной дифференциацией сельскохозяйственных предприятий. Эти задачи требуют согласованных усилий многих научных коллективов.

В Республике Беларусь различные стороны научного обеспечения растениеводства определяют ученые Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, Гродненского государственного аграрного университета, Белорусского аграрного технического университета, Белорусского государственного университета, многих научно-практических центров и

институтов НАН Беларуси: по биоресурсам; земледелию; картофелеводству и плодовоовощеводству; животноводству и ветеринарии; продовольствию; защиты растений; генетики и цитологии; льна; леса; почвоведения и агрохимии; мелиорации; механизации сельского хозяйства; Витебский зональный институт сельского хозяйства; Гродненский зональный институт растениеводства; Полесский аграрно-экологический институт и Полесский институт растениеводства; научной опытной станции по сахарной свекле и др.

1.7. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ НАУКИ

Исследования в области археологии привели к заключению, что земледелие зародилось в долинах рек Нила, Евфрата и Тигра. Первые упоминания о нем датируются 10—9 тыс. до н. э. Но точных данных, как в те времена обрабатывалась почва, пока нет. Между 7 и 3 тыс. до н. э. земледелие появилось и распространилось в Передней Азии — от побережья Средиземного и Каспийского морей до Персидского залива, а в 3 тыс. до н. э. — в древних Индии и Китае.

На территории Европы земледелие появилось намного позднее и основывалось на интеграции с животноводством. Здесь археологами изучены земледельческие районы «железного века» (V в. до н. э. — V в. н. э.), характеризующиеся удобренными пашнями, отгороженными лугами и пастбищами, поселениями в виде ферм или хуторов. В Европе, как и в Азии, Африке, Центральной и Южной Америке, люди довольно быстро перешли к подсечно-огневой системе земледелия, объединяющей большую цепь технологических процессов. Возникли первые представления о роли зоны в плодородии почв и ее значении в питании растений. Существовали определенные правила, которые устно передавались от поколения к поколению. Это был период традиционного земледелия.

Развитие земледелия как науки началось значительно позднее — с появлением письменности. Первые трактаты по возделыванию растений появились у античных греков. Агронимический опыт обобщался в трудах Гесиода и Ксенофонта (V—III вв. до н. э.), но расцвета учение о почве достигло в V—IV вв. до н. э. во времена Эмпедокла, Аристотеля, Теофраста и Геродота. Определенный вклад в развитие агрономической науки внесли древнеримские ученые Колумелла, Лукреций, Катон, но со II в. н. э. наблюдается спад земледельческой деятельности и науки.

Период феодализма (V—XII вв. н. э.) характеризуется двумя главными особенностями: сосредоточением всей земледельческой собственно-

сти в руках господствующего класса; наличием у зависимого крестьянина самостоятельного хозяйства на господской земле. В Византии в X в. появляется сельскохозяйственная энциклопедия. В XI—XIII вв. происходит массовый подъем сельского хозяйства: расширяются посевные площади, усиливается освоение новых земель, зачастую сопровождаемое мелиоративными мероприятиями. Появляются первые земельные кадастры. Изобретается и быстро находит широкое использование тяжелый плуг с железным отвалом, способствующим не только подрезанию, но и переворачиванию верхнего пласта почвы. Применение плуга революционизировало существующие технологии обработки земли, основанные на использовании сохи и мотыги, что явилось толчком к расширению площадей для выращивания сельскохозяйственных растений и создало условия для повышения урожайности возделываемых культур.

Особенно большими успехами отличалось развитие сельского хозяйства Германии, Франции, Англии, Нидерландов, США. Следует отметить труды В. Хенли «О хозяйстве» (Англия), А. фон Гольштедта «О растениях» (Германия), П. Кресценция «О выгодах сельского хозяйства» (Италия). Последнее сочинение явилось первым печатным изданием агрономического характера, в нем дан агрономический календарь сельскохозяйственных работ. Увидевшее свет в IV в., оно переиздавалось 61 раз и было актуальным до XVIII в. Позже большую популярность получили работы О. Декандоля «Ботаническая география» (1855) и «Происхождение культурных растений» (1883).

До XVIII в. земледельческая наука в России не была развита, а первые сведения в этой области заимствованы у греков, римлян, византийцев, германцев.

У древних славян начиная с VII—VIII вв. было развито пашенное земледелие, однако после распада Киевской Руси оно находилось, в целом, на невысоком уровне. С XIII в. начался захват общинных земель боярами, монастырями, возрос интерес к оценке земель. Появился кадастр более совершенный, чем в Западной Европе. В Беларуси и в нечерноземной России в земледелии с XVII в. утвердилось трехполье. Но сочинений по сельскому хозяйству не было, у состоятельных бояр пользовался популярностью трактат П. Кресценция. Впоследствии на развитие земледелия стали оказывать влияние работы М. В. Ломоносова (1711—1765), А. Д. Тэера (1752—1828), А. Т. Болотова (1738—1832), И. М. Комова (1750—1792), Ю. Либиха (1803—1873) и др.

А. Д. Тээр, профессор Берлинского университета, в книге «Основы рационального земледелия» впервые дал классификацию форм гумуса, а также определил его значение для растений.

В работах А. Т. Болотова «Об удобрениях», «О разделении полей» и др. придается большое значение удобрению почв навозом, известью, торфом, положительному влиянию севооборотов (по мнению автора из 7 полей севооборота 3 должны находиться под залежью). Этим наносился удар по трехпольной (паровой) системе земледелия. А. Т. Болотов еще до Ю. Либиха выдвинул гипотезу о минеральном питании растений.

И. М. Комов рекомендовал сочетать земледелие с животноводством, указывал на необходимость клеверосеяния в сочетании с зерновыми и пропашными культурами, чем заложил основы плодосменной системы земледелия. И. М. Комов высказал мысли о правильном чередовании культур, о необходимости зяблевой вспашки не только под яровые культуры, но и под пар.

Ю. Либих в работе «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений» развил идеи А. Д. Тэера о роли гумуса почв для питания растений. Работы Ю. Либиха способствовали созданию промышленности минеральных удобрений и ряда направлений сельскохозяйственной науки. Ю. Либих сформулировал 2 основных закона земледелия — «минимума» и «полного возврата».

Со второй половины XIX в. наступает следующий этап в развитии агрономии, вызванный бурным ростом производительных сил и крупными открытиями в области естественных наук. В России агрономическую науку обогатили труды А. В. Советова (1826—1901), П. А. Костычева (1845—1895), В. В. Докучаева (1846—1903).

А. В. Советов сформулировал понятие о системах земледелия и дал их классификацию. П. А. Костычев заложил основы агрономического почвоведения, придавал большое значение физическим свойствам почвы, ее структуре, выяснил роль растений и способов обработки почвы в улучшении ее агрономических свойств, разработал систему почвообработки (направленную на регулирование водно-воздушного режима и против сорняков). Его труды развивали идеи предшественников, касающиеся происхождения черноземных почв, способов их обработки, роли почвенных процессов в питании растений и растительно-наземном образовании гумуса. В. В. Докучаев, великий русский почвовед и ботаник, положил начало генетическому и агрономическому почвоведению, установил закономерную связь между почвами и природными условиями среды, показал, что почва как особое самостоятельное природное тело формируется в результате взаимодействия пяти природных факторов, предложил первую классификацию почв по их происхождению.

Вклад в развитие земледелия внесли также Д. И. Менделеев (1834—1907), И. А. Стебут (1833—1923), К. А. Тимирязев (1843—1920), В. Р. Вильямс (1863—1939), Д. Н. Прянишников (1865—1948), К. К. Гедройц (1872—1932), А. Г. Дояренко (1874—1958), Н. М. Тулайков (1875—1938) и др.

Значительный вклад в развитие земледельческой науки внесли белорусские ученые. Труды С. С. Захарова (1901—1989), работавшего в БСХА (Горки), посвящены севооборотам с использованием травосеяния, роли промежуточных культур и сидеральных паров, поиску эффективных предшественников для основных культур. В работах И. Ф. Гаркуши (1896—1970) и Т. Н. Кулаковской (1919—1988) рассмотрены вопросы окультуривания дерново-подзолистых почв. И. С. Лупинович, С. Г. Скоропанов занимались проблемами осушения белорусских болот и вовлечением мелиорированных земель в сельскохозяйственный оборот, обосновали целесообразность возделывания на мелиорированных землях многолетних трав и культур сплошного сева (зерновых).

В 70—80-е гг. XX в. выработаны стратегические и практические направления интенсификации земледелия, основанные на химизации, мелиорации, комплексной механизации, освоения методов программирования урожая и внедрения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, а также на новейших теоретических достижениях важнейших фундаментальных дисциплин, таких как микробиология, физиология и биохимия растений, почвоведение, агрохимия, экология, экономика и др.

После окончания Великой Отечественной войны (1941—1945) потребовались значительные усилия по восстановлению структуры аграрного и животноводческого секторов сельского хозяйства, налаживанию их деятельности и обеспечению рентабельности. Были построены большие заводы: тракторный в Минске, сельскохозяйственного машиностроения в Гомеле и Лиде. Начали выдавать необходимую для сельского хозяйства продукцию Солигорский калийный комбинат, Гродненский азотно-туковый и Гомельский фосфоперерабатывающий заводы.

В конце XX в. значительные средства были направлены на изучение и преодоление негативных последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции, приведших к загрязнению радионуклидами обширных территорий в Гомельской, Могилевской, Брестской областях, которые потребовали практической направленности и отдачи от проводимых фундаментальных исследований; появились и стали развиваться новые прикладные агробиологические науки: радиоэкология, сельскохозяйственная биотехнология, клеточная и генная инженерия и др. Также созданы научные направления и школы ученых, которые внесли большой вклад в выведение сортов картофеля (П. И. Альсмик, А. С. Вечер), пшеницы, ржи, тритикале, льна (А. Р. Жебрак, С. И. Гриб, Л. В. Хотылева), зернобобовых и кормовых культур (Л. В. Кукреш, В. Н. Шлапунов), в изучение грибных и вирусных заболеваний сельскохозяйственных растений (Н. А. Дорожкин, А. Л. Амбросов), механизмов фитоиммунитета (В. Ф. Купревич,



Н. И. Вавилов
(1887–1943)



А. Р. Жебрак
(1901–1965)



В. Ф. Купревич
(1897–1969)



Т. Н. Годнев
(1893–1982)



Н. А. Дорожкин
(1905–1993)



П. И. Альсмик
(1907–1992)



М. Н. Гончарик
(1899–1986)



А. Л. Амбросов
(1912–1984)



Л. В. Хотылева
(1928)



В. Г. Иванюк
(1941–2010)



В. Н. Шлапунов
(1932)



И. М. Богdevич
(1937)



Л. В. Кукреш
(1938)



Н. А. Ламан
(1941)

В. Г. Иванюк), применения методов биотехнологии и молекулярной биологии в растениеводстве (В. Н. Решетников, Н. А. Картель), фотосинтетической деятельности растений (Т. Н. Годнев, М. Н. Гончарик, А. А. Шлык), совершенствование способов сева и повышение эффективности агрофитоценозов (Н. А. Ламан), почвоведения (Т. Н. Кулаковская, В. В. Лапа), агрохимии почв и рекультивации земель после радиоактивного загрязнения (И. М. Богдевич) и др.

2. ПРОИСХОЖДЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

2.1. ДИКИЕ, КУЛЬТУРНЫЕ И СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Говоря о культурных, диких или сорно-полевых растениях, следует различать смысл этих названий.

Культурными называют такие растения, которые выращивают для удовлетворения разнообразных потребностей человека (пищевые продукты, корма для животных, техническое сырье, декоративные формы и т. д.).

В отличие от культурных растений *дикие* имеют признаки и свойства, полезные для самих растений в отношении приспособляемости и лучшей выживаемости в естественных условиях произрастания. Дикой растительности присуще ярко выраженное свойство внутривидового самоизреживания — этим регулируется густота стояния диких растений и создаются лучшие условия для их развития и размножения.

Сорно-полевые растения приспособились к произрастанию в посевах культурных растений (им присущи такие свойства, как более раннее созревание семян, чем у засоряемых ими культур, легкая осыпаемость семян, недружное прорастание, размножение не только семенами, но и вегетативными частями, корневищами, отпрысками, быстрый рост корней, глубокое проникновение в подпочвенные горизонты и т. д.). Взаимоотношения культурных растений с сорными строятся на постоянной конкуренции за место, влагу, питание, свет. Борьба с сорняками требует приемов, основанных на знании биологии каждого вида сорных растений.

Часто засоряют посевы не только дикие, но и культурные растения, снижающие количество и качество урожая основной культуры. Такими засорителями могут быть, например, ячмень в посевах пшеницы, рожь в озимой пшенице, при выращивании сортовых семян — растения той же культуры, но другого сорта.

2.2. ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНОТИПОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Многовековой процесс использования, окультуривания и отбора растений проходил в четырех главных направлениях: по пищевому использованию; лечебным потребностям; техническим потребностям; для удовлетворения эстетических потребностей человека.

История человеческой культуры строилась как на наследственности растительных организмов, так и на особенностях среды существования культурных растений. Человеку удалось повлиять на природу: он не только приспособил различные виды растений и животных (даже экзотические), но также изменил внешний вид ландшафтов, почву и климат своего местожительства, наследственную природу самих растений и животных до такой степени, что результаты этой деятельности могут исчезнуть лишь вместе с общим омертвлением земного шара.

Введение в культуру растений неаборигенной флоры, начатое издревле и особенно активно происходящее во времена Великих географических открытий, дополняется научно обоснованной акклиматизацией и интродукцией, межвидовой и межродовой гибридизацией, приемами биотехнологии (с использованием культуры клеток, тканей, органов), а также генно-инженерными модификациями.

Каждое растение по-прежнему обладает общими и особыми требованиями к условиям жизни и свойством реагировать на изменение этих условий. Качественное своеобразие различных растений выражается в характере их обмена веществ, определившегося в ходе филогенеза (или генно-инженерной модификации) и проявляющегося в процессе индивидуального развития (онтогенеза). По-прежнему в большинстве случаев условиями жизни растений остается почвенно-климатическая среда, даже значительно измененная человеком. Человек применяет определенные приемы обработки почвы, удобрения, посева и ухода за культурами, создавая тем самым почти оптимальные условия для роста, развития и урожайности этих культур. В свою очередь культурные растения проявляют свои ценные свойства лишь в таких условиях, которые способствуют развитию этих качеств. Лишенные этих условий, при плохой агротехнике растения снижают урожайность и качество продукции, дичают или даже погибают. Управляя природой и требованиями растений, используя современную селекцию и более совершенную агротехнику, человек не просто изменяет растения, а использует их природный потенциал и повышает (максимизирует) их продуктивность.

Научная агротехника основана на способности растений реагировать на изменения условий их жизни. Задача науки — найти и создать условия для наилучшего развития возделываемых растений. Высшей эффективностью обладает такая агротехника, которая направлена на полное удовлетворение требований растений на различных этапах их онтогенеза. При

высокой культуре земледелия физиологические функции растений (плотительная способность корней, усвоение углекислоты, интенсивность фотосинтеза и др.) меняются весьма значительно.

Применение отдельных разрозненных агроприемов (даже правильных и полезных) никогда не может дать таких результатов, как комплексное. Систему правильных приемов возделывания сельскохозяйственных культур, применяемых в соответствии с местными условиями, своевременно, в определенной последовательности и взаимной связи, называют комплексной агротехникой.

Из многих тысяч видов растений, существующих на Земле, лишь менее сотни стали широко выращиваться как полевые культуры. При этом поскольку на протяжении тысячелетий происходила усиленная интродукция культурных и дикорастущих растений (в связи с военными походами, завоеваниями стран, дальними торговыми экспедициями), то в результате многие культурные растения стали космополитами.

Установление диких родичей сельскохозяйственных растений представляет теперь немалые трудности. Вопрос же о происхождении, а также истории развития и распространения того или иного культурного растения имеет не только глубокое теоретическое, но и практическое значение. Знание истории сельскохозяйственных растений существенно облегчает решение таких первостепенных задач, как отбор и внедрение в культуру новых растений, возможность их дальнейшей гибридизации и насыщения генофонда хозяйственно ценными генами из других видов и родов, выбор районов наиболее перспективного распространения с наилучшими условиями акклиматизации новых создаваемых сортов и культур, направленное улучшение уже известных и выведение новых сортов сельскохозяйственных растений, по своим характеристикам превосходящих прежние.

2.3. РОЛЬ ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ГЕНОТИПОВ КУЛЬТУР

В эволюции культурных растений решающее влияние на формирование генотипа оказывают экологические условия района происхождения. Все культурные растения можно разделить на две группы: культуры короткодневного фотопериодизма, сформировавшиеся в тропическом и субтропическом поясах, где летом продолжительность дня близка к продолжительности ночи (короткий день), и соответственно культуры длинногодневного фотопериодизма, сформировавшиеся как вид в зоне средних широт, т. е. зоне длинного дня, превосходящего длину ночи.

Как правило, культурные растения, эволюционно сформировавшиеся в тропическом и субтропическом поясах, зависят от условий выращивания, сходных с условиями выращивания дикого вида, его генотипа. Это как бы *базисная наследственность культуры*. Известно, что в тропических

и субтропических зонах напряженность световой инсоляции и температурного режима выше, чем в северных широтах, сумма активных температур здесь никогда не лимитирует рост и развитие растений, поэтому все короткодневные культуры обычно требуют «южного» солнца.

В зоне тропиков и субтропиков, как и в умеренных широтах, при высокой напряженности температуры верхние слои почвы быстро пересыхают. Однако некоторые растения приспособились к этому: в первый период вегетации они большую часть ассимилятов направляют в корневую систему, чтобы корни могли достичь опускающегося насыщенного влагой почвенного слоя. Эта адаптация имеет важное агротехническое значение, поскольку длиннодневные сорняки, интенсивно растущие с первых фаз развития, обычно заглушают короткодневные культуры, и получить хороший урожай этих культур сложно.

В северных широтах, в связи с меньшей напряженностью температурного режима, верхний слой почвы пересыхает медленнее, и длиннодневные виды, в том числе сорняки, с первых фаз развития быстро наращивают надземную вегетативную массу. Следовательно, длиннодневные культуры оказываются более конкурентоспособными по отношению к сорнякам, чем короткодневные.

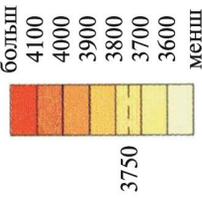
В северных широтах, где сформировались виды длиннодневного фотопериодизма, напряженность температурного режима ниже, продолжительность вегетации нередко ограничивается продолжительностью безморозного периода. Этот же фактор лимитирует сумму активных температур (сумму среднесуточных температур) (и тем больше, чем ближе северная параллель). Вегетационный период короткодневных культур здесь также ограничивается последним сроком возврата весенних холодов и сроком наступления осенних заморозков.

Почвы зоны формирования короткодневных культур, как правило, средние и тяжелые по гранулометрическому составу, имеют нейтральную или щелочную реакцию среды, богаты 1- и 2-валентными катионами, поэтому культуры короткого дня требуют нейтральных или слабокислых почв с высокой емкостью почвенного поглощающего комплекса. Почвы зоны формирования длиннодневных культур более легкого гранулометрического состава, слабокислые и кислые, с низким содержанием основных элементов минерального питания; эти культуры лучше выдерживают кислые почвы, небогатые питательными веществами, хотя свою потенциальную продуктивность они реализуют на слабокислых и нейтральных, богатых элементами питания почвах.

Установлено, что с продвижением короткодневных культур на север увеличивается продолжительность их вегетационного периода и накопление вегетативной массы.

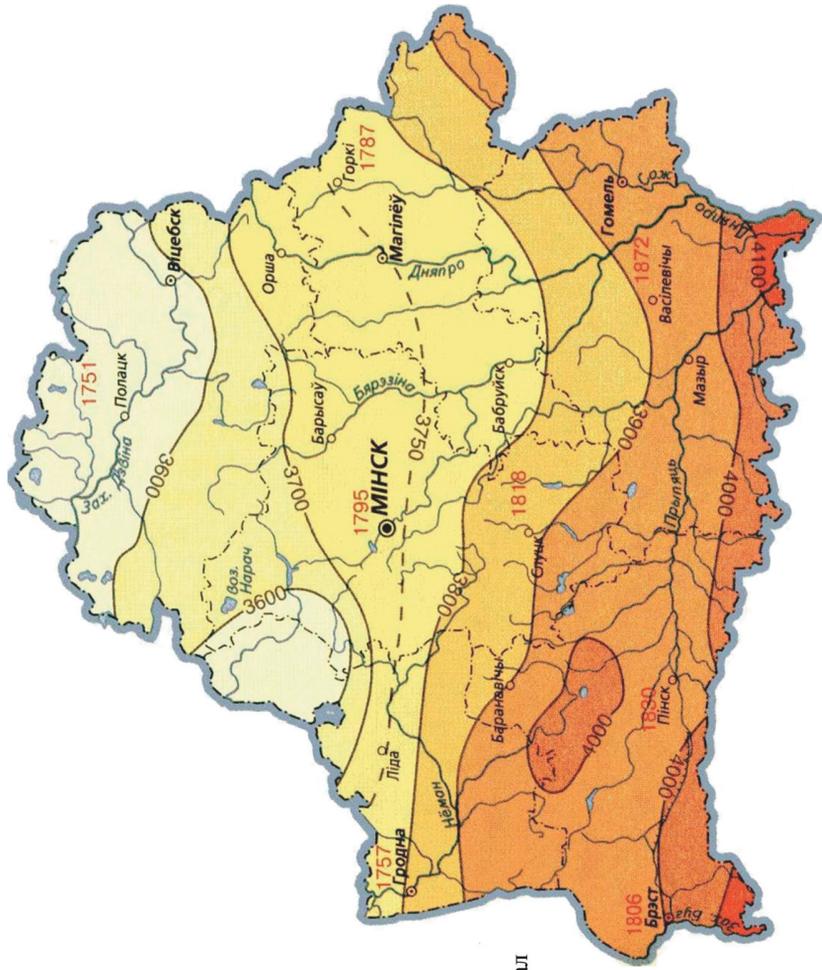
Дело в том, что для прохождения каждого метафазного периода онтогенеза растений необходима определенная сумма активных температур

Гадавая сумарная
радыяцыя (МДж/м²)



Працягласць
сонечнага ззяння
(гадзіны)

1 Дж = 10⁷ эрг = 0,2388 кал



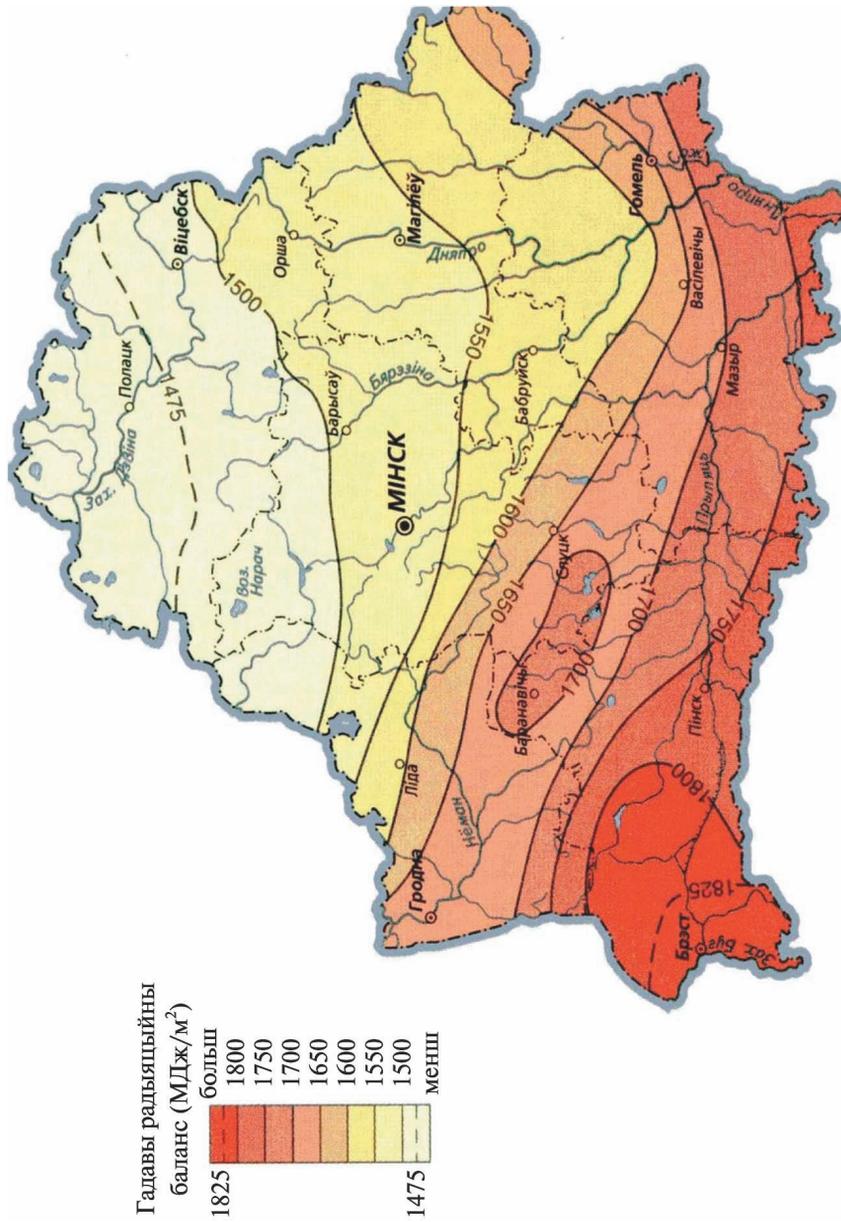


Рис. 2. Среднегодовой световой и тепловой энергетический баланс на территории Республики Беларусь [18]

(Σar°), или иначе — сумма среднесуточных температур. Она у разных растений неодинакова. Так, от прорастания семян до формирования урожая пшенице надо 1600—2200 °С, ржи — 1700—2100 °С, овсу — 1900—2300 °С, картофелю — 1900—3300 °С, сахарной свекле — 2400—3700 °С, рису — 3900—4500 °С. Активной температурой принято считать нижний порог температуры, при которой все физиологические процессы в растении проходят нормально. Условно за такой порог принята температура 10 °С.

Для прохождения онтогенеза по фазам развития каждому виду и сорту требуется своя сумма активных температур, обусловленная генотипом. Зная сумму активных температур сорта, можно безошибочно определить ареал устойчивого вызревания его семян, а зная сумму активных температур за каждый межфазный период онтогенеза, можно с большой степенью надежности прогнозировать наступление каждой фазы.

Например, для сои южных сортов от всходов до бутонизации необходима сумма активных температур 1500 °С. Пока растение не наберет эту сумму активных температур, они не перейдут в генеративную фазу, а продукты фотосинтеза будут направляться на рост вегетативной массы. С фазы бутонизации до образования бобов необходима еще дополнительная сумма активных температур 400 °С, а всего для прохождения онтогенеза этим сортам сои требуется 3500 °С. На широте Москвы среднемноголетняя сумма активных температур за вегетацию составляет около 2000 °С (на широте Минска — 2200 °С) (рис. 2).

Значит, такие сорта сои большую часть вегетационного периода на этих широтах будут формировать вегетативную массу, а для образования генеративных органов им не хватит напряженности температур (т. е. подаренных солнцем калорий). С продвижением на юг эти сорта сои все быстрее набирают требуемую сумму активных температур, и фазы развития все быстрее сменяют одна другую, поскольку на ростовые процессы и накопление вегетативной массы уходит меньше светового времени и больше его приходится на генеративный период.

Таким образом, для определения условий выращивания культуры нужно знать эколого-физиологические параметры зоны формирования этого вида.

Следует сказать также о том, что имеются отдельные примеры, когда культурные растения, благодаря новым методам отбора и воздействия на геном, изменились достаточно сильно по сравнению с исходными формами. Например, сорта сои северного экотипа, созданные с помощью радиационного мутагенеза, требуют за вегетацию сумму активных температур 1700—1800 °С, что позволяет вести выращивание их семян на широте Минска и Москвы. Другой пример: кукуруза — типичная короткодневная тропическая культура, новые гибридные сорта которой можно выращивать на территориях до 55 ° с. ш., получая не только вегетативную массу, но и зерно восковой и полной спелости.

2.4. ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КУЛЬТУР

По археологическим данным, первые сохранившиеся предметы сельскохозяйственной культуры и происхождение культурных растений можно отнести к последнему ледниковому периоду каменного века (к концу палеолита и началу неолита — т. е. примерно к периоду 10—12 тыс. назад). Это уже было сопряжено с заселением человеком всех континентов и некоторой оседлостью отдельных племен, когда добывание съедобных растений в лесах, степях, а также охота и рыбная ловля не могли служить верным источником существования и выживания.

Вопросы о местах и условиях происхождения культурных растений поставлены давно. Их решали в основном поиском возможных предков и сородичей в местах их естественного произрастания.

Из описанных О. Декандром 247 видов культурных растений в диком виде найдено 194 вида, в полудиком — 27 видов и 26 видов известны только в культуре. Имеются виды культурных растений, дикие родичи которых пока не могут быть названы даже предположительно — например, персик. В другом случае (пшеница, ячмень, горох, кормовые бобы, нут и др.) культурные растения могут только косвенно указать на произрастающих в настоящее время диких родичей. Причем существующие дикие виды не всегда могут быть родоначальниками культурных растений, часто они являются лишь родственными формами, которые связывают культурные растения с их предками, порой давно исчезнувшими.

В 1920 г. в Саратове на Всероссийском съезде селекционеров Н. И. Вавилов сделал доклад «Закон гомологических рядов» о параллелизме внутривидовой изменчивости наследственных признаков близких видов и родов растений на основании общности их происхождения. Этот закон позволял предсказывать существование даже пока неизвестных форм растений, что подобно прогностическому следствию закона периодичности химических элементов Д. И. Менделеева. Открытие Н. И. Вавилова закладывало научные основы филогенетической хемосистематики и ее приложению в растениеводстве. В настоящее время эти исследования продолжают и дополняются молекулярно-генетическими исследованиями видов культурных и диких растений.

Но в начале XX в., когда вещественную природу наследственных факторов только начали изучать и в СССР эти исследования проходили в невыносимо трудных условиях, были развернуты работы по выявлению видового состава и сортового разнообразия главных родов культурных растений и их распределению по географическим областям мира. Н. И. Вавилов, который возглавил и направлял эти исследования, в основу происхождения культурных растений и центров их формирования положил

расовый состав (изменчивость) данного вида и географическое распределение всего его разнообразия. Область максимального разнообразия форм того или иного культурного растения рассматривалась как очаг (центр) его формирования. Н. И. Вавилов в 1926 г. впервые назвал пять очагов формирования культурных растений, а в 1935 г. к ним добавил еще три. П. М. Жуковский в 1971 г. довел их количество до 12, и это число сохраняется до настоящего времени:

- Китайско-Японский — родина сои, проса, чумизы, пайзы, мягкой пшеницы, гречихи;
- Южно-Китайский — Индонезийский — родина многих тропических плодовых и овощных культур, некоторых видов сахарного тростника, овса;
- Австралийский — родина ряда тропических древесных растений, эвкалипта, табака, некоторых диких видов риса и хлопчатника;
- Индостанский — родина риса, пшеницы-круглозернянки, некоторых видов хлопчатника и сахарного тростника, ряда овощных и плодовых культур;
- Средне-Азиатский (Афганистан, Туркменистан, Узбекистан, Таджикистан, Кыргызстан) — родина ржи афганской, гороха, чечевицы, нута, маша, кормовых бобов, конопли, дыни, сафлора, некоторых видов хлопчатника;
- Передне-Азиатский (Малая Азия, Кавказ, Иран, Ирак, Аравия) — родина большинства видов ржи, некоторых видов пшеницы, ячменя, овса, гороха, люцерны;
- Средиземноморский (Сирия, Египет, Тунис, Италия, Греция) — родина некоторых видов пшеницы, овса, ячменя, клевера, большинства бобовых, свеклы, капусты, брюквы, редьки, горчицы, моркови, лука, чеснока, льна;
- Африканский (Эфиопия, Судан и др. страны) — родина некоторых видов хлопчатника, пшеницы, африканского риса, проса, сорго, клещевины, кунжута, некоторых бобовых, кофе, орехов кола, масличной пальмы;
- Европейско-Сибирский — родина льна-долгунца, люцерны посевной и изменчивой, клевера гибридного и ползучего, конопли, кендыря, хмеля, некоторых овощных и плодовых растений;
- Северо-Американский — родина некоторых видов ячменя, подсолнечника, люпина, многих овощных, ягодных, плодовых культур;
- Центрально-Американский (Мексика — Панама) — родина кукурузы, некоторых видов картофеля, фасоли, тыквы, кабачков, перца, батата, длинноволокнистого хлопчатника;
- Южно-Американский (или Андский: Перу — Боливия — Чили) — родина картофеля, томатов, табака, лопающейся кукурузы, некоторых видов ячменя.

2.5. СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И СЕВООБОРОТЫ (ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

В XVIII в. первые русские агрономы-ученые А. Т. Болотов и И. М. Ковмов попытались дать научное определение и обоснование системе земледелия. Они разделяли системы земледелия по способу повышения плодородия почвы (залежь, перелог, пар и т. д.). Главным же условием увеличения урожайности они считали правильное сочетание хлебопашества и скотоводства.

В работе «О системах земледелия» (1866) А. В. Советов впервые дал определение системы земледелия: «Различные формы, в которых выражается тот или другой способ земледелия, принято называть системами земледелия».

В настоящее время под *системой земледелия* понимают комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленный на эффективное использование земли и других ресурсов, сохранение и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Системы земледелия имеют богатую историю развития. Они возникали и сменялись в зависимости от развития производительных сил общества и научно-технического прогресса. Роль социально-экономических отношений при освоении систем земледелия особо подчеркивали первый доктор сельскохозяйственных наук в России А. В. Советов, а выдающийся российский ученый К. А. Тимирязев говорил, что культура поля всегда шла рука об руку с культурой человека.

Системы земледелия подразделялись ранее по признакам основных мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы, или же они назывались по характеру севооборота, так как именно от него зависели важнейшие организационные и агротехнические мероприятия. Системы земледелия менялись с развитием сельскохозяйственного производства, каждая соответствовала степеням интенсивности возделывания сельскохозяйственных культур, по которым системы подразделяются на четыре группы: примитивные, экстенсивные, переходные и интенсивные.

Примитивные системы земледелия характеризуются очень малой площадью земли, обрабатываемой под посевы культур (25 % и меньше). Восстановление плодородия почв в этих системах возлагалось полностью на естественные процессы природы. К ним относятся подсеčno-огневая, лесопольная, залежная и переложная системы земледелия.

Подсеčno-огневая система земледелия возникла в лесной зоне умеренного климата при первобытно-общинном строе. При освоении земли, заросшей лесом, человек использовал стихию огня. После сжигания леса или остатков деревьев почва обогащалась золой, содержащей питательные вещества для растений, а также нейтрализовалась избыточная кис-

лотность, что способствовало повышению ее плодородия. На таких почвах в течение 2–3-х лет получали урожай (зерновых, льна). Плодородие падало, ухудшались физико-химические свойства почвы, затухали микробиологические процессы. Участок бросали, сжигали другой массив. Это было варварское земледелие, уничтожающее леса. Сгорала при этом лесная подстилка и органическое вещество почвы. Подсечно-огневая система земледелия сохранялась до конца XIX в.

Подсечно-огневая система земледелия постепенно сменилась *лесопольной*, основу которой составляло чередование посевов однолетних растений с лесом. Подсечно-огневая и лесопольная системы земледелия имелись на территории Беларуси. В степных районах, где под пашню осваивались земли, занятые травянистой растительностью с высоким естественным плодородием, сложилась залежная и переложная системы земледелия.

При *залежной системе земледелия* участки целины распахивались под зерновые культуры (пшеницу, ячмень, просо и др.) и лен. Они возделывались бесценно в течение 3–4 лет. Повторные посевы на одном и том же поле и низкая агротехника приводили к засорению, одностороннему истощению почвы питательными веществами и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. После того как урожаи переставали удовлетворять потребности человека, распаханые участки забрасывали и начинали распахивать новые целинные земли. Такая система земледелия была возможна только при наличии огромной площади нетронутых земель и очень малом количестве населения.

С ростом населения и появлением частной собственности на землю резервы целинных земель с каждым годом уменьшались, и человек был вынужден прибегать к распахке ранее обрабатываемых участков. Это привело к *переходу залежной системы в переложную*. Она основана на сознательной смене земель, находящихся под культурой, на уголья, временно оставляемые под перелог для восстановления утраченного плодородия. Как и при залежной, при переложной системе земледелия восстановление плодородия почвы происходило естественным путем без вмешательства человека. При этой системе земледелия появились более совершенные мотыги и лопаты, деревянная соха заменилась плугом с железным лемехом и отвалом. Вместо мелкой безотвальной обработки почвы начала появляться глубокая и отвальная. Развитие переложной системы земледелия относят к рабовладельческому и феодальному строю. В отдельных районах Украины и Средней Азии она сохранялась до XIX в.

Экстенсивные системы земледелия (паровая и многопольно-травяная) характеризуются тем, что все пахотопригодные земли или большая их площадь превращают в пашню, значительная часть которой отводится под пары. Высеваются при этих системах в основном зерновые культуры; кормовые и технические культуры не высевают, или они занимают незначи-

тельные площади. Плодородие почвы поддерживается природными факторами, направляемыми в той или иной мере человеком (обработка пара, посев трав) и в меньшей мере — промышленными средствами производства (машинами, удобрениями и др.), а также мелиорацией.

Паровая система земледелия возникла при рабовладельческом строе, но более широкое распространение получила при феодализме, заменив во многих местах переложную систему. Ее появление вызвано дифференциацией общества при феодализме и капитализме, недостатком свободной земли и развитием средств производства. Недостаток свободной земли привел к тому, что срок перелога в землепользовании постепенно стал сокращаться до 15, 10, 5 лет, а затем до 1 года. Этот одногодичный перелог обрабатывали для борьбы с сорняками, мобилизации питательных веществ, накопления в почве влаги и часто удобряли. Такое поле начали называть паром (отдых земли).

Восстановление и повышение плодородия почвы с помощью пара называлось паровой системой земледелия. При ней появились 2-польные и 3-польные парозерновые севообороты: пар, озимые и пар, озимые, яровые. На территории Беларуси преобладали 3-польные севообороты.

Паровая система земледелия по сравнению с залежной, переложной и подсеčno-огневой давала возможность значительно увеличить посевные площади под зерновыми хлебами. Урожайность зерновых на первых этапах внедрения паровой системы поддерживалась за счет внесения навоза и уменьшения на полях корневищных сорняков. Животноводство в те времена имело много кормов, получаемых с обширных естественных лугов и пастбищ.

С увеличением населения естественные кормовые угодья постепенно начали распахивать и включать в 3-польные полевые севообороты. При этом количество корма для скота уменьшилось, кормовые культуры в севооборотах не возделывались, в результате чего снижалось производство животноводческой продукции и накопление навоза в хозяйствах. Плодородие почвы не повышалось, и не было роста урожайности сельскохозяйственных культур. Средний урожай зерновых был на уровне 5—7 ц с 1 га, а в засушливые годы не собирали даже семян. Прimitивная обработка почвы способствовала разрушению почвенной структуры и сильному засорению посевов сорняками. Паровая система земледелия была господствующей в России до 30-х гг. XX в.

В ряде мест из паровой системы сформировалась *выгонная*, или многопольно-травяная, система земледелия. В ней половину площади пашни выделяли под сеяные многолетние травы, которые использовали на сено и выпас, а на остальной площади возделывали зерновые культуры. В нашей стране в чистом виде выгонная система не получила распространения.

Возрастающая потребность в разнообразной сельскохозяйственной продукции и накопление опыта по возделыванию культур вели к дальнейшему совершенствованию систем земледелия и севооборотов. Появились переходные от экстенсивных к интенсивным системам земледелия: травопольная, зернотравяная и паропропашная. В нечерноземной зоне в крестьянских хозяйствах паровая система земледелия сменилась зернотравяной, а в черноземной — паропропашной.

Обобщив труды своих предшественников, академик В. Р. Вильямс в 20-х гг. XX в. разработал *травопольную систему земледелия*, которая получила распространение во всех почвенно-климатических зонах СССР. Основное положение травопольной системы земледелия следующее: высокое плодородие почвы обеспечивается лишь наличием в ней мелкокомковатой и водопрочной структуры. Она может создаваться только при выращивании смеси многолетних злаковых и бобовых трав. Травосеяние в любых условиях рассматривалось как наиболее надежное средство восстановления почвенного плодородия (обогащение гумусом, оструктурирование, дезинфекция и обогащение связным азотом). Только на структурной почве считалось возможным получать устойчиво высокие урожаи. Возделывание же любых однолетних растений в полевых условиях связывалось с неизбежным ухудшением структуры, а следовательно, и снижением плодородия почвы. Задаче поддержания почвы в мелкокомковатом и водопрочном состоянии подчинялись структура посевов и вся агротехника (севообороты, обработка почвы, мелиоративные приемы).

Роль травосеяния в общем окультуривании почвы бесспорна. И в настоящее время приведение почв в структурное состояние имеет большое значение, однако решение этого вопроса нельзя ограничивать только травосеянием. Агротехническое и хозяйственное значение многолетних трав там, где они успешно растут, несомненно, и они должны быть в структуре посевов.

Зернотравяная система земледелия, или *улучшенная зерновая*, возникла при внедрении в парозерновые севообороты многолетних кормовых трав двух- и трехгодичного пользования. Зерновые культуры в зернотравяных севооборотах занимали от половины до 2/3 пашни, 15—20 % ее отводилось под чистые пары и 20—30 % — под многолетние травы. Пропашные и зернобобовые или отсутствовали, или занимали незначительные площади. Плодородие почвы поддерживалось при помощи многолетних трав, паровой обработки, применения удобрений, преимущественно навоза. Эта система земледелия использовалась в Беларуси.

Примером зернотравяного севооборота может служить 8-польный: пар черный; озимые с подсевом клевера с тимофеевкой; клевер с тимофеевкой 1-го года пользования; клевер с тимофеевкой 2-го года пользования; лен; пар черный; озимые; яровые зерновые. Этот севооборот отлича-

ется от парозерновых наличием многолетних трав и льна. К недостаткам его следует отнести то, что четвертая часть площади пустует и отсутствуют пропашные культуры.

Введение пропашного поля (сахарной свеклы, картофеля, подсолнечника, кукурузы) в парозерновые севообороты привело к возникновению *паропропашной* системы. Зерновые культуры здесь занимают 50—70 % пашни, пропашные, зернобобовые и крупяные — 15—25 %, чистые пары — 15—25 %. Плодородие почвы поддерживается за счет интенсивной обработки в паровых и пропашных полях, внесением удобрений, применением мер по накоплению и сохранению влаги. Пример паропропашного севооборота: пар чистый; озимые; картофель; яровые зерновые.

В настоящее время паропропашная система земледелия широко применяется в зерновых районах юга и юго-востока европейской части России. В этих районах она наиболее эффективна и может быть отнесена к группе интенсивных систем земледелия.

Интенсивные системы земледелия в отличие от примитивных, экстенсивных и переходных базируются на применении производственных факторов воздействия на плодородие почвы. В них все пахотоспособные земли должны быть использованы под посевы ценных продовольственных, технических и кормовых культур, а естественные кормовые угодья должны быть превращены в культурные высокопродуктивные сенокосы и пастбища. Плодородие почвы при этих системах повышается за счет внесения увеличивающегося количества органических и минеральных удобрений, правильной механической обработки почвы, внедрения наиболее урожайных сортов культурных растений, применения агротехнических, химических и биологических мер борьбы с сорняками, болезнями и вредителями растений, а также необходимых мелиоративных мероприятий. Набор культур и их соотношение устанавливается в зависимости от специализации хозяйства и природно-экономических условий.

К интенсивным системам земледелия относятся: плодосменная, зернопропашная и пропашная.

Из них наиболее распространена плодосменная система. Она возникла со сменой феодального строя на капиталистический, создавший новые условия в общественной жизни и требования к земледелию. Впервые она появилась в Бельгии, Голландии, Франции и Германии в XVI—XVII вв., но развитие получила в Англии во второй половине XVIII в. В структуру посевных площадей этой системы входило 50 % зерновых, 25 % пропашных и 25 % бобовых культур. Примером плодосменного севооборота может служить впервые введенный в Англии в графстве Норфолк 4-польный севооборот со следующим чередованием культур: клевер красный; озимые; пропашные; яровые зерновые с подсевом клевера. Зерновые здесь чередуются с пропашными и бобовыми, чистый пар заменен занятым. В этом

севообороте в полной мере реализуются естественнонаучные принципы чередования культур. Плодосменная система позволила заметно повысить урожайность сельскохозяйственных культур и улучшить использование земли в странах Западной Европы. Для этой системы характерно то, что чисто зерновое хозяйство уступило место хозяйству с развитым животноводством, с возделыванием пропашных и бобовых культур.

Восстановление и повышение плодородия почвы при этой системе предусматривается главным образом за счет техники, удобрений, более совершенной обработки почвы и правильного чередования культур в севообороте. В дореволюционной России и Беларуси плодосменная система земледелия не нашла широкого применения в помещичьих и крестьянских хозяйствах из-за их слабости и технической отсталости. В настоящее время в нашей республике она успешно используется в хозяйствах различного направления.

Зернопропашная система возможна в районах, хорошо обеспеченных влагой, и в условиях орошения. На долю зерновых в ней приходится 60—70 %, а остальная площадь отводится под пропашные и другие незерновые культуры, здесь зерновые выращивают в повторных посевах.

Пропашной (промышленно-заводской) можно назвать систему земледелия, в которой большая часть пашни используется под пропашные культуры. Она относится к наиболее интенсивным. Ее применяют в хозяйствах, выращивающих высокопродуктивные кормовые и технические культуры (кукурузу, сою, кормовую морковь, сахарную свеклу, хлопчатник, подсолнечник и др.), а также в специализированных картофельных хозяйствах. Здесь широко используются повторные посевы пропашных и выращивают промежуточные культуры. Чистых паров в ней нет.

Для повышения плодородия почвы в пропашной системе большое значение имеет интенсивная обработка почвы, высокие дозы органических и минеральных удобрений, своевременное уничтожение сорняков, осушение избыточно увлажненных земель, орошение в засушливых районах, борьба с эрозией почвы, особенно с водной.

2.6. СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В БЕЛАРУСИ

В настоящее время в Республике Беларусь преобладают следующие системы земледелия: зернотравяная, зернопропашная, пропашная, плодосменная, сидеральная и почвозащитная зернокормовая.

Зернотравяная система используется в хозяйствах зерноживотноводческого направления. Основой ее является зернотравяной севооборот с наличием двух групп культур — зерновых и многолетних трав. При

включении в такие севообороты пропашных культур эта система может переходить в более интенсивную плодосменную систему земледелия.

Зернопропашная система, как и зернотравяная, применяется в хозяйствах зерноживотноводческого направления. Основу ее составляют зернопропашные севообороты, в которых 60—70 % площади занимают зерновые и 30—40 % — пропашные и другие незерновые культуры.

Пропашная система земледелия чаще встречается в пригородных овощеводческих и специализированных картофельных хозяйствах. Это наиболее интенсивная из всех систем. В севооборотах ее большая часть пашни отводится под пропашные культуры.

Наиболее распространена плодосменная система. Она применяется в хозяйствах с разнообразным набором культур (кормовые, зерновые, картофель, овощные и др.). Севообороты здесь без чистого пара. Около половины площади их занимают зерновые, остальную — бобовые и пропашные культуры. Это позволяет осуществлять в них принцип плодосмена. В хозяйствах, высевающих лен, осваивают плодосменные системы льно-кормового направления.

Сидеральная система распространена в хозяйствах, расположенных на песчаных почвах. В севооборотах ее широко используют сидеральные культуры: люпин, сераделла, донник, пелюшка и др.

Почвозащитная зернокормовая система встречается на осушенных торфяно-болотных почвах. Для охраны и рационального использования торфяных почв на них вводят специальные севообороты, 60—70 % площади которых отводится под многолетние травы и 30—40 % — под зерновые сплошного сева. Широко проводятся почвозащитные агротехнические (обработка, посев) и другие мероприятия (агролесомелиорация, возводятся гидротехнические сооружения).

В Республике Беларусь для большинства регионов структура посевных площадей сложилась исторически. Научно обоснована следующая структура посевов: 50 %, а в перспективе около 56 %, — зерновые и зернобобовые, примерно 10—12 % — пропашные, около 12—25 % — многолетние бобовые травы, 12,5 % — другие культуры.

Такая структура позволяет иметь оптимальный севооборот или систему севооборотов с правильным чередованием культур. В данном случае 8-польный севооборот, в котором четыре поля зерновых, поле пропашных, поле любой технической культуры, два поля клевера одногодичного пользования, или одно поле клевера и одно — однолетних трав и кукурузы. Такой севооборот позволит увеличить валовый сбор растениеводческой продукции на 15—20 %, будет способствовать воспроизводству почвенного плодородия, улучшению фитосанитарной ситуации посевов и почвы, защите от сорняков, болезней и вредителей.

2.7. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ БЕЛАРУСИ

Через Республику Беларусь проходит граница Евразийской темнохвойной и Европейской широколиственной лесорастительных зон. В них выделяют три подзоны: северная — елово-широколиственных лесов; центральная — елово-грабовых дубрав; южная — широколиственно-сосновых лесов. В этих трех подзонах выделяют еще районы: Западно-Двинский, Ошмянско-Минский, Оршанско-Могилевский, Березинско-Предполесский, Неманско-Предполесский, Бугско-Полесский и Полесско-Приднепровский (рис. 3).

Южная граница распространения темнохвойных лесов приблизительно совпадает с границей агроклиматической зоны с суммой активных температур больше 2200 °С и меньше этого значения соответственно. Северная граница распространения широколиственно-сосновых лесов примерно соответствует линии, разделяющей территории с длительностью периода температуры воздуха выше 10 °С более 150 дней в году и менее этого периода. Природно-экономические зоны Беларуси отличаются благодаря этим



Рис. 3. Геоботанические зоны Беларуси:
 подзоны: А — дубово-темнохвойных лесов; Б — грабово-дубово-темнохвойных лесов; В — широколиственно-сосновых лесов;
 округа: 1 — Западно-Двинский; 2 — Ошмянско-Минский; 3 — Оршанско-Могилевский; 4 — Неманско-Предполесский; 5 — Березинско-Предполесский; 6 — Бугско-Полесский; 7 — Полесско-Приднепровский [1]

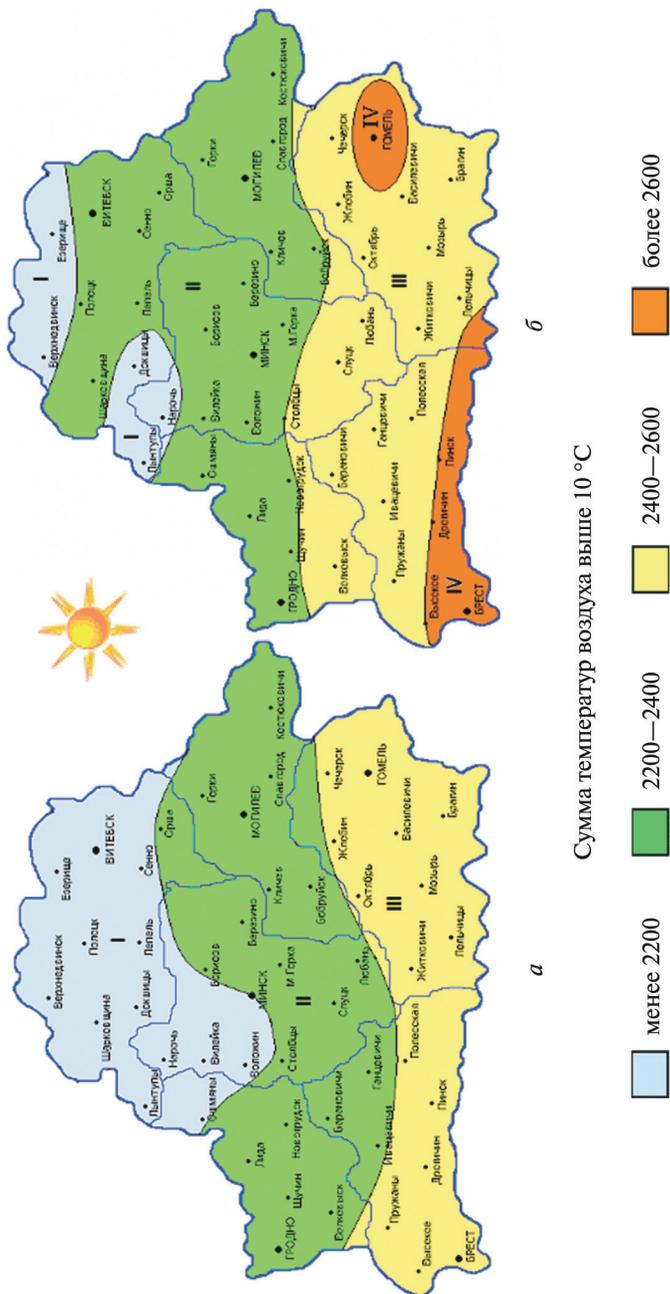


Рис. 4. Изменение границ агроклиматических областей Беларуси:

а — границы агроклиматических областей по А. Х. Шкляру (1973 г.);

б — границы агроклиматических областей по В. И. Мельнику за период 1989—2005 гг.; агроклиматические области: I — Северная; II — Центральная; III — Южная; IV — Новая [18]

природно-климатическим параметрам, а также благодаря характеру рельефа местности, почвенной структуры, типа растительности, гидроэкологическим условиям, климатическим, транспортным и др. особенностям. Иногда существенные особенности обнаруживаются между отдельными субъектами хозяйства или даже внутри отдельного хозяйства.

Уже древние римляне подбирали виды и сорта сельскохозяйственных растений, соответствующие конкретным природным особенностям районов и отдельных латифундий, учитывая почвенные различия, освещение склонов солнечным светом, преобладающие направления и силу ветра (вызывающего, прежде всего, высыхание почвы), обеспеченность осадками и характер их стекания и т. д.

В соответствии с базисными наследственно обусловленными адаптациями растений к условиям выращивания и с существующими почвенно-климатическими ресурсами на территории Беларуси наблюдаются определенные закономерности распределения и приуроченность культурных видов к определенным природным зонам и подзонам. Территория страны разделена на три сельскохозяйственные зоны, в пределах которых наблюдаются сходные природные условия и создаются свои особенности для сельскохозяйственного производства, что является основой для районирования сортов сельскохозяйственных культур (рис. 4, а).

Глобальное потепление климата вносит коррективы и в традиционные агроклиматические зоны Беларуси, что выражается в появлении на юге республики четвертой зоны, ранее характерной для Украины (рис. 4, б). Время проверит стабильность нового агроклиматического зонирования.

2.8. ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В теории высоких урожаев важная роль принадлежит законам земледелия. Законы земледелия — это частное выражение законов природы, проявляющихся в земледельческом процессе. Они раскрывают закономерные связи развивающегося растения с условиями внешней среды.

1. Закон автотрофности зеленых растений состоит в том, что зеленые растения, используя солнечную энергию и поглощая из воздуха диоксид углерода, а из почвы — минеральные вещества и воду, синтезируют все необходимые им органические вещества. Этот закон объединил две теории: фотосинтеза и минерального питания растений.

Закон автотрофности растений гласит, что фотосинтез является основным процессом, фактически создающим урожай. Любой агротехнический прием, повышающий урожай, в конечном счете, действует на повышение использования энергии солнечной радиации, т. е. на усиление фотосинтеза. Формирование урожая зависит не только от площади листьев, но и от времени их функционирования.

Фотосинтетический потенциал (ФП), объединяющий эти показатели, за какой-либо период времени представляет сумму величин площади листьев за каждые сутки периода. Например, если площадь листьев в начале периода составляла 20 тыс. м²/га, а через 10 дней — 28 тыс. м²/га, то ФП этого 10-дневного периода составляет

$$([20+28] / 2) \cdot 10 = 240 \text{ тыс. м}^2 \cdot \text{дн/га.}$$

ФП хорошо развитых посевов зерновых культур с вегетационным периодом 100—110 дней составляет за вегетацию ~ 2,0—2,5 млн м² · дн/га.

Чистая продукция фотосинтеза (ЧПФ) характеризует интенсивность фотосинтеза посева и измеряется количеством сухой органической массы в граммах, синтезируемой 1 м² листовой поверхности за сутки.

В среднем за вегетацию у таких культур, как пшеница, ячмень, ЧПФ составляет 5—7 г/(м² · дн). У кукурузы ЧПФ обычно выше.

ЧПФ, как и ФП, определяют за какой-то период или в среднем за вегетацию.

$$\text{ЧПФ} = (B_2 - B_1) / \text{ФП},$$

где B_2 и B_1 — сухая масса растений с единицы площади в конце и в начале периода; $B_2 - B_1$ — прирост сухой биомассы за период.

ЧПФ варьирует в течение вегетации. В первый месяц вегетации ЧПФ выше, чем в следующий, так как вначале растения не затеняют друг друга, листья хорошо освещены. В дальнейшем с увеличением площади листьев ЧПФ начинает уменьшаться в связи с затенением нижних листьев.

В начале вегетации нарастание биомассы идет медленно, затем темпы приростов увеличиваются. В конце вегетации, когда площадь листьев небольшая, суточные приросты биомассы также невелики. В это время идет перераспределение накопленных ассимилятов из листьев, стеблей и корней в генеративные органы.

Прирост биомассы (урожай биомассы, У) за любой промежуток времени, в том числе и за вегетацию, составляет:

$$У = \text{ФП} \cdot \text{ЧПФ}.$$

Если в среднем за 100 дней вегетации ЧПФ равнялась 6 г/(м² · дн), а ФП — 2 млн м² · дн/га, то количество сухой биомассы составит 12 т/га.

Посев как фотосинтезирующая система наиболее производительно функционирует в период, когда площадь листьев близка к оптимальной — 30—50 тыс. м²/га. Если чистая продуктивность фотосинтеза в это время равна 5—7 г/(м² · дн), то при площади листьев 40 тыс. м²/га суточный прирост биомассы составит 200—280 кг/га. Если период с такой средней площадью листьев продолжается 30 дней, то за это время прирост сухой биомассы составит 6—8 т/га. Прирост биомассы за период, когда посев функционирует в оптимальном режиме, составляет более 70 % максималь-

ного за вегетацию, хотя продолжительность этого периода — всего 30 % общей вегетации культуры.

Таким образом, высокие урожаи обеспечиваются определенным ходом фотосинтетической деятельности растений в посевах. Оптимальный ход нарастания площади листьев и биомассы определен для каждой культуры и сорта в конкретных условиях выращивания.

Довольно трудно с помощью агротехнических приемов повысить одновременно и площадь листьев, и ЧПФ. Например, при улучшении условий жизни растений (полив, внесение удобрений и др.) обычно усиливаются ростовые процессы, увеличивается площадь листьев. В этом случае листья затеняют друг друга, поэтому ЧПФ снижается. К эффективным приемам выращивания, повышающим урожайность и качество продукции, относятся все мероприятия по борьбе с сорняками. В чистых от сорняков посевах улучшаются условия освещенности и ЧПФ культуры всегда значительно выше, чем в засоренных посевах. Меры борьбы с вредителями и болезнями, оздоравливающие растения, также способствуют повышению ЧПФ.

Кардинальный путь повышения урожайности культуры через увеличение ЧПФ — генетическое преобразование растений, селекция.

Большинство культур относятся к C_3 -типу. К растениям C_4 -типа относятся сахарный тростник, кукуруза, сорго, просо. ЧПФ у C_4 -растений выше, чем у C_3 -растений, особенно при повышении площади листьев.

2. Закон незаменимости (или равнозначности) различных факторов жизни. Сущность его в том, что растение не может развиваться без какого-либо фактора жизни. Все необходимые для растения факторы и условия должны быть в наличии. В природе все факторы жизни взаимосвязаны и взаимозависимы. Недостаток или избыток какого-то одного фактора влечет за собой изменение действия всех остальных. Однако ни один из необходимых для развития растений факторов не может быть заменен другим. Например, сколько бы ни увеличивали приток воды на участок, она не сможет заменить недостаток тепла, так же как нельзя заменить фосфор азотом или калием. При выпадении любого фактора из необходимого комплекса жизнь растения прекращается. В том числе потребность растения в каком-нибудь микроэлементе, если она не будет удовлетворена, может нарушать нормальный ход роста и развития или привести к гибели растительного организма. В этом отношении все факторы равнозначны и незаменимы.

3. Закон минимума, максимума и оптимума. Основоположник агрохимии Ю. Либих сформулировал первые количественные закономерности действия факторов, названные им *законом минимума*, который гласит: урожай (продукция) зависит от фактора, находящегося в минимуме. Например, в различных зональных условиях (например, Беларуси) ведущее, или критическое, значение будет приобретать фактор, которого в первую очередь там недостает.

Впоследствии Р. Сакс расширил и преобразовал этот закон в **закон минимума, максимума и оптимума**, согласно которому наибольший урожай осуществим при среднем (оптимальном) наличии данного фактора. При минимальном и максимальном значениях этого фактора урожай становится невозможен вообще.

4. Закон совокупного действия факторов жизни растений. Отдельные факторы жизни действуют не изолированно, а в тесном взаимодействии друг с другом. Растения испытывают непрерывно влияние всего комплекса факторов. Они в наибольшей степени проявляют свою силу только при совместном действии. Позже Э. Митчерлих дал этому закону математическое выражение в виде

$$dX = \frac{dY}{C(AY)},$$

где Y — ожидаемый урожай; X — напряженность испытываемого фактора; C — коэффициент действия переменного фактора; A — условная постоянная, характеризующая наивысший урожай.

Основное следствие из закона совокупного действия факторов — принцип, что нельзя наивысшую эффективность использования земли обеспечить каким-то одним агротехническим приемом, нужно осуществлять комплекс необходимых мероприятий.

Другим следствием закона совокупного действия факторов является закон адекватной взаимообусловленности фитоценоза и биотопа (упрощенно: *единства организмов и среды*). Этот закон установлен и подтвержден многочисленными исследованиями геоботаников и экологов.

Сущность закона адекватной взаимообусловленности фитоценоза и биотопа состоит в следующем. В естественных условиях на каждой конкретной территории формируется определенное растительное сообщество (*фитоценоз*). В процессе длительного отбора как следствия многолетней межвидовой и внутривидовой конкуренции и различных форм взаимоотношений между растениями формируется стабильное по флористическому (видовому) составу, строению и продуктивности сообщество. Разные виды дополняют друг друга в использовании как наземного и подземного пространства, так и временного интервала вследствие естественной сменяемости одних видов другими в течение вегетационного периода. Образующаяся в сообществе органическая масса, как и содержащиеся в ней различные минеральные элементы, практически полностью остаются на месте произрастания (*эктоп*). Под воздействием вегетирующих растений, их корневых систем, прижизненных выделений, процессов разложения и минерализации растительных остатков, жизнедеятельности почвообитающих организмов (микробы, грибы, нематоды, личинки насекомых, дождевые черви и т. п.) место произрастания, а не только его часть — почва, трансформи-

руется в среду местообитания (*биотоп*). По условиям жизни биотоп оптимально соответствует требованиям конкретного растительного сообщества: его продуктивные способности достигают естественного максимума.

С усилением упомянутых процессов естественное растительное сообщество приобретает такие важные свойства, как устойчивость к природным возмущениям и стабильность в образовании органического вещества. И чем больше видов и разнообразнее формы взаимоотношений между ними, тем устойчивее и стабильнее функционирует сообщество. Позднее оно приобретает новое уникальное свойство: способность к авторегуляции, или, иначе, способность к самовоспроизводству в полном объеме, в том числе по составу и структуре. Сообщество переходит в качественно новое состояние, называемое *биоценозом* или *экосистемой*.

При вовлечении в сельскохозяйственное производство все естественное растительное сообщество с установившимися в нем структурой, составом и взаимоотношениями полностью разрушается. На распаханных территориях возделывают культурные растения, чтобы решать важнейшую задачу сельского хозяйства: получать с каждого гектара посева наибольшее количество растениеводческой продукции определенного качества. Поэтому в сравнении с естественными сообществами посевы сельскохозяйственных культур имеют ряд особенностей: они обычно одновидовые, чаще представлены однолетними растениями, вынос элементов минерального питания с урожаем превышает поступление их в почву с незначительным количеством растительных остатков, неуклонно снижается плодородие почвы, нарастает пораженность посевов вредными организмами ввиду возделывания одной культуры два и более лет подряд на одном поле, урожайность растений падает и сильно колеблется по годам и т. п.

Чтобы избежать этих и подобных негативных явлений в земледелии, постоянно апробировали различные способы возделывания культур. Прежде всего, из-за относительной простоты технического решения стремились на одном поле год от года высевать совершенно разные по биологии культуры.

Изложенное выше В. Д. Панников положил в основу *важнейшего принципа земледелия — плодосмена (севооборота)*. Сущность его заключается в чередовании культур в пространстве и времени, что позволяет при прочих равных условиях получать более высокий урожай, чем при повторных посевах одной культуры на том же поле (монокультура). Необходимость периодической смены разных культур на полях обуславливается тем, что каждая из них по-разному влияет на почву и окружающую среду, неодинаково изменяя агрофизический, водно-воздушный, тепловой и питательный режимы почвы по ее вертикальному профилю, а также на состав микрофлоры и интенсивность развития патогенных организмов. На основании этого закона разрабатываются научные принципы севооборота. Например, по годам на одном поле чередуют посевы или даже посевы и паровые поля: многолетние травы — озимая пшеница — картофель —

овес — занятой пар — озимая рожь и т. д. Соблюдение этого принципа в практике земледелия позволяет устранить многие, но далеко не все негативные явления современного земледелия. Поэтому принцип плодосмена объективно выражает лишь часть закона адекватной взаимообусловленности естественного растительного сообщества и условий его местообитания.

5. Закон возврата питательных веществ. Его открытие К. Маркс назвал одной из величайших заслуг Ю. Либиха. Согласно этому закону, при нарушении баланса усвояемых питательных веществ в почве вследствие выноса их с урожаем или в результате других причин его необходимо восстановить путем внесения в почву соответствующих удобрений. Это имеет огромное значение для сохранения плодородия почвы, достижения высоких урожаев и для получения продукции нужного качества.

В XX в. закон возврата питательных веществ был преобразован в **закон возрастания плодородия почв**, или **прогрессивного роста эффективного плодородия почв по мере интенсификации земледелия**. Действие этого закона проявляется при соблюдении других законов земледелия, особенно закона возврата питательных веществ, поскольку значительная часть этих веществ ежегодно отчуждается с урожаем, что дало повод Р. Мальтусу говорить об убывающем плодородии почв. Но при рациональном нехищническом подходе к почве в результате интенсификации земледелия, обусловленном механизацией и химизацией технологических процессов, внесением удобрений и снижением численности и вредного действия сорняков, болезней и вредителей, наоборот, происходит повышение продуктивности почв полей.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ И ОБРАЗОВАНИЯ УРОЖАЯ

3.1. ПОНЯТИЕ О СОРТЕ КУЛЬТУРЫ И ОСОБЕННОСТЯХ ЕГО СОЗДАНИЯ

Сорт — это совокупность сходных по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам растений одной культуры, родственных по происхождению, отобранных и размноженных для возделывания в определенных природных и производственных условиях с целью повышения урожайности и качества продукции.

В качестве исходного материала используются уже имеющиеся в природе сорта и формы растений, например дикорастущие формы, местные сорта культурных растений, сорта зарубежной селекции, а также формы

растений, создаваемые в самом процессе селекции. Особая ценность проверенных временем местных сортов как исходного материала заключается в их приспособленности к условиям произрастания. Однако среди местных сортов сельскохозяйственных культур могут отсутствовать формы с высокими технологическими и вкусовыми качествами продукции, с устойчивостью к вредителям и болезням и т. д.

Исключительная ценность дикорастущих форм состоит в их устойчивости к неблагоприятным условиям — засухе, морозу, засолению почвы, вредителям, болезням и др. Очень важно иметь в наличии не просто высокоурожайные сорта, а сорта с широкой экологической пластичностью, устойчивые к неблагоприятным погодным условиям, особо опасным болезням и вредителям. Новые сорта должны обеспечивать получение высококачественной продукции и содержать наибольшее количество тех веществ (белок, жир, крахмал, витамины, волокно и т. д.), ради которых возделывается та или иная культура. Кроме того, они должны быть хорошо приспособлены к механизированному возделыванию. Такие сорта уже есть, а селекционеры продолжают селекционный процесс на этих важнейших направлениях.

Роль сорта в повышении урожайности и улучшении качества сельскохозяйственной продукции общепризнанна. Сорт — это биологический фундамент урожая. По последним оценкам, долевое участие селекции в повышении урожайности в мировом земледелии достигает 70 %, причем оно будет возрастать, что связано как с общей тенденцией к биологизации и экологизации современного земледелия, так и с возрастающими возможностями селекции.

Важное место в селекционном процессе занимает метод гибридизации. В селекции растений наиболее распространена *внутривидовая гибридизация*, при которой скрещиваемые особи принадлежат к одному виду. Техника скрещиваний различных сельскохозяйственных растений неодинакова. Она зависит от строения цветков (обоополье или раздельнополюе), способа опыления и характера цветения (самоопыление или перекрестное опыление, ветроопыление или насекомоопыление, закрытое или открытое цветение), продолжительности цветения, продолжительности жизнеспособности пыльцы и рыльца пестика, некоторых других причин. Например, для получения гибридов кукурузы намеченные к гибридизации растения высевают чередующимися рядами (через 4 ряда материнской формы сеют 2 ряда отцовской формы) и вручную удаляют султаны на материнских растениях за несколько суток до цветения. Впоследствии появился менее трудоемкий химический метод кастрации, основанный на эффекте ЦМС — цитоплазматической мужской стерильности, создаваемой в результате избирательного поражения мужских гамет токсином фитопатогенного гриба *Helminthosporium maydis*.

При искусственной принудительной гибридизации двух линий или сортов отмечается *гетерозис* — феномен «гибридной силы», или увеличения жизнеспособности, мощности развития, продуктивности гибридов первого поколения F_1 по сравнению с родительскими формами. В следующих генерациях (F_2 , F_3) этот эффект затухает. Лишь определенные пары родительских форм дают при скрещивании гетерозисные гибриды. Особенно часто эффект гетерозиса проявляется при скрещивании чистых линий, одна из которых гомозиготна по доминантным, а другая — по рецессивным генам. Такие линии создают для получения гетерозисных гибридов, которые в отличие от сортов необходимо воспроизводить ежегодно.

Для практического использования в производстве эффекта гетерозиса в настоящее время разработаны и широко используются методы получения гибридных семян кукурузы, ржи, огурца, томата, лука, сахарной свеклы и некоторых других культур. Особое положение занимает группа вегетативно размножающихся растений, у которых возможно закрепление гетерозиса в потомстве (некоторые сорта картофеля получены из гибридных семян).

У перекрестноопыляющихся растений важный новый источник исходного материала — *самоопыляющиеся чистые линии*, или *инцухт-линии*. Их получают путем многократного принудительного самоопыления. В качестве исходного материала в процессе отбора можно использовать и различные гибридные популяции (внутривидовые, межвидовые и даже межродовые).

Интересные результаты получают с помощью *отдаленной гибридизации*. Она нередко позволяет получить формы растений с ценными качествами и устойчивые к заболеваниям и вредителям. При помощи межвидовой гибридизации получены многие современные сорта подсолнечника, пшеницы, сахарной свеклы. Известны и межродовые гибриды: пшенично-ржаной (тритикале), ржано-пшеничный (секалотритикум), пшенично-пырейный и др. Одно из существенных препятствий для отдаленной гибридизации — нескрещиваемость или затруднения в скрещивании далеких видов. Часто наблюдается также бесплодие получаемых гибридов. Для преодоления нескрещиваемости отдаленных форм используют методы посредника, опыления смесью пыльцы, применяют физиологически активные вещества и т. д. Кроме того, для преодоления нескрещиваемости и стерильности получаемых гибридов широко практикуют полиплоидию.

Полиплоидия — это особый вид геномных мутаций, при котором происходит кратное (по сравнению с гаплоидным набором) увеличение числа хромосом в клетках растений ($3n$, $4n$, $6n$ и т. д. вместо обычных $2n$). Полиплоидные растения имеют более широкую норму реакции и, следовательно, легче приспосабливаются к неблагоприятным условиям внешней среды.

Полиплоиды можно получать и искусственным путем, например обрабатывая растения некоторыми химическими соединениями.

В настоящее время на основе полиплоидов выведены многочисленные сорта и гибриды пшеницы, кукурузы, свеклы, гречихи, картофеля, плодовых культур, дающие большую прибавку урожая и отличающиеся большой жизнеспособностью и экологической пластичностью.

Над созданием новых сортов и гибридов работают ученые селекционных центров, опытных станций и институтов. Большой вклад в создание всемирно известных сортов внесли ученые-селекционеры бывшего СССР П. П. Лукьяненко, В. Н. Ремесло, А. П. Шехурдин, В. Н. Мамонтова, А. Р. Жебрак, Н. В. Цицин и др. В Беларуси огромную работу в создании отечественных сортов пшеницы, ржи, тритикале и других культур провели Н. В. Турбин, Л. В. Хотылева, Н. А. Картель, И. А. Гордей, С. И. Гриб, М. З. Антонюк, Э. П. Урбан, И. К. Коптик и др. Испытание степени пригодности и ценности каждого нового сорта (гибрида) в условиях тех или иных природных зон и регионов (а все сорта могут хорошо выполнять свою роль лишь в определенных экологических условиях, для которых они созданы и приспособлены отбором) проводят на сортоиспытательных участках, расположенных в различных регионах Республики Беларусь. Новые сорта (гибриды), отвечающие определенным требованиям по хозяйственной ценности, включаются в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в производстве.

Но практика убеждает, что роль сорта нельзя переоценивать. Попытки повысить урожайность лишь за счет свойств сорта иногда не дают результата. Более того, в ряде случаев новые сорта при невысоком уровне агротехники оказываются не лучше возделывавшихся ранее. Главная причина этого — несоответствие уровня культуры земледелия высоким требованиям новых сортов, в основном интенсивного типа. В результате потенциал продуктивности таких сортов реализуется на 15—20 %.

Главной теоретической базой селекционного процесса в растениеводстве остается *генетика* — наука, изучающая закономерности и материальные основы наследственности и изменчивости живых организмов.

Новые возможности получения исходного материала для селекционного процесса открывают методы *молекулярной генетики*, *генной инженерии* и *биотехнологии* [2], позволяющие целенаправленно конструировать новые сочетания генов, используя для этого геномы совершенно разных организмов. Например, во многих странах уже широко используются сорта так называемого трансгенного картофеля, в геном которого встроен ген микроорганизма, ответственный за синтез специального токсина, вызывающего гибель колорадского жука, либо ген антивирусного белка интерферона. Получены также сорта высокоурожайной трансгенной кукурузы, сои, некоторых других сельскохозяйственных культур.

3.2. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ. ОРГАНОГЕНЕЗ, ФЕНОФАЗЫ И СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА

Растения и необходимые для его жизни условия составляют единство, основой которого является обмен веществ между растением и внешней средой. Во взаимодействии со средой происходит развитие растений. Растение мы представляем себе как организм в развитии: оно зарождается, живет, дает плоды и семена, отмирает. Каждое растение обладает определенными требованиями к условиям жизни и свойством реагировать на изменение этих условий. Каждый вид и сорт по-разному использует для своей жизнедеятельности и развития условия среды и строит свое тело согласно наследственно закрепленным закономерностям индивидуального развития.

Индивидуальное развитие растений (онтогенез) — это процесс непрерывных качественных изменений. Жизнь растений складывается из качественно различных этапов — *стадий*.

По Ф. М. Куперман (1962), в цикле развития злаков выделяют **6 фенологических фаз**, проявляющихся **в особенностях органогенеза**: всходы, кушение, выход в трубку, колошение, цветение и образование и созревание семян, которое имеет три фазы спелости семян — молочную, восковую и полную. Налив семени соответствует молочной спелости. Началом фазы считают, когда в нее вступает не менее 10 % растений, полная фаза отмечается при наличии признака у 75 % растений. Названные 6 фенофаз включают 12 *этапов органогенеза*:

- Дифференциация и рост зародышевых органов.
- Дифференциация основания конуса на зачаточные узлы, междоузлия и стеблевые листья.
- Дифференциация главной оси зачаточного соцветия.
- Образование конуса нарастания второго порядка (колосковых бу-горков).
- Закладка покровных органов цветка, тычинок и пестиков.
- Формирование соцветия и цветка (микро-, макроспорогенез).
- Гаметофитогенез, рост покровных органов, удлинение члеников колосового стержня.
- Гаметогенез, завершение процессов формирования всех органов соцветия и цветка.
- Оплодотворение и образование зиготы.
- Рост и формирование зерновки.
- Накопление питательных веществ в зерновке (семени).
- Превращение питательных веществ в запасные вещества в зерновке (семени).

Анатомическое строение семени злаков схематически показано на примере строения зерновки пшеницы (рис. 5).

Набухание и прорастание семян предшествуют фазе всходов. Для того чтобы семена проросли, они должны набухнуть, т. е. поглотить определенное количество воды, которое зависит от их крупности и химического состава. Например, семена ржи поглощают 55—65 % воды от их массы, пшеницы — 47—48 %, ячменя — 48—57 %, овса — 60—75 %, кукурузы — 37—44 %, проса и сорго — 25—38 %. Для набухания семян зерновых бобовых культур требуется 100—125 % воды от их абсолютно сухой массы.

На поглощение воды оказывают влияние температура среды, концентрация почвенного раствора, структура и крупность зерна. Наиболее благоприятная температура в период набухания семян — 10—21 °С. На почвах с повышенной концентрацией солей набухание, а затем и прорастание затягиваются. Мучнистое зерно пшеницы и мелкие семена поглощают воду быстрее, чем стекловидное и крупное зерно, поэтому для получения дружных всходов посевной материал должен быть откалиброванный. Пленчатое зерно набухает медленнее, чем голозерное.

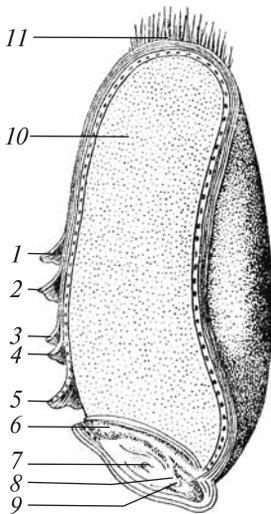


Рис. 5. Строение зерновки пшеницы: 1 и 2 — плодовые оболочки; 3 и 4 — семенные оболочки; 5 — алеуроновый слой эндосперма; 6 — щиток; 7 — почечка; 8 — зародыш (центральная часть); 9 — зачаточные корешки; 10 — эндосперм; 11 — хохолок

При набухании в семенах происходят биохимические и физиологические процессы. Под воздействием ферментов сложные химические соединения (крахмал, белки, жиры и др.) переходят в простые, растворимые соединения. Они становятся доступными для питания зародыша и через щиток перемещаются в него. Находящийся в эндосперме белок расщепляется до аминокислот с небольшим количеством аспарагина и глутамина. Азотистые вещества, вступая в реакции с продуктами расщепления углеводов, служат для синтеза новых белков в растущем зародыше.

Зародыш представляет собой миниатюрное зачаточное растение, включающее зародышевый стебелек с зародышевой почечкой и зародышевыми листовыми зачатками на верхнем конце и зародышевым корешком на нижнем. Все зародышевые анатомические структуры в значительной мере состоят из меристематических клеток.

Получив питание, зародыш из состояния покоя переходит к активной жизнедеятельности. Семена начинают прорастать (рис. 6, А). В это время им необходимы влага, кислород и определенные температурные условия.

Всходы — первая фаза роста и развития. По мере набухания семена начинают прорастать. Первыми трогаются в рост зародышевые корешки.

ки, а затем — стеблевой побег (рис. 6, *Б*). Прорвав семенную оболочку у голозерных хлебов, стебель появляется возле щитка (единственной семядоли), у пленчатых культур он проходит под цветковой чешуей и выходит у верхней части зерна, начиная пробиваться на поверхность почвы. Сверху он покрыт тонким прозрачным чехликом, называемым колеоптилем (*coleoptile*).

Колеоптиль — видоизмененный первичный влагалищный лист растения — предохраняет молодой стебель и первый лист от механических повреждений во время их роста в почве. Как только стебелек выйдет на поверхность почвы, под действием солнечного света колеоптиль прекращает рост и под давлением растущего листа разрывается, наружу выходит первый настоящий лист. Появление первого зеленого листочка у 10 % расте-

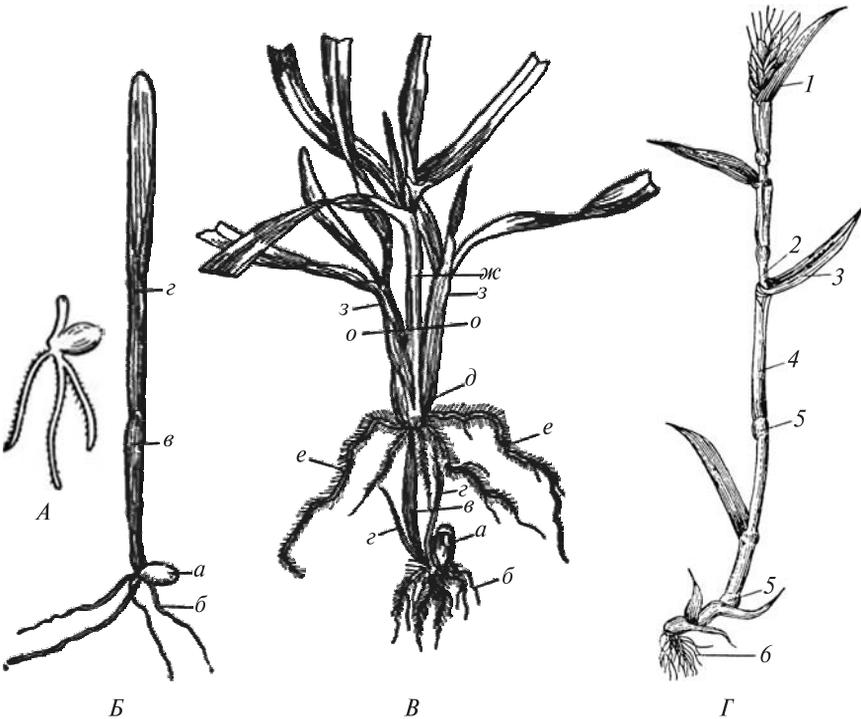


Рис. 6. Развитие хлебных злаков (на примере пшеницы):

А — прорастание зерна; *Б* — появление всходов (*а* — зерновка; *б* — первичные корни; *в* — колеоптиль; *г* — первый лист); *В* — кущение (*а* — зерновка; *б* — первичные корни; *в* — стеблевой побег; *г* — боковые побеги из зародышевого узла; *д* — узел кущения; *е* — вторичные корни; *ж* — главный стебель; *з* — боковые побеги; *о-о* ~ 2 см над поверхностью почвы); *Г* — колосение (выметывание) (*1* — флаг-лист у выходящего из трубки колоса; *2* — соломина; *3* — пластинка листа; *4* — влагалище; *5* — узлы; *6* — корень)

ний считают началом всходов; полная фаза всходов отмечается в момент, когда появляется не менее 75 % учетных растений. Количество взошедших растений, выраженное в процентах к числу семян, высеянных на квадратный метр, называется *полевой всхожестью* семян.

Проростки зерновых культур способны куститься, образуя из нижних подземных узлов стебля вторичные корни и боковые стеблевые побеги.

Кущение — это образование побегов из подземных стеблевых узлов. Сначала из них развиваются *узловые корни*, затем — *боковые побеги*, которые выходят на поверхность почвы и растут так же, как и главный стебель. Верхний узел главного стебля, который расположен на глубине 2—3 см от поверхности почвы, где происходит этот процесс, называют *узлом кущения* (рис. 6, В).

Узел кущения — очень важный орган, жизненный центр злакового растения. В узле кущения размещаются все части будущего растения, и одновременно он служит вместилищем запасных питательных веществ. Из него возникает основная масса придаточных корней, составляющих мочковатую корневую систему, а также боковых побегов. С жизнедеятельностью узла кущения связана жизнеспособность всего растения: кустистость, мощность корневой системы, зимостойкость, засухоустойчивость. Повреждение узла кущения всегда приводит к ослаблению роста или гибели растения.

Узел кущения может возникать из любого подземного узла (даже из зародышевого), но чаще образуется из верхнего узла, находящегося на глубине 2—3 см от поверхности почвы. Из природных факторов свет играет главную роль в глубине закладки узла кущения. При недостатке света узел кущения залегает ближе к поверхности земли. При более глубоком залегании повышается устойчивость зерновых культур к полеганию, озимые меньше страдают от зимне-весенних минусовых температур. Сорты твердой пшеницы закладывают узел кущения глубже, чем сорта мягкой пшеницы.

Одновременно с образованием боковых побегов формируется вторичная (узловая) *корневая система*, которая размещается в основном в поверхностном слое. Масса корневой системы у зерновых культур составляет только 20—30 % общей массы сухого вещества растения.

Наиболее мощная корневая система образуется у высокостебельных зерновых культур (кукуруза, сорго), у которых из расположенных близко к поверхности почвы стеблевых узлов часто развиваются так называемые *опорные*, или *воздушные, корни*, и их длина составляет 100—120 см и более, но 75—95 % корневой массы размещается в пахотном аэрируемом слое почвы (15—25 см). Они способствуют обеспечению растений элементами питания в начале роста и повышают устойчивость к полеганию. Наиболее значительное развитие корневой системы из озимых выявлено у ржи, тритикале, из яровых — у овса.

Интенсивность кушения зависит от условий произрастания, видовых и сортовых особенностей зерновых культур. У своевременно посеянной озимой ржи при оптимальной температуре и влажности почвы кушение в основном происходит осенью, у озимой пшеницы и тритикале — осенью и весной. Каждое растение может образовать от одного до нескольких продуктивных стеблей, у озимых хлебов их обычно бывает 3—6, у ячменя и овса — 2-3, а у яровой пшеницы — 1-2. При благоприятных условиях (оптимальной температуре и влажности почвы) период кушения растягивается, а число побегов увеличивается. В обычных условиях озимые культуры образуют 3—6 побегов, яровые — 2-3. Чем выше продуктивная кустистость, тем больше выход зерна с растения, но наибольший урожай с единицы площади получают при небольшой кустистости и оптимальной густоте растений.

Различают общую и продуктивную кустистость. Под *общей кустистостью* понимают среднее число стеблей, которое приходится на одно растение, независимо от степени их развития. *Продуктивная кустистость* — среднее число плодоносящих стеблей, приходящееся на одно растение. Продуктивная кустистость имеет большое практическое значение, от нее в значительной степени зависит урожайность. Стеблевые побеги, образовавшие соцветия, но не успевшие к уборке сформировать семена, называют подгоном, а побеги без соцветий — подседом.

Лист состоит из пластинки и влагалища, в месте их перехода имеется тонкая пленка, называемая язычком (*ligula*) (с тонкими пленчатыми полулунными боковыми ушками — *auricula*). Этот язычок и ушки плотно прилегают к стеблю, предохраняя от проникновения воды и патогенов внутрь листового влагалища. По назначению и форме язычка и ушек хлебные злаки можно распознать в молодом возрасте, т. е. еще до выбрасывания соцветий. Так, у ячменя язычок короткий, а ушки очень длинные, заходят друг за друга, охватывая стебель. У овса язычок длинный, хорошо развитый, а ушки совершенно отсутствуют. У пшеницы, ржи и ячменя язычок короткий, ушки малые, но ясно выраженные, с ресничками (у ржи без ресничек, а у ячменя более длинные и без ресничек). Число листьев у некоторых растений служит хорошим признаком их скороспелости. Например, скороспелые северные сорта кукурузы развивают 10-11 листьев, средне-спелые — 14-15, а у позднеспелых южных сортов число листьев главного стебля достигает 18—20 и даже 23—25 (грузинские сорта).

Листья у злаков линейные, узкие (у пшеницы, ржи, тритикале, овса, риса), средние (у ячменя) или широкие (у кукурузы, сорго, проса). Размеры и число листьев довольно сильно колеблются в зависимости от культуры, сорта и условий возделывания. Различают зародышевые, розеточные (прикорневые), стеблевые листья и флаг-лист. Верхний (флаговый) лист обеспечивает формирование и налив зерна. Листья средних ярусов обу-

словливают озерненность колоса (метелки) и создание запаса питательных веществ в стебле. Нижние листья стебля и прикорневые обеспечивают укоренение и рост стеблей во время кушения.

Стебель зерновых культур — соломина, полая или заполненная паренхимой, состоит из 5—7 междоузлий, разделенных узлами (перегородками). У позднеспелых сортов кукурузы число междоузлий увеличивается и достигает иногда 20—25. Рост стебля происходит в результате удлинения всех междоузлий — так называемый интеркалярный (вставочный) рост. Первым трогаются в рост нижнее междоузлие, затем — следующие, которые в росте обгоняют его. Каждое междоузлие растет своей нижней частью. Интенсивнее всего стебель растет в фазы выхода в трубку (когда колос находится в верхней части стеблевой трубки) и колошения (когда колос выходит из влагалища верхнего листа) и достигает наибольшей длины в фазе цветения, после чего рост стебля резко замедляется и полностью приостанавливается к началу налива зерна.

Стебель зерновых культур способен куститься, образуя из нижних подземных узлов вторичные корни и боковые стеблевые побеги.

Прочность стебля зависит от состояния механической ткани, особенно в нижнем междоузлии: чем толще и прочнее нижнее междоузлие, тем выше устойчивость растений к полеганию. Наибольшую толщину междоузлия обычно имеют в средней части стебля и наименьшую — в нижней и верхней. Такое строение стебля не обеспечивает его устойчивость к сильным давлениям ветра, дождя, града и т. п. стихиям.

Колошение (выметывание) характеризуется появлением соцветия из влагалища верхнего листа, получившего название флагового (рис. 6, Г): сперва на главном побеге, через 2—3 дня — на боковых.

Соцветие у зерновых культур бывает двух типов: *сложный колос* (рис. 7, А) — у пшеницы, ржи, ячменя, и *раскидистый колос (метелка)* (рис. 7, Б, В, Г) — у чумизы, овса, проса, риса, сорго. У кукурузы на одном растении образуется два соцветия: на верхушке стебля — *метелка* с мужскими цветами, в пазухах листьев — *початки* с женскими цветками (рис. 7, Д), в одной точке на стебле образуется часто 2-3 початка.

Метелка имеет центральную ось с узлами и междоузлиями. В узлах образуются боковые разветвления, которые, в свою очередь, могут ветвиться и создавать таким образом ветви первого, второго, третьего порядка и т. д. На концах каждой веточки сидит один одно- или многоцветковый колосок.

Колос состоит из членистого колоскового стержня (продолжения стебля) и расположенных на его уступах (поочередно с обеих сторон) колосков (рис. 8). На каждом уступе колоскового стержня у пшеницы, ржи, тритикале находится один колосок, состоящий из двух колосковых чешуй и двух или нескольких цветков. У ячменя на каждом уступе колосового стержня сидит три одинаковых колоса. У многорядных ячменей в каждом из трех колосков образуется зерно, у двурядных — только в среднем коло-



Рис. 7. Соцветия (соплодия) культурных злаков:

А — колос пшеницы-двурядняки (полбы); Б — колосовидная метелка (султан) чумизы;
В — густая метелка сорго; Г — рыхлая метелка овса; Д — початок кукурузы (в обертке)

ске, два боковых колоска редуцированы (недоразвиты). Широкая сторона стержня называется лицевой, узкая — боковой.

Колосковые чешуи могут иметь различную степень развития. У пшеницы они широкие, многонервные, с продольным килем; у ржи — очень узкие, однонервные; у ячменя — узкие, почти линейные; у овса — широкие, со многими выпуклыми продольными нервами; у тритикале — более узкие, чем у пшеницы, многонервные, с килем. У остистых форм наружная цветковая чешуя заканчивается остью, внутренняя — нет.

Цветок (см. рис. 8) состоит из двух цветковых чешуй: наружной (нижней) и верхней (внутренней). У остистых форм наружная цветковая чешуя заканчивается остью (рис. 8, 1 и 2). Между цветковыми чешуями располагаются генеративные органы: женский пестик с верхней завязью и двухлопастным перистым рыльцем и три мужские тычинки (рис. 8, 4, 5, 6) с двухгнездными пыльниками, содержащими внутри пыльцу (у риса имеется шесть тычинок). У овса колоски многоцветковые, у проса, риса и сорго — одноцветковые. У основания цветка между цветковыми чешуями и завязью находятся две нежные пленки (*lodicula*), при набухании которых цветок раскрывается.

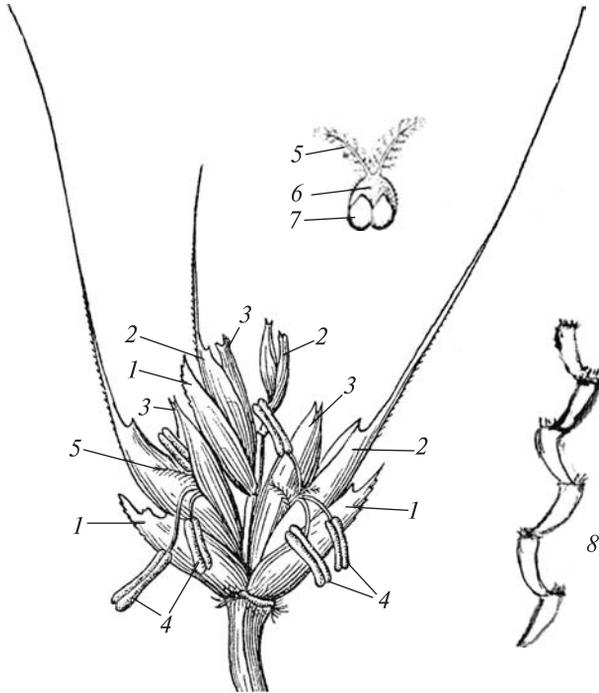


Рис. 8. Схема строения колоска злака:

- 1 — колосковая чешуя; 2 — наружная цветочная чешуя;
3 — внутренняя цветочная чешуя; 4 — пыльники; 5 — рыльце;
6 — завязь; 7 — лодикулы; 8 — стержень колоса (вид сбоку)

Цветение у зерновых культур наступает во время или вскоре после колошения (выметывания). Так, у ячменя цветение проходит еще до полного колошения, когда колос не вышел из влагалища листа; у пшеницы — через 2—3 дня, у ржи — через 8—10 дней, у тритикале — через 7—12 дней после колошения.

По способу опыления зерновые культуры делят на *самоопыляющиеся* (пшеница, ячмень, тритикале, овес, просо, рис) и *перекрестноопыляющиеся* (рожь, гречиха, кукуруза, сорго). Растения-самоопылители опыляются преимущественно при закрытых цветках своей пылью. У колосовых культур (пшеница, рожь, тритикале, ячмень) цветение начинается со средней части колоса, у метельчатых (овес, просо, сорго) — с верхней части метелки.

Первую часть этапа **плодообразования** — фазу молочной спелости, или налива, у зерновых культур польский ученый И. Г. Строна разделил на *два периода*: образование и формирование семян.

Образование семян — период от оплодотворения до появления верхней и нижней точек роста в зародыше, семя уже способно дать слабый росток, продолжительность периода 7—9 дней, масса 1000 семян в этот период ~ 1 г.

Период *формирования семян* продолжается до достижения окончательной длины зерна. К концу периода заканчивается дифференциация зародыша, содержимое зерна из водянистого превращается в молочное, в эндосперме появляются крахмальные зерна, цвет оболочки из белого переходит в зеленый. Влажность зерна 65—80 %, продолжительность периода 5—8 дней, масса 1000 семян ~ 8—12 г. С завершением фазы молочной спелости первая часть формирования зерновок заканчивается. Влажность зерна снижается до 37—40 %, продолжительность этого периода 20—25 дней. *Налив* — период от начала отложения крахмала в эндосперме до прекращения этого процесса. Период налива подразделяют на четыре фазы:

- *фаза водянистого состояния* — начало формирования клеток эндосперма; сухое вещество составляет 2—3 % максимального количества; длительность фазы 6 дней;

- *фаза предмолочная* — содержимое семени водянистое с молочным оттенком; сухого вещества накапливается до 10 %; продолжительность фазы 6—7 дней;

- *фаза молочного состояния* — зерно содержит молокообразную белую жидкость; содержание сухого вещества — 50 % массы зрелого семени; длительность фазы 7—15 дней;

- *фаза тестообразного состояния* — эндосперм имеет консистенцию теста; содержание сухого вещества — 85—90 % максимального количества; длительность фазы 4—5 дней.

Фаза созревания семян начинается с прекращения поступления пластических веществ. Ее делят на два периода: *восковой* и *твердой спелости*, каждая из которых длится 3—6 дней. У семян в фазе восковой спелости эндосперм восковидный, упругий, оболочка зерна приобретает желтый цвет. Влажность снижается до 30 %. В этой фазе приступают к двухфазной (раздельной) уборке. В фазе твердой спелости эндосперм из мягкого, восковидного становится упругим и твердым, желто-бурый цвет оболочки зерна становится ярче. Влажность снижается до 30 %. В этой фазе приступают к основной уборке урожая прямым комбайнированием.

Во время *послеуборочного дозревания* заканчивается синтез высокомолекулярных белковых соединений, свободные жирные кислоты превращаются в жиры, укрупняются молекулы углеводов, дыхание затухает. В начале периода всхожесть семян низкая, в конце — нормальная. Продолжительность этого периода колеблется от нескольких дней до нескольких месяцев в зависимости от особенностей культуры и внешних условий.

Рост и развитие — процессы не тождественные. Под *ростом* понимают увеличение массы, объема, высоты и других размеров, связанных с ново-

образованием растительных тканей. *Развитие* — это процесс качественных изменений (содержимого клеток и образования органов), их растение проходит от прорастания семени до созревания новых семян.

В то же время рост и развитие тесно взаимосвязаны. Рост — одно из свойств развития растений и его предпосылка. Как правило, рост необходим развивающемуся организму. Пока семя не тронется в рост, растение не может начать стадийного развития. Быстрота развития не всегда зависит от скорости роста. В практике можно наблюдать быстрый рост и медленное развитие; возможно и обратное явление: медленный рост и довольно быстрое развитие, а также что растение будет быстро расти и быстро развиваться, медленно расти и медленно развиваться.

Требования растений к условиям развития и роста определяются исторически сложившейся наследственностью — *филогенезом*.

Скорость прохождения каждой стадии зависит от количественного выражения факторов, входящих в необходимый комплекс, и от состояния растения. Качественные изменения в точках роста растения проходят в строгой последовательности до определенного предела, и процесс этот необратим. Эти изменения передаются в процессе роста новым клеткам и органам, образовавшимся из изменившихся клеток, и не могут передаваться в соседние, даже близкорасположенные, но ранее сформировавшиеся части того же растения. Разные участки стебля могут быть в разных стадиях развития (ткани нижней части стебля обычно стадийно более молодые, чем вышерасположенные части стебля). Стадийное развитие идет от возрастно более старых к более молодым клеткам (тканям), а не наоборот. Поскольку стадии развития растений образуют общебиологические этапы индивидуального развития (*онтогенеза*), то эти стадии являются базой развития органов и важных качественных признаков растения, таких как озимость, яровость, закалка (определяет морозо- и зимостойкость), засухоустойчивость и др.

В индивидуальном развитии культивируемых злаков особенно важны две стадии — *яровизации* и *световая*. Во время прохождения этих стадий развиваются части и органы растения, проявляются различные его свойства и качества.

Яровизацией (вернализацией) называют качественные изменения под влиянием суммы низких позитивных температур в клетках точек роста проростков с момента, когда зародыш однолетнего растения трогается в рост. Не пройдя стадию яровизации, растение не может нормально завершить световую (вегетативную) стадию. После прохождения яровизации растение легко проходит вегетативную стадию и вступает в генеративную. Для нормального прохождения вегетативной стадии растению требуется надлежащее освещение и его периодичность, а также сумма активных положительных температур. Вследствие нормального прохождения стадий

яровизации и световой у озимых злаковых культур развиваются генеративные органы, в которых после опыления образуются семена.

Яровизацией называют также агротехнический прием, создающий условия для искусственного прохождения стадии яровизации в семенах еще до посева. Для этого слегка увлажненные, набухающие и начинающие прорастание семена озимых помещают на 1—2 недели в холодильник при 0—7 °С, где начинающие рост зародыши семян могут пройти необходимые физиолого-биохимические изменения под действием суммы низких плюсовых температур. Для успешной яровизации необходимо, чтобы низкие температуры влияли непосредственно на ферменты и ядра делящихся клеток апикальных меристем, гистоновые и кислые белки хроматина, которые и являются физиологической мишенью действия температурного фактора и затем передают эти изменения исходящим из них клеточным поколениям. В результате яровизации образуемые побеговыми меристемами клетки и ткани способны развивать генеративные органы, в которых после опыления образуются семена.

После яровизации большинству растений необходимы достаточное освещение и его периодичность, а также сумма активных положительных температур. Свет и тепло способствуют переходу растений от озимого поведения к типичному яровому.

В целом, рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур определяют две группы факторов: космические — свет, тепло — и земные — вода и питание, которые обычно проявляют свое действие на растение через почву.

3.3. ОПТИМИЗАЦИЯ ФОТОСИНТЕЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Свет — важнейший фактор существования растений, он является, по существу, источником энергии всего живого на Земле. Свет дает растениям лучистую энергию, которую они ассимилируют в процессе фотосинтеза для создания органических веществ, формирования органов и образования урожая.

«Теоретически урожайность сельскохозяйственных культур лимитируется только притоком на Землю солнечной энергии и ее ассимилированием хлоропластами», — писал К. А. Тимирязев. Большой вклад в изучение механизмов фотосинтеза внесли и белорусские ученые: Т. Н. Годнев, М. Н. Гончарик, А. А. Шлык, И. В. Конев и др.

Фотосинтез, как известно, является основным физиологическим процессом, фактически создающим урожай. Любой агроприем, повышающий урожай, в конечном счете, действует на повышение использования

энергии солнечной радиации, коэффициента полезного действия фотосинтеза. Определения показывают, что если растения на обычных полях в среднем используют для фотосинтеза 2—3 % солнечной энергии, то на высокоурожайных полях эта величина может составлять ~ 5 %, т. е. человек умелой агротехникой может вдвое (!) повысить продуктивность фотосинтеза сельскохозяйственных растений. Однако и эта величина очень небольшая. Сам же фотосинтез пока не поддается осязательному управлению. Поэтому перед биологической и сельскохозяйственной наукой стоят крайне важные задачи — разработать приемы и методы эффективного овладения фотосинтезом, создать растения, способные более энергично усваивать световую энергию, более оптимально обеспечивать себя углекислотой, влагой, минеральными элементами, облегчать отток ассимилятов из листьев и т. д.

В процессе фотосинтеза принимает участие не вся солнечная радиация, а только видимая часть спектра с длиной волны от 380 до 720 нм, т. е. так называемая фотосинтетически активная радиация. Энергия фотосинтетически активной радиации составляет около 50 % общей энергии солнечного излучения. Инфракрасная и ультрафиолетовая части солнечного спектра, составляющие более 50 % общей энергии солнечного излучения, не участвуют в фотохимических реакциях фотосинтеза. Ультрафиолетовые лучи вообще губительны для живых организмов, а инфракрасные поглощаются почвой, от которой нагревается приземный слой воздуха и сами растения, при этом усиливается транспирация и испарение влаги с поверхности почвы, значительно снижается активность многих ферментов, обеспечивающих протекание в растениях жизненно важных процессов.

Имеются и некоторые научные достижения и рекомендации по улучшению использования светового режима выращивания растений. Человек научился в значительной мере заменять солнечный луч искусственным светом и во все больших масштабах использует условия фотокультуры для выращивания растений в теплицах, оранжереях независимо от условий погоды и времени года. Установлено, что в реакциях фотосинтеза красно-желтые лучи усиливают образование углеводов, а синие — белков, что позволяет в какой-то мере влиять на качество урожая.

При выращивании следует учитывать светолюбивость культуры. Одни растения следует высаживать на участки с интенсивным солнечным освещением, тогда как другие требуют условий притенения или им следует создавать кулисы из более светолюбивых культур: например, высаживать кулизу между огурцами.

Для более равномерного освещения в посевах рядки растений располагают в направлении с севера на юг, а с учетом биологических особенностей культур солнцелюбивые размещают на южных склонах, тогда как теневыносливые — на северных, и соответственно на возвышенных участках

и пониженных. Интенсивность освещения в посевах также регулируется густотой насаждений, применением подпокровных культур в смешанных посевах, своевременной прополкой и прореживанием проростков и т. д.

Считается, что у зерновых культур фотосинтез посева осуществляется лучше, если верхние листья направлены под острым углом к стеблю. В процессе селекционного совершенствования сахарной свеклы аналогично распластанная по поверхности почвы розетка листьев постепенно превращалась в воронкообразную, что усиливало отток сахаров из листьев в корень и повышало общую продуктивность сорта.

Большинство культивируемых растений, в частности хлеба первой группы — пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес, относится к C_3 -*типу фотосинтеза*, при котором первыми образуются триозы — продукты из трех атомов углерода. У C_3 -растений фотосинтез усиливается с ростом концентрации CO_2 при насыщающей интенсивности освещения.

К C_4 -*типу фотосинтеза* относятся хлеба второй группы — кукуруза, просо, сорго, сахарный тростник, рис; у них в результате фотосинтеза первыми синтезируются углеводородные метаболиты, состоящие из четырех атомов углерода. У этих растений не наблюдается светового насыщения и усиленного фотодыхания, а компенсационная точка по CO_2 необычно низка. Имеют значение также направление листьев под острым углом к стеблю и их анатомическое строение. У C_4 -растений существует корончатая обкладка сосудистых пучков из особых клеток хлоренхимы, содержащих крупные хлоропласты, тогда как у C_3 -растений клетки хлоренхимы только рыхло расположены в мезофилле листа и содержат более мелкие хлоропласты. Чистая продуктивность фотосинтеза у C_4 -растений выше, чем у C_3 -растений, особенно при повышенной площади листьев. Возникает задача «совершенствования» C_3 -фотосинтезирующих растений с использованием структурно-функциональных задатков C_4 -фотосинтезирующих растений.

Большое значение имеет аттрагирующая способность генеративных и запасующих органов растений, благодаря которой в них активно перемещаются пластические вещества из листьев. Ведутся исследования по управлению человеком транспортом ассимилятов из вегетативных в генеративные и запасующие органы растений.

Основную часть ассимиляционной поверхности составляют листья, именно в них осуществляется фотосинтез. Фотосинтез может происходить и в других зеленых частях растений — стеблях, осях, зеленых плодах и тому подобным органам, однако их вклад в общий фотосинтез обычно небольшой. Первые 20—30 дней вегетации, когда средняя площадь листьев составляет 0,3—0,7 м², большая часть фотосинтетически активной радиации не улавливается листьями. Далее площадь листьев начинает быстро нарастать, достигая максимума. Это происходит у мятликовых в фазе молочного состояния зерна, у зернобобовых — в фазе полного налива семян

в среднем ярусе, у многолетних трав — в фазе цветения. Затем площадь листьев начинает быстро снижаться, листья засыхают. В это время преобладают перераспределение и отток веществ из вегетативных органов в генеративные и запасующие. У злаков в формировании урожая зерна важную роль играют также флаг-лист и фотосинтезирующие ткани колоса. При созревании в стеблях и корнях сосредотачивается 50—60 % сухой массы растений, представленной в основном клетчаткой. В злаковых культурах из общей биомассы 12 т/га на урожай зерна приходится 5—6 т. Поэтому одно из направлений современной селекции — создание сортов, реагирующих на улучшение условий выращивания увеличением хозяйственно ценной части урожая.

Слишком большое разрастание площади листьев при хорошем обеспечении влагой также приводит к нежелательным результатам. Биомасса в этом случае растет высокими темпами за счет вегетативных органов, однако условия формирования плодов и семян ухудшаются. К подобным результатам может привести и чрезмерное загущение растений. Но для кормовых культур, у которых листья представляют хозяйственно ценную часть урожая (например, у трав), площадь листьев может достигать 6—8 м².

В полевых условиях посев как совокупность растений на единице площади представляет собой сложную динамическую саморегулирующуюся фотосинтезирующую систему — *агроценоз*. Эта система включает в себя много компонентов, которые можно рассматривать как подсистемы; она динамическая, так как постоянно меняет свои параметры во времени; саморегулирующаяся, поскольку, несмотря на разнообразные воздействия, посев изменяет параметры определенным образом, поддерживая гомеостаз.

Следует сеять такие посевы, в которых листья поглощали бы энергию солнца с возможно более высоким коэффициентом полезного действия для создания наибольшей биомассы и сосредоточения ее в хозяйственно ценной части урожая — семенах, клубнях, корнеплодах и т. п.

Температура. Главный источник тепла на Земле — солнечная радиация. Сельскохозяйственные растения предъявляют разные требования к тепловому режиму. Тепло требуется растениям в широких пределах, определяющихся кардинальными точками: минимальной, когда биологические процессы начинаются; оптимальной, когда скорость важнейших физиолого-биохимических реакций достигает максимума; максимальной, когда высокая скорость реакций начинает падать. Для каждого растения установлены свои кардинальные функциональные точки.

Влага. В жизни растений огромную роль играет вода. В растительном организме ее содержится от 75 до 90 %. Вода — важнейший компонент клеточной плазмы и ядра. В водной среде проявляет свою активность большинство ферментов. С поступлением и движением воды связаны все жизненные процессы в растениях: набухание семян, прорастание с обра-

зованием корешков и фотосинтезирующих проростков, рост и развитие, минеральное питание, дыхание, фотосинтез, транспирация, увядание и отмирание.

Вода поддерживает тургор и оптимальное состояние клеток и тканей растения, в жару предохраняет их от перегрева и гибели. С водой из клеток и организма выводятся некоторые ненужные вещества, другие накапливаются в вакуолях. Вода необходима для синтеза органических веществ, ее недостаток приводит к недобору урожая. Однако избыток воды также отрицательно влияет на многие сельскохозяйственные растения (за исключением риса и ему подобных влаголюбивых культур). Неодинаковые потребности в воде растений позволяют их условно подразделять на ксерофиты, гидрофиты, гигрофиты и мезофиты.

Ксерофиты — наиболее засухоустойчивые растения; *гидрофиты* — весьма влаголюбивые растения (аир, рис и т. п.); *гигрофиты* — обитатели влажных лугов и лесов. *Мезофиты* занимают промежуточное положение между ксеро- и гигрофитами, к ним относится большинство культурных растений.

Вода требуется растению от прорастания до образования нового урожая. Однако в разные периоды развития растению требуется разное количество влаги: меньше в начале роста, больше — во время формирования вегетативной массы, генеративных органов. Затухание жизненных процессов ведет к снижению потребления растением воды. Периоды, наиболее требующие воды, называются критическими. Например, у злаков наибольшая потребность во влаге имеется во время кущения, выхода в трубку, колошения; у кукурузы — в период цветения и молочной спелости; у подсолнечника — при образовании корзинки; у картофеля — в период цветения и формирования клубней; у сахарной свеклы — во время образования и роста корнеплодов. Вода оказывает также большое влияние на микробиологические процессы в почве.

Основной источник воды для растений — атмосферные осадки, выпадающие на поверхность Земли в виде снега и дождя. В Беларуси в среднем в год выпадает 700 мм осадков. Следует отметить, что на 1 мм осадков требуется 10 т воды на 1 га. Одна часть выпадающей воды проникает в почву и задерживается в ее верхних корнеобитаемых слоях, служа для растений источником влаги в период вегетации. Другая часть быстро стекает в овраги, смывая мелкие частички верхних горизонтов почвы. Это явление называется *эрозией почв*.

Из всего количества поступающей в растение воды только ~ 0,2 % идет на фотосинтез, остальная вода используется для транспирации (испарения), предохраняя растение от перегрева. Количество воды, расходуемое растением на образование сухого вещества, называется *транспирационным коэффициентом*. Транспирационный коэффициент пшеницы коле-

блется в пределах 400—600 ед., кукурузы — 250—350, люцерны — 580—700, красного клевера — 750—800 ед. У древесных растений отток из листьев продуктов ассимиляции, или *нисходящий ток*, происходит со скоростью 0,7—1,5 м/час, скорость же *восходящего тока* воды составляет 14 м/час.

3.4. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

Питательные вещества — это все неорганические и органические компоненты, которые находятся в непосредственно окружающей растению среде и могут в той или иной степени использоваться растением. К важнейшим питательным элементам относятся С, О, N, H, P, S, K, Ca, Mg, Fe, B, Zn, Cu, Co, Mn, Mo и др. Одни из них утилизируются растением в довольно больших количествах и называются *макроэлементами* — это первые 10 элементов, а другие, которые нужны растениям в малых количествах, — *микроэлементами* — это остальные 6 элементов.

Углерод, кислород, водород и азот входят в состав органических веществ растений и называются *органогенными*, остальные элементы — *зольными*.

Углерод, кислород и водород, на долю которых приходится 93—95 % сухой массы растений, *потребляются в основном в процессе фотосинтеза*, а азот и все другие элементы растения берут из почвы в результате *корневого питания*. В онтогенезе растений корневое питание начинается почти одновременно с фотосинтезом или несколько раньше его. Оба процесса тесно взаимосвязаны и влияют друг на друга в общей схеме метаболических превращений. Небольшие количества углерода и кислорода потребляются растением через корни в ходе гетеротрофного питания и дыхания. *Азот* может утилизироваться растениями двояким образом: как *катион* — в форме аммония (NH_4^+) (аналогично другим катионам) — и как *анион* — в форме нитрата (NO_3^-), в том числе в процессе азотфиксации с участием клубеньковых бактерий в ризосфере бобовых.

Каждый элемент питания имеет свое значение в жизни растений. Органогенные элементы (С, О, N, H) требуются в большом количестве для образования органических соединений и всех тканей растений. *Фосфор* чрезвычайно необходим на ранних этапах развития (синтез ДНК, РНК, АТФ), но также способствует лучшему развитию плодов, семян и других генеративных органов и ускорению созревания культур. *Калий* играет важную роль в образовании углеводов, повышает зимостойкость и устойчивость растений к заболеваниям. Калий — главный зольный элемент растений, его роль велика в перемещении ионов через клеточную плазмалемму. *Кальций* нейтрализует вредное влияние ионов водорода и алюминия на клетки и ткани растений. *Магний, железо и сера* участвуют в окислительно-восстановительных процессах, входят в состав многих соединений, а также известны как катализа-

торы многих реакций. *Микроэлементы* — *кофакторы ряда ферментов*, также входят в состав пигментов, гормонов, витаминов. Они влияют на процессы обмена веществ в растениях и выполняют ряд других функций.

При недостатке тех или иных элементов в растениях обнаруживаются признаки их дефицита. В определенных случаях неинфекционные физиологические болезни растений индуцируются переизбытком некоторых элементов, таких как H^+ , Cl^- , Al^{3+} , Na^+ , NH_4^+ , Pb^{2+} , Sr^{2+} , Cs^+ и др.

В отличие от *космических факторов* (свет, тепло), *земные факторы жизни растений* (кислород, углерод, другие элементы питания, вода) *поглощаются преимущественно через почву*. Она может лучше или хуже передавать растениям имеющиеся в ней или дополнительно внесенные питательные вещества, что приобретает все большее значение в интенсивном земледелии. Чаще всего в почве наблюдается недостаток тех или иных элементов питания в доступной форме, поэтому в почву вносят их в виде минеральных или органических соединений, т. е. удобряют почву. Потребление элементов растениями связано также с типом почв, с возрастом, биологическими особенностями культуры. Особенность большинства сельскохозяйственных культур в том, что *максимум потребления элементов питания приходится на какой-то конкретный период их развития*. Так, у зерновых это выход в трубку, колошение, у зернобобовых — цветение, плодообразования. Свои особенности потребления элементов питания имеются также у каждой культуры.

При систематическом отчуждении урожая с поля и без возврата использованных урожаем элементов питания и энергии почвенное плодородие теряется. Если же вынос веществ и энергии компенсируются, и даже с определенной степенью превышения, то почва не только сохраняет плодородие, но и повышает его. *Восстановление почвенного плодородия происходит через внесение удобрений, правильную агротехнику и севообороты*. Поскольку все зольные элементы и азот поступают в растение через корневую систему, то такое восполнение питательных веществ называется корневым. Поступление питательных веществ через листья называется внекорневым. Его производят в виде опрыскивания или опыления главным образом для осуществления подкормки вегетирующих растений микроэлементами.

3.5. УДОБРЕНИЯ (МИНЕРАЛЬНЫЕ, ОРГАНИЧЕСКИЕ, БАКТЕРИАЛЬНЫЕ)

Удобрениями называют все вещества, используемые для улучшения условий роста и развития сельскохозяйственных культур, повышения их урожайности. Различают три группы удобрений: минеральные, органические и бактериальные.

Норма удобрений — количество действующего вещества, используемого за 1 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 до начала осенних холодов), весной после прекращения горизонтального и вертикального стока воды в дозе 90 кг/га (для активного наращивания вегетативной массы) и в фазе налива зерна в виде некорневой подкормки в дозе 30 кг/га (для повышения белковистости зерна).

В нашей стране большая часть пахотных земель — это *кислые почвы*. Для устранения их повышенных значений рН в почву примерно раз в 8—10 лет вносят гашеную известь — CaCO_3 в дозах от 25 до 60 кг/100 м². Вносить известь можно сразу и по частям. Известкование почв повышает эффективность применяемых минеральных удобрений.

Минеральные удобрения (или туки). Минеральные удобрения, выпускаемые химической промышленностью, подразделяют на простые и сложные. *Простые удобрения* содержат какой-то один элемент питания и именуется по названию этого элемента (например, *азотные, калийные, фосфорные*). Питательная ценность минеральных удобрений определяется по процентному содержанию в нем действующего вещества, остальную часть составляют примеси.

Азотные удобрения содержат азот в аммиачном, амидном или нитратном виде. В настоящее время применяют преимущественно аммиачную селитру, сульфат аммония и мочевины, реже — кальциевую или натриевую селитру.

Аммиачная селитра — NH_4NO_3 — соль белого цвета с содержанием действующего вещества (д. в.), в данном случае азота, до 35 %. Аммонийная часть в почве быстро улетучивается и вымывается осадками, а нитратная дольше сохраняется в почвенном растворе, но затем уходит в более глубокие слои почвы. Аммиачная селитра подкисляет почву, поэтому ее целесообразно смешивать с небольшим количеством известковых материалов. Сульфат аммония — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — твердое удобрение, где аммиак в почве переходит в малоподвижное, но доступное растениям соединение и не вымывается осадками. Сульфат-анион подкисляет почву, поэтому при частом внесении требуется известкование почв. Мочевина, или карбамид, — $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ — содержит до 46 % азота; применяется в основном в качестве подкормки с заделкой в почву, реже — для внекорневой подкормки (тогда азот поступает в растение через листья). Натриевая и особенно калийная селитра — лучшие удобрения для кислых почв. Их чаще всего применяют при подкормке проростков и вносят в почву между рядками.

В качестве *калийных* удобрений чаще всего применяется хлористый калий (KCl), в котором содержится до 62 % питательного элемента. Хлор, который входит в состав удобрения, вреден растениям, он не связывается

с почвенными частицами и легко вымывается. Поэтому КСI вносят в почву задолго до посева растений (например, осенью под глубинную вспашку) и применяют под все культуры, но надо учитывать, что картофель, гречиха, табак проявляют повышенную чувствительность к аниону СI и очень негативно реагируют на него.

Фосфорные удобрения получают из руд — апатитов и фосфоритов. Чаще всего в качестве удобрения применяют простой или двойной суперфосфат, которые представляют собой порошоквидные серые твердые соли, в почве переходящие в малоподвижные соединения. В двойном суперфосфате содержание д. в. (элемента Р) в два раза больше, чем в простом суперфосфате. Суперфосфаты более эффективны на нейтральных и щелочных почвах. Питательное действие фосфорных удобрений на растения замедленное, так как фосфаты из почвы медленно переходят в состояния, доступные для усвоения растением. Вносят эти удобрения непосредственно в рядки при посеве семян, в междурядья, в лунки вокруг растений как в чистом виде, так и в смеси с другими минеральными и органическими удобрениями, а также под вспашку чистого пара.

Из *сложных удобрений* наиболее известны *аммофос* (азотно-фосфорное удобрение, содержащее до 12 % азота и до 52 % фосфора), *нитроаммофос* (содержащий по 24 % азота и фосфора), *диаммофос* (концентрат, содержащий до 23 % азота и до 53 % фосфора), *нитрофоска* (тройное азотно-фосфорно-калийное удобрение, содержащее по 12 % каждого элемента), *флаймин* (экологически чистое сбалансированное удобрение, содержащее N, P и K по 7—13 % каждого, а также гумус), *эффект-плюс* (жидкая питательная композиция с биостимулирующим эффектом, применяемая для выгонки рассады и основной подкормки всех сельскохозяйственных культур).

Органические удобрения. К органическим удобрениям относят навоз, навозную жижу, птичий помет, отходы пищевой промышленности, торф, компост, ил (сапропель), солому, сидераты. Благодаря внесению органических удобрений улучшается структура почвы, в ней повышается содержание *гумуса*. Негативной стороной органических удобрений является присущий им неприятный запах. Здесь уместно заметить, что королева Англии своим указом обязала подданных терпеливо переносить это ежегодное неудобство.

Навоз состоит из смеси растительной подстилки с твердыми и жидкими выделениями животных. Состав навоза зависит от вида животных, качества кормов, качества и количества растительной подстилки, способа и продолжительности ее хранения. В среднем в навозе содержится 0,5 % азота, 0,25 % фосфора, 0,6 % калия и 0,5 % кальция. Дозы внесения органических удобрений зависят от почвенно-климатических условий, особенностей культуры и качества самого навоза. Сильноразложившийся навоз,

представляющий собой темную рыхлую землистую массу, называют перегноем. Для получения 1 т перегноя нужно 4 т свежего навоза. Под озимые хлеба в Беларуси вносят 20 т/га подстилочного навоза; под пропашные, овощные и технические культуры — до 60 т/га.

Навозную жижу обычно компостируют с торфом, соломой и растительным мусором. При подкормке дозы жижи для озимых и пропашных культур 5—7 кг/м², в садах — до 12 кг/м². Растительный мусор и отходы кожевенной и пищевой промышленности также используют в качестве органических удобрений и для *компостов*. Компост обычно состоит из навоза и фосфорных удобрений (прибавляют еще 1—2 % фосфоритов). *Торф* может использоваться как органическое удобрение, а также как подстилка скоту или как компонент компоста. Верховой (моховой) торф содержит больше органического вещества и имеет большую поглотительную способность, чем торф низинный, но он беднее азотом и зольными веществами, а также отличается более высокой кислотностью.

Птичий помет — ценное удобрение, богатое азотом и усвояемым фосфором, его применяют как основное удобрение и как подкормку. *Прудовый ил* содержит 0,2—2 % азота, 0,1—0,5 % фосфора и небольшое количество калия и кальция, а также темные гуминовые соединения. *Виванит* (синяя болотная фосфорная мука) залегает линзами в болотах на глубине 30—50 см и содержит до 20 % фосфора.

Оптимальный срок внесения органических удобрений — осенью под зяблевую вспашку. На почвах легкого и среднего гранулометрического состава в зоне достаточного увлажнения органическое удобрение необходимо заделывать на полную глубину пахотного слоя. На тяжелых глинистых почвах их лучше заделывать на глубину 15—18 см. Один из приемов повышения эффективности органических удобрений — его локальное внесение: лентами, в бороздки, лунки; время между разбрасыванием и заделкой в почву не должно превышать 6 ч.

Как *зеленое удобрение (сидераты)* в почву запахивают зеленые части растений — злаковых, крестоцветных, но главным образом бобовых, от которых почва дополнительно обогащается азотом. Обычно берут до 45 кг/м² зеленой массы. Сидераты возделывают как в чистом виде, так и в смеси с другими культурами. На зеленое удобрение сидератные растения запахивают вскоре после уборки основной культуры. В зависимости от способов использования зеленой массы различают полное, укосное и отавное зеленое удобрение. При полном зеленом удобрении запахивают всю растительную массу; при укосном — скошенную зеленую массу запахивают на другом поле; при отавном — на удобрение запахивают отросшую отаву, стерню, корни.

Бактериальные удобрения. В настоящее время существуют также бактериальные удобрения, которые вносят в почву либо с семенами, либо с органо-минеральными удобрениями непосредственно перед посадкой

культур (обмакивая корни рассады в специально приготовленную болотистую среду). К бактериальным удобрениям относятся: *нитрагин* (из бактерий, живущих на корнях бобовых и лоховых растений), вносимый с семенами в количестве 500 мг/1 м², *азобактерин* (вносимый под все культуры, кроме бобовых), *ризобактерин* (на основе ризосферных азотфиксаторов для зерновых культур), *фосфобактерин* (содержащий бактерии, повышающие усвояемость фосфорных удобрений), *калиплант* (для улучшения калийного питания сельскохозяйственных культур и повышения их устойчивости к корневым инфекциям).

Выделяемые корнями растений экссудаты используют фосфобактерии и микоризы, а также diaзотрофы, способные усваивать недоступные для растений формы фосфора и азота. Эти микроорганизмы размножаются в ризосфере функционально активной части корня. После отмирания их растения используют уже биологически связанные (доступные) формы фосфора. Такое свойство растения приобрели в процессе эволюции, которая проходила в условиях низкой обеспеченности подвижным почвенным фосфором.

Микробиологическая фиксация атмосферного азота — экологически чистый путь снабжения растений связанным азотом, требующий небольших энергетических затрат на активизацию азотфиксаторов в почве. Различают *симбиотическую* и *несимбиотическую* азотфиксацию.

Способность к фиксации азота обнаружена у большого числа бактерий, принадлежащих к различным систематическим группам. Помимо хорошо известных *Azotobacter*, *Clostridium*, клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* (которые подразделяют на 11 видов), эта способность обнаружена также у *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Erwinia*, *Klebsiella* и др. Сейчас обнаружена азотфиксирующая активность в ризо- и филлосфере у многих небобовых растений — явление, получившее название *ассоциативная* азотфиксация. Уже известно более 200 видов небобовых растений, способных к фиксации атмосферного азота с помощью микроорганизмов ризосферы. Эти взаимоотношения интенсивно изучаются и полученные данные позволяют думать, что, вероятнее всего, этим путем пополняется фонд доступного азота в большинстве природных экосистем.

Однако *симбиоз бобовых растений с клубеньковыми бактериями* наиболее продуктивен, при оптимальных условиях величина фиксации азота здесь достигает 300 кг/га в год и более. Расчеты показывают, что в будущем за счет симбиотической азотфиксации только в России может быть вовлечено более 15 млн т азота воздуха, что эквивалентно экономии 90 млн т аммиачной селитры. Это в несколько раз больше, чем в настоящее время производит азотных удобрений туковая промышленность России. Задача заключается в том, чтобы выявить условия максимальной активности бобово-ризобиального симбиоза для каждой группы культур и для каждой

культуры в каждой почвенно-климатической зоне и обеспечить эти условия агротехническими приемами.

Каковы же важнейшие условия активного бобово-ризобияльного симбиоза? Прежде всего, клубеньковые бактерии специализированы к определенным растения-хозяевам, и не все виды, а также расы одного вида могут одинаково успешно проникать в корневые волоски растений и конкретного бобового растения. Требуется также достаточно высокая вирулентность активного штамма ризобактерий, чтобы вступить в трофические взаимоотношения с растением-хозяином. Имеются и другие причины, лимитирующие развитие и функционирование симбиоза.

Повышение кислотности почвы — главный фактор, ограничивающий активность симбиоза ризобий с бобовыми в Нечерноземье. Наиболее распространенные бобовые культуры по своим требованиям к рН почвы подразделяют на 6 групп. Например, для люпина оптимальные значения рН лежат в пределах 5,5—6,5, для фасоли — 6,6—7,5.

Часто во взаимоотношениях растения и ризобактерий наблюдается *антагонизм минерального и биологического азота*, при котором нерациональное, избыточное внесение азотных удобрений ведет к снижению количества клубеньков и их азотфиксирующей активности.

Ограничивающим может быть *температурный фактор*: для видов с короткодневным фотопериодом оптимальная для азотфиксации температура находится в диапазоне 20—30 °С.

Лимитирующим параметром может быть также *азрация* почвы: при снижении доступа кислорода к клубенькам в них снижается содержание леггемоглобина (аналогичного гемоглобину крови животных) и, как следствие, фиксация азота воздуха. Леггемоглобин обеспечивает перенос кислорода с периферии клубенька к расположенным внутри митохондриям, где идет окисление углеводов и высвобождение энергии для фиксации азота. Леггемоглобин изолирует также азотфиксирующие центры от доступа кислорода, так как процесс восстановления атомарного азота идет в строго анаэробных условиях.

Еще один фактор, лимитирующий образование симбиотической азотфиксирующей структуры, — *влажность почвы*. Усвоение азота воздуха при низкой влажности почвы прекращается не вследствие недостатка воды в клубеньках (клубеньки сами получают воду через корни), а из-за нехватки энергетических материалов — углеводов, которые во все больших масштабах расходуются на рост новых корневых волосков, «ищущих» воду.

Азотфиксация в клубеньках происходит при участии АТФ, где совершенно необходимым метаболитом является *фосфор*. Поэтому достаточное обеспечение корней фосфором — обязательное условие активного азотфиксирующего симбиоза, функционирования ризосферы и растений в целом. При низком содержании фосфора в почве клубеньковые бактерии

проникают в корешки, но клубеньки на них не образуются. Пшеница, ячмень, кукуруза, горох посевной, клевер луговой (культуры слабокислых и нейтральных почв) реализуют свою потенциальную продуктивность при повышенной и высокой обеспеченности подвижным фосфором. Для них нижний предел оптимальной обеспеченности этим элементом составляет 120—150 мг/кг почвы. А такие культуры, как фасоль, люцерна, галега восточная, повышают свою продуктивность при увеличении содержания подвижного фосфора до 180—200 мг/кг почвы.

Различия между отдельными культурами в требовании к обеспеченности подвижным фосфором обусловлены в первую очередь разным строением корневой системы и активностью выделения экссудатов. Например, люпин желтый имеет стержневую корневую систему, уходящую под пахотный слой почвы, а у гороха посевного до 90 % корней находится в пахотном слое. Люпин может использовать подвижные формы фосфора из нижних горизонтов, недоступных для гороха. Однако главное различие их состоит в том, что кислототерпимые культуры выделяют через корневую систему больше экссудатов (органических кислот, углеродистых соединений, экзоферментов), чем культуры нейтральных почв. Вероятно, выделением собственных кислых соединений объясняется их толерантность к кислой почвенной среде.

Кроме того, важна также обеспеченность растений *калием* (способствует нормальному поглощению питательных элементов корнем, передвижению пластических веществ в растении, в том числе фотоассимилятов к клубеньку, *молибденом* (является кофактором в составе мультиферментного азотфиксирующего комплекса) и *бором* (благоприятствует развитию и функционированию сосудисто-проводящей системы).

Среди других биологических факторов, ограничивающих развитие клубеньков у бобовых, надо отметить паразитических нематод и личинок жучков-долгоносиков, которые проникают в клубеньки, питаются их клеточным содержимым и практически уничтожают эти структуры.

Чтобы оценить состояние и эффективность ризобияльного симбиоза на корнях бобовых растений, необходимо через 20—25 дней после всходов и в фазе цветения, когда содержание леггемоглобина в клубеньках наибольшее, раскопать плодородный пахотный 15-сантиметровый слой почвы, где сосредоточено 90—95 % корней, и провести визуальный анализ 40—60 корней после отмывки водой. Крупные розовые или красные клубеньки свидетельствуют об активной азотфиксации и хорошей обеспеченности содержащих их растений азотом. Если клубеньки отсутствуют или они серо-зеленого цвета (практически без леггемоглобина), то в наиболее ответственный период развития (налива семян) растения будут испытывать азотное голодание. В этом случае при нормальной влажности почвы целесообразно подкормить растения азотом.

3.6. ПОЧВА: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВ, СТРУКТУРА, ТИПЫ

Важнейшим фактором, обуславливающим жизнь растений, является почва.

Почвой называется поверхностный слой земной коры, измененный под влиянием природных факторов и деятельности человека и обладающий плодородием, т. е. способностью обеспечивать растения в течение их жизни в доступной для них форме водой и пищей. Это свойство почвы и отличается от горной (каменной) породы, из которой она произошла.

Происхождение. Почвенный покров развился из горных пород. Поверхность горных пород подвергается воздействию колебаний температур, осадков, ветра. Прочность горной породы со временем ослабевает, в ней появляются трещины, в которые попадают атмосферные осадки, усиливающие ее разрушение.

Соприкосновение горной породы с водой и воздухом обуславливает образование *коры выветривания*, которая покрывает поверхность Земли слоем от нескольких миллиметров (скалы) до десятков метров. Продукты выветривания горных пород переносятся на новые места и образуют вторичные породы, получившие название *осадочных*. Последние, таким образом, представляют собой продукт разрушения, переноса и переотложения продуктов выветривания первичных горных пород. Отложение осадочных пород началось с древнейших геологических периодов и происходит непрерывно и в настоящее время. Образуюсь при разнообразных условиях, отложения могут состоять из обломков разных размеров — от крупных валунов до мельчайших глинистых и иловатых отложений различного химического состава.

В настоящее время почти вся поверхность Земли покрыта мощными слоями осадочных пород. На подавляющей ее площади коренные породы прикрыты сверху плащом покровных пород четвертичного возраста, среди которых наиболее распространены отложения ледников (морены) и ледниковых вод (аллювио-гляциальные, озерно-ледниковые и др.). Они чаще всего и являются *почвообразующими*, или *материнскими*, породами.

В образовании почвы, кроме физического и химического выветривания горных пород, участвуют *биологические факторы* — растительные и животные организмы, которые совместно с физическими и химическими процессами, протекающими на земной поверхности, дают начало почвам и обуславливают их развитие. В процессе рационального сельскохозяйственного использования почвы становятся более совершенным средством производства, повышается их производительность, т. е. ими приобретаются лучшие свойства, почвы становятся более плодородными, что способствует получению высоких и устойчивых урожаев.

Состав. В составе почвы различают твердые частицы, почвенную влагу, газы и живые организмы. Твердые частицы почв, называемые *твердой фазой*, состоят из минеральных и органических веществ. В этом легко убедиться, если почву просушить и прокалить. По мере просушивания почва теряет влагу и светлеет. При прокаливании органическое вещество почвы сначала обугливается, в результате чего почва темнеет, а затем, после сгорания углерода, приобретает более светлую окраску. Эта несгораемая часть почвы состоит из продуктов разрушений и выветривания горных пород и минералов, и поэтому называется *минеральной*; по весу она составляет основную массу почвы и состоит из разнообразных веществ. Размеры твердых частиц, слагающих почву, могут быть от относительно крупных (несколько мм) до чрезвычайно мелких, невидимых в микроскоп. Размеры частиц почвы учитываются при ее механическом анализе. К твердым частицам относятся кварц, кристаллическая окись кремния и его аморфная форма, силикаты, гидратированные силикаты и алюмосиликаты, входящие в состав глин в виде каолинита, а также вторичные минералы.

По механическому (*гранулометрическому*) составу почвы подразделяют на *глинистые, тяжело-, средне- и легкосуглинистые, супесчаные и песчаные*. Механический состав почвы обуславливает различия не только в величине частиц почвы, но и в ее химическом составе, физических и агрономических свойствах.

Глинистые и суглинистые почвы содержат много минералов, включающих вещества, необходимые растениям, — калий, кальций, фосфор, железо и др. В них больше питательных веществ, чем в почвах легкого механического состава. Мельчайшие илистые частицы, составляющие глину, содержат наибольшее количество питательных веществ и обладают способностью удерживать от вымывания (поглощать) нужные для питания растений элементы. Глинистые и суглинистые почвы много впитывают воды и плохо ее пропускают вглубь. Во влажном состоянии они вязкие, липкие. В сухом состоянии эти почвы (особенно глинистые) плотные, твердые, обладают большой связностью и трудно поддаются обработке. *Супесчаные и песчаные почвы* с малым содержанием пыли и ничтожным количеством ила в противоположность глинистым почвам хорошо пропускают воду вглубь, но обладают малой влагоемкостью.

Глинистые, богатые перегноем почвы отличаются более высокой емкостью поглощения, чем песчаные почвы. Поэтому в глинистых почвах питательные вещества, вносимые с удобрениями, хорошо закрепляются, не вымываются водой и продолжительнее обеспечивают потребность в них растений; на песчаных же почвах удобрения легко вымываются.

К агрохимическим показателям плодородия и окультуренности почвы относятся уровень ее поглотительной способности, реакция почвенного раствора, наличие питательных веществ. В обменных реакциях активно

участвуют ионы водорода почвенного раствора, взаимодействующие с твердой фазой почвы. Емкость поглощения является важнейшей характеристикой почвы. Этот показатель связан с содержанием в почве органического вещества (гумуса), а также с гранулометрическим и минералогическим составом почвы. О степени окультуренности почвы можно судить и по составу поглощенных катионов. Хорошо окультуренные почвы включают больше Ca^{2+} и Mg^{2+} и меньше H^+ и Al^{3+} . Немаловажный показатель плодородия почвы — обеспеченность ее азотом. В Беларуси в дерново-подзолистых почвах запасы азота составляют (т/га): в тяжелых суглинистых — 3,5—4,0, среднесуглинистых — 3,0—3,8, легкосуглинистых — 2,7—3,5, связано-супесчаных — 2,4—3,2, рыхло-супесчаных — 2,2—3,1 и песчаных — 2,1—2,6.

От состава поглощенных катионов зависит и реакция почвы. Если в составе поглощенных веществ почвы имеются катионы H^+ и Al^{3+} , почва имеет *кислую* реакцию, если же в составе поглощенных оснований много ионов Ca^{2+} , то почва имеет *нейтральную* реакцию. Наличие в составе почвы ионов K^+ и Na^+ обуславливает ее *щелочную* реакцию. Для создания культурной почвы приходится изменять реакцию путем известкования кислых или гипсованием щелочных почв.

Среди мельчайших частиц почвы особенно большое значение имеет *гумус* (перегной) — органическое вещество почвы. Гумус пропитывает верхние слои почвы и тесно связан с минеральными частицами почвы, его выделение требует применения химических способов.

Сущность процесса образования гумуса в почве состоит в разложении растительных остатков и в образовании (синтезе) органического вещества почвы, сопровождающихся непрерывным накоплением зольной и азотной пищи растений. Как разложение, так и синтез происходят под непосредственным действием *ферментов почвенной биоты*, прежде всего — почвенных микроорганизмов. Изучению этих процессов в почвах различного типа большое внимание посвятил в своих работах В. Ф. Купревич и его ученики.

Разложение органических остатков в почве осуществляется тремя группами микроорганизмов — *анаэробными бактериями, аэробными бактериями и грибами*. От их сочетания и преобладания той или иной группы в процессе формирования почвы зависит образование соответствующих перегнойных (гуминовых) кислот. Анаэробные бактерии получают необходимый им кислород из различных окисленных соединений. Многие бактерии, большая часть актиномицетов и все грибы — аэробные организмы, которые могут жить только при доступе свободного кислорода. *Бактерии* плохо развиваются в почвах с кислой реакцией и в присутствии дубильных веществ, которыми богат опад лесных древесных пород. *Грибы и актиномицеты* мирятся с кислой средой и разлагают древесную органику.

При аэробных условиях разложение органического вещества в почве происходит быстро, при анаэробных — медленно; в последнем случае могут образо-

ваться и вредные (неокисленные) для возделываемых растений соединения. Для улучшения условий жизни растений, т. е. для ослабления анаэробных и усиления аэробных процессов, применяют соответствующую агротехнику и специальные приемы (осушение (на заболоченных почвах) и др.). Однако анаэробный процесс, замедляя разложение органического вещества в почве, способствует тем самым его сохранению, более экономному расходованию.

По своему составу *гумус в разных почвах неодинаков*. Примером могут служить почвы северной лесной и степной природных зон.

В *почвах северных районов*, находящихся под лесной растительностью, отмершие остатки (хвоя, листья и другие) сосредоточиваются на поверхности почвы. Увлажнение ее поверхностных горизонтов в течение года значительное, и разложение органического опада, богатого дубильными веществами, протекает главным образом при участии грибов, а не бактерий. В этих условиях *образуется гумус светлый и кислый, содержащий мало гуминовых веществ и много креновой кислоты*, которая легко растворится в воде и быстро вымывается из почвы. *Клеящая способность такого гумуса слабая*.

В *степных почвах южных районов* травянистая растительность дает по всей толще почвы больше органического вещества и с большим содержанием азота и зольных веществ; при значительных количествах кальция в условиях теплого климата напочвенное органическое вещество разлагается бактериями при доступе воздуха. В составе гумуса степных почв много устойчивых, богатых кислородом нейтральных гуминовых веществ, слабо поддающихся воздействию воды и прочно сохраняющихся в почве. *Такой гумус придает почве темную окраску* (содержит меланины и фенольные вещества — продукты разложения лигнина) *и склеивает ее частицы в комочки*.

Гумус — продукт, который не имеет точной химической формулы, но отличается следующими свойствами: окраска колеблется от темно-коричневой до черной; практически нерастворим в воде, хорошо растворяется в слабых щелочах, при нейтрализации дает осадок; содержит углерода больше, чем растения, животные и микроорганизмы, и много азота; обладает высокой поглощательной и обменной способностью; служит источником энергии и пищи для микроорганизмов; является постоянным источником углекислоты в почве.

Гумус почвы имеет большое значение для земледелия как основной источник питательных веществ растений; образующиеся при разложении и синтезе органического вещества угольная и другие кислоты растворяют соли минеральной части почвы, и они становятся доступными для питания растений. Подвижная часть гумуса образует ряд соединений, которые легко минерализуются и служат источником азотного питания растений. Гумус улучшает также физические свойства почвы, особенно же велика его роль в структурировании почвы — способности ее образовывать отдельные комочки различной формы, величины и прочности. Чем прочнее структурные агрегаты почвы, тем она плодороднее.

В почвенной массе всегда имеются выделения и скопления различных веществ химического и биологического происхождения, возникших в процессе почвообразования и называемых *новообразованиями*. К новообразованиям биологического происхождения относятся ходы и каналы червей, зернистые клубочки экскрементов червей, ходы кротов, сусликов и других землероев и т. д. На структуру почвы влияют также *корневая система растений* и такие физические факторы, как колебание температуры и влажности почвы, замерзание и разморозание ее и др.

В почве содержится то или другое количество *влаги*, главным образом за счет выпадающих атмосферных осадков (рис. 9). Кроме того, увлажнение почвы происходит путем поднятия воды

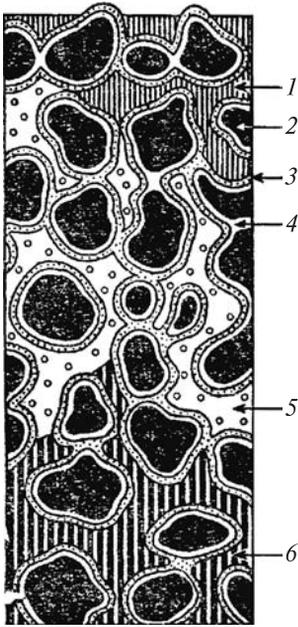


Рис. 9. Формы воды
в почве:

1 — вода выпавшего дождя, просачивающаяся в почву, — свободная (гравитационная) вода, легкодоступная растению; 2 — частицы почвы; 3 — вода пленочная, трудно усвояемая растением; 4 — вода гигроскопическая, не усвояемая растениями; 5 — почвенный воздух с парами воды; 6 — вода капиллярная, легкоусвояемая растением

вверх по капиллярам, если уровень грунтовых вод залегает недалеко от поверхности почвы, а также за счет конденсации пара (из воздуха и глубоких слоев земли). Водяные пары, передвигаясь из теплых слоев почвы в более холодные, охлаждаются и сгущаются в мельчайшие капельки, образуя внутрисочвенную росу.

Почвенная влага растворяет различные соли, в том числе и необходимые для питания растений, взаимодействует с почвенным воздухом, микроорганизмами, корнями растений и т. д., превращаясь таким образом в *почвенный раствор*. От количества (концентрации) и состава растворенных в почвенной влаге веществ зависит рН-реакция почвенного раствора (кислая, щелочная, нейтральная), ионный состав и многие другие ее свойства.

Воздух в почве (газовая фаза почвы) размещается в ее порах и частично поглощается поверхностью почвенных частиц. Количество воздуха в почве находится в обратном соотношении с содержанием в ней влаги (см. рис. 9).

Почвенный воздух содержит необходимые для растений компоненты: кислород, углекислый газ, азот. Растения очень нуждаются в высоком содержании кислорода в почве: высокие концентрации углекислого газа угнетают дыхательную и поглощательную функции корней. Атмосферный азот, как правило, недоступен растениям, только обитающие в почве азотфиксирующие микроорганизмы могут поставлять его корням.

Почвенный воздух по составу отличен от атмосферного. В нем значительно больше углекислого газа и меньше кислорода. Особенно много углекислого газа содержат почвы, богатые органическим веществом.

Структура почвы. В бесструктурных и переувлажненных почвах растительность и аэробные бактерии страдают от недостатка кислорода и избытка углекислоты. Часто в таких почвах воздух почти полностью вытесняется водой, а когда эти почвы высыхают, поры их сплошь заполняются воздухом, и тогда растения страдают от недостатка воды. Одним из основных условий благоприятного водно-воздушного режима почвы является создание ее прочной структуры, чем устраняется отмеченный антагонизм между водой и воздухом.

Почва имеет комковато-пористую структуру, где свободное между частичками почвы пространство заполнено воздухом даже в период максимального увлажнения. В структурной почве вода размещается в капиллярах почвенных комков, а воздух — между комками.

Предельная почвенная влагоемкость — максимальная влажность подвешенной почвы, удерживаемой ее частичками после стекания гравитационной воды. Почву в этом состоянии высушивают и определяют процент воды к абсолютно сухой почве (это значение 100 %). По мере испарения воды с поверхности почвы и использования ее вегетирующими растениями влажность пахотного слоя почвы снижается, и на определенном этапе ее единая водно-капиллярная система разрушается. Это состояние почвы называется *влажностью разрывов капилляров*. У большинства почв она наступает при снижении влажности до 60 % предельной почвенной влагоемкости.

Следовательно, влажность разрывов капилляров — нижний предел оптимальной влажности почвы. Когда влажность почвы опускается ниже влажности разрывов капилляров, корневой волосок, нашедший обрывок капилляра, быстро исчерпывает из него воду и отмирает. Продолжительность функционирования корневого волоска сокращается с 10—15 суток до 3—4 или даже нескольких часов. Растение вынуждено образовывать все новые и новые корневые волоски для поиска новых обрывков капилляров с водой.

Длина одного корневого волоска у растений в среднем составляет около 1 мм, у мятликовых культур — около 1,5 мм. Подсчитано, что на 1 мм² участка растущей зоны корня кукурузы находится около 1900 корневых волосков. 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 100 000 м². При недостатке влаги эта огромная всасывающая поверхность сменяется тем быстрее, чем глубже водный стресс.

Именно из-за периодического недостатка влаги в почве в стеной зоне образовался мощный гумусовый слой (чернозем). Здесь растительный покров сотни тысяч или миллионов лет работает на поиск обрывков капилляров

с водой, и поэтому большая часть фотоассимилятов направляется в почву, добавляя свою лепту в образование органического гумусового слоя.

Любая почва по своим морфологическим признакам более или менее ясно разделяется по вертикали на несколько слоев, называемых *генетическими горизонтами*. Из морфологических признаков почвы наиболее характерны следующие: окраска, структура, сложение, новообразования, включения, мощность и строение генетических горизонтов (рис. 10).

Верхний почвенный горизонт, в котором происходит накопление гумуса и зольных элементов, носит название *перегнойно-аккумулятивного* (обозначается буквой *A*). Если на поверхности почвы накапливается слой неразложившихся органических остатков (дернина, лесной опад и т. д.), то этот слой обозначается A_0 . Горизонт *A* имеет темную, темно-серую или каштановую окраску в зависимости от типа почвы. Мощность его в зависимости от типа и возраста почвы изменяется в значительных пределах — от нескольких сантиметров до 1,5 м и более.

Наиболее интенсивная темная окраска наблюдается в верхней части этого горизонта. Поскольку наряду с накоплением (аккумуляцией)

в горизонте *A* перегнойных и зольных веществ в нем происходит процесс выноса этих веществ (водой) в нижележащие слои, то этот горизонт (*A*) называют еще *перегнойно-элювиальным горизонтом A* (от лат. *eluo* — вымываю). Там же, где процессы выноса преобладают над процессами накопления, горизонт *A* носит название элювиального.

Ниже горизонта *A* лежит *иллювиальный горизонт B* (от лат. *illuo* — вмываю). Он сильнее уплотнен, часто трещиноват, имеет грубую ореховую или столбчато-призматическую структуру. В горизонте *B* накапливаются вещества, выносимые из вышележащего горизонта.

Еще ниже залегает *горизонт почвы*, обозначаемый буквой *C*, — по существу это мало затронутая почвообразованием *материнская порода*.

Природная окраска почв определяется присутствием в них *гумуса*, придающего им темные и серые цвета, соединений *оксида железа*, придающих красные, оранжевые и желтые тона, а также присутствием *углекислой извести*, каолина и

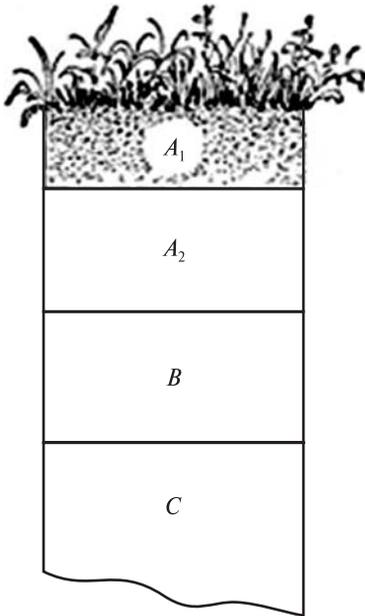


Рис. 10. Генетические горизонты почвы (схема):

A_1 — перегнойно-аккумулятивный;
 A_2 — элювиальный; *B* — иллювиальный; *C* — материнская порода

гидратов окиси алюминия, влияющих на степень насыщенности тона, и соединений *закисного железа*, придающих почвам голубые тона. Одновременное присутствие в почве этих веществ в различном соотношении обуславливает всю гамму оттенков в окраске почв.

Типы почв. К основным типам почв, сложившимся в результате естественного процесса почвообразования, относятся (рис. 11): *болотный* (в условиях избыточного увлажнения), *подзолистый* (в умеренной зоне под лесами), *степной* (в условиях жаркого сухого лета под травами), *латеритный* (в жарком влажном климате под вечнозеленой растительностью).

Верхние горизонты почвы обычно окрашены в более темные цвета, чем нижележащие. Чем больше в почве гумуса, тем темнее их окраска, что особенно хорошо выражено у степных почв; у лесных почв эта зависимость проявляется слабее, а на солонцеватых черноземах, наоборот, сильнее.

Рассматривая *типы почв земного шара*, надо иметь в виду, что все они представляют собой лишь стадии, ступени в развитии единого почвообразовательного процесса. В своем естественном развитии каждая почва проходит эти стадии, связанные с факторами почвообразования. Внешне и наиболее отчетливо эта связь проявляется в определенной зависимости

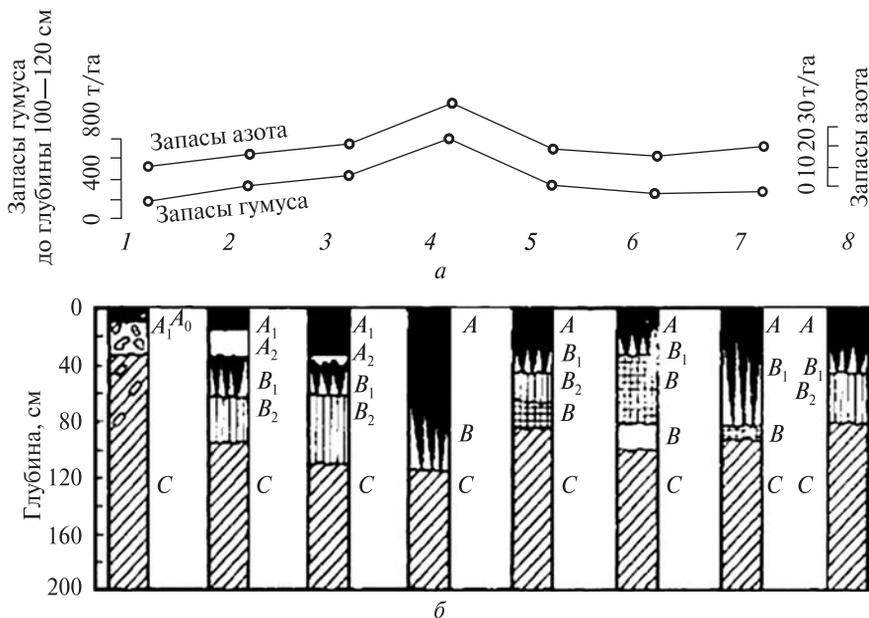


Рис. 11. Схематический меридиональный профиль основных типов почв СНГ:

а: зависимость содержания азота от запасов гумуса;

б: 1 — тундровая глеевая почва; 2 — дерново-подзолистая; 3 — серая лесная; 4 — чернозем типичный; 5 — каштановая; 6 — бурая; 7 — серозем; 8 — краснозем

почв и ее растительного покрова от климата. Субтропический климат создает почвы одного типа, умеренно теплый — другого, а холодный — третьего. Соответственно этому в результате воздействия климата и других факторов почвообразования формируется растительность на тех или других почвах. Немаловажную роль при этом играет фактор времени или возраст почв. Так, в конечном итоге на данный исторический период под влиянием почвообразующих факторов складывается зональность типов почв, с присущими каждой из них признаками.

В *Беларуси* более половины сельскохозяйственных угодий представлено *легкими почвами*. В составе пашни они занимают 56 %, в том числе 42,4 % — супесчаные и 13,6 % — песчаные. Их удельный вес больше в Брестской (77,4 %) и Гомельской (70,7 %) областях и меньше в Минской (47,8 %) и Витебской (32,1 %) областях.

Эти почвы быстрее других прогреваются весной, поэтому их называют теплыми. Они легко обрабатываются, имеют хороший воздушный режим, обладают хорошо выраженной водопроницаемостью, в них энергично проходят процессы разложения органических остатков, с высвобождением азота и зольных элементов питания растений.

Легкие почвы характеризуются и рядом отрицательных свойств. Они бедны гумусом, содержат мало коллоидов и элементов питания. У них стихийный водный режим, который зависит от характера выпадения осадков. Благодаря повышенной водопроницаемости и незначительной влагоемкости почвы атмосферные осадки не задерживаются в корнеобитаемом слое, а фильтруются в нижележащие горизонты. Поэтому растения при отсутствии осадков больше страдают от недостатка влаги.

Быстрое разложение органических остатков и удобрений и низкая поглощательная способность легких почв обуславливает значительные потери питательных веществ. Хорошо выраженный в таких почвах процесс разложения органических веществ исключает интенсивные процессы гумификации и накопление гумуса в них. Приемы повышения плодородия этих почв в первую очередь должны быть направлены на обеспечение их органическим веществом. Органическим удобрениям принадлежит важнейшая роль в окультуривании таких почв.

На долю *тяжелых почв* в Беларуси приходится 32 % обрабатываемых земель, из них более 25 % — среднесуглинистые и легкосуглинистые почвы, около 5 % — глинистые и тяжелосуглинистые.

Средне- и легкосуглинистые почвы расположены главным образом к северу от линии Орша — Минск — Гродно и в меньшей мере в Брестской и Гомельской областях. Эти почвы слабо- и среднеподзолены.

Суглинистые и глинистые почвы оказывают большое сопротивление при обработке. Нередко они слабоводопроницаемы и способны удерживать много влаги длительное время. В таких почвах больше по сравнению с легкими накапливается гумуса и элементов питания.

Важнейшим мероприятием, обеспечивающим получение высоких урожаев на легких и тяжелых почвах, является освоение и соблюдение научно обоснованных севооборотов. При их разработке необходимо учитывать специфические особенности этих почв.

Торфяные почвы Беларуси размещены на 7 тысячах участков. Их площадь — около 2,7 млн га. По территории республики эти почвы распределены неравномерно. Большие массивы их (свыше 67 %) сосредоточены в Витебской, Минской и Брестской областях, меньше (около 17 %) находится в Гродненской и Могилевской областях.

В Беларуси осушено примерно 40 % общей площади торфяных болот. В отличие от минеральных почв, на которых сельскохозяйственные культуры возделывали десятки тысяч лет, торфяные почвы используются для этих целей относительно недавно. Это обусловлено более сложными условиями освоения таких земель. Торфяные почвы существенно отличаются от дерново-подзолистых. Они имеют более короткий безморозный период, что ограничивает возможность возделывания теплолюбивых культур. Свообразны и условия водного режима. В дождливые периоды на осушенных землях уровни грунтовых вод поднимаются в корнеобитаемую зону, что ограничивает или полностью исключает нормальные урожаи, например, озимых зерновых культур.

Обилие доступного растениям азота в первые годы после осушения и бедность калием, фосфором и микроэлементами, а также трудность их балансирования обуславливают бурное развитие вегетативной массы в ущерб продуктивной, что ограничивает возможности, например, зерновых культур. С другой стороны, это благоприятствует развитию кормовых культур, например злаковых многолетних трав. Эксплуатация осушенных торфяно-болотистых почв часто ведет к их деградации.

В настоящее время, когда площадь используемых торфяных почв в Беларуси достигла 1,5 млн га и накоплен определенный научный и практический опыт, возникла необходимость и созданы условия для разработки теоретических основ и практических приемов систем земледелия на этих почвах. Однако в использовании торфяных почв есть особенности принципиального характера — целесообразность преобладания злаковых многолетних трав и плодосмен. Длительное пребывание трав на одном месте формирует мощную дернину, ведет к накоплению большой массы свежего органического вещества, которое минерализуется лишь частично. По этой причине даже в условиях культурного луговодства возделывание трав целесообразно прерывать хотя бы на непродолжительное время возделыванием однолетних растений. Наиболее подходящими для этого являются зернофуражные культуры — ячмень и овес.

Вопрос о характере наиболее рационального использования торфяных почв в сельском хозяйстве решается до осушения. В принципе, возможны и целесообразны два его типа: в качестве пашни и культурного луга.

В первом случае грунтовые воды понижаются применительно к зерновым культурам (в среднем за вегетационный период примерно на 80—100 см), во втором — применительно к многолетним травам (в среднем за вегетационный период на 70—80 см).

Особое место занимает группа пропашных культур. Экологическая ситуация на осушенных торфяных почвах в целом для этих культур неблагоприятна. Картофель, например, может давать высокие урожаи, но они неустойчивы по годам (часто поражаются заморозками), практически он малопригоден для пищевых целей, а его возделывание обуславливает более интенсивную минерализацию органического вещества. Оправданы на этих землях лишь овощные культуры, что диктуется главным образом потребностью общества и возможностью получения гарантированного урожая.

4. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

4.1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В процессе смены общественно-экономических формаций, развития естественных наук, технического перевооружения земледелия обработка почвы претерпела значительные изменения.

На заре земледелия, когда человек переходил от простого сбора плодов и охоты к оседлому образу жизни и постоянному выращиванию растений, он познал, что последние лучше произрастают на предварительно обрабатываемой почве. Первобытный человек, разрыхляя почву, стремился лишь к одной понятной им цели — заделать семена. Он не знал, что происходит с обрабатываемой почвой и с растениями, которые он возделывает, но потребность в рыхлении почвы вызывалась необходимостью, подтвержденной опытом и наблюдениями. Но со временем он понял, что, обрабатывая землю, можно уничтожить ненужные растения, заделывать их семена, дернину, пожнивные остатки, выравнивая поверхность поля и этим увеличивать сбор плодов. И человек начал сознательно обрабатывать почву. Для лучшего рыхления и большей производительности труда он постоянно совершенствовал орудия обработки почвы.

Первоначально земледелец осваиваемые земли разрабатывал вручную. Это был период мотыжной обработки почвы. Примитивные орудия обработки обеспечивали мелкое рыхление верхнего слоя почвы без ее оборачивания и частичное подрезание сорняков. Использование в земледелии животных способствовало совершенствованию почвообрабатывающих орудий. Первобытная мотыжная система обработки постепенно смени-

лась сошной. Однако орудия оставались примитивными, воздействовали в основном только на верхний слой почвы. Сорные растения продолжали оставаться серьезной помехой в получении урожаев, удовлетворяющих потребности земледельца.

Огромный прогресс в области обработки почвы вызван появлением металлического плуга во второй половине XVIII в. в Англии, Бельгии, Голландии, США и несколько позднее в Германии. Создание Р. Саксом (1863) плуга с передком и предплужником и применение конно-волово тяги уже в XIX в. позволило многим земледельцам познать преимущество глубокой обработки почвы (рис. 12). В последующие годы ее приемы совершенствовались главным образом в результате изменения формы отвала плуга, а также создания орудий, дополняющих плужную вспашку.

Система обработки почвы почти до конца XIX в. развивалась эмпирически. Развитие теории обработки почвы до первой половины XX в. было в основном направлено на обоснование культурной вспашки плугами с предплужниками и для создания мощного плодородного пахотного слоя. В рекомендациях ученых А. В. Советова, В. В. Докучаева, В. Р. Вильяма и других давались наставления на максимально глубокое рыхление почвы с обязательным оборотом пласта. Необходимость ежегодной отвальной обработки В. Р. Вильямсом объяснялась целесообразностью заделки пожнивных остатков возделываемых культур на дно борозды в анаэробных условиях (это вело к неизбежному превращению их в гумус), а также необходимостью восстановления структуры верхней части почвы. Данное положение долгое время оставалось незыблемым, но, как показала практика, выводы оказались ошибочными.

Однако и чрезмерно интенсивная обработка почвы приводит к разложению гумуса, потере питательных веществ, разрушению структуры почвы, усилению эрозионных процессов, переуплотнению почвы, увеличению энергозатрат.

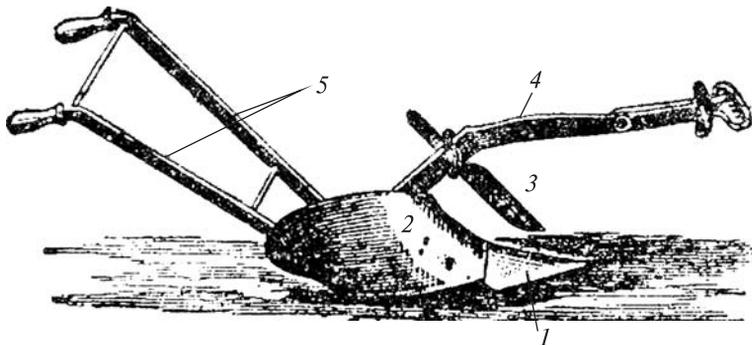


Рис. 12. Железный плуг на конной тяге:
1 — лемех; 2 — отвал; 3 — нож для прорезания дернины; 4 — рама;
5 — ручки пахаря для управления плугом

В настоящее время в условиях интенсификации земледелия в комплексе мероприятий по выращиванию урожая *обработке почвы отводится ведущая роль*, так как этот агротехнический прием является универсальным средством воздействия на многие физические, химические и биологические свойства почвы. Только путем механического воздействия на почву рабочими органами машин и орудий можно создать оптимальные условия для роста корневой системы культурных растений, достичь высокой эффективности удобрений, средств защиты растений.

Некачественная обработка почвы может свести на нет все затраты по применению высокоурожайных сортов, удобрений, гербицидов и других агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур.

Обработка почвы — одно из основных звеньев системы современного земледелия. На нее приходится в полеводстве 35 % энергетических и 25 % трудовых затрат. Поэтому постоянно ищутся пути их сокращения, энергоемкие приемы заменяются менее энергоемкими. Но не только экономические причины заставляют разрабатывать и внедрять энергосберегающие приемы обработки почвы. Не менее важно сохранить почву от переуплотнения в результате многочисленных проходов по полю тяжелой техники и транспортных средств, снизить отрицательное влияние на агрономические свойства почвы интенсивных обработок, защитить от эрозии, сохранить и повысить плодородие почвы. Следовательно, обработка почвы должна иметь почвозащитную направленность.

Велика роль правильной обработки почвы в предотвращении водной и ветровой эрозии. Довольно существенно влияет обработка на температурный режим почвы. Обработка почвы коренным образом улучшает почвенные условия жизни сельскохозяйственных культур. Поэтому ее считают одним из факторов повышения плодородия и окультуренности почвы.

Механическая обработка почвы изменяет строение пахотного слоя, в результате обеспечиваются наиболее благоприятные условия для протекания биологических, физико-химических, физических процессов в почве.

С помощью механической обработки в почву заделываются растительные остатки, органические и минеральные удобрения, запахиваются сидераты, создаются условия для хорошей заделки семенного материала сельскохозяйственных культур на оптимальную глубину.

Обработка почвы — важное средство в борьбе с сорными растениями. Как известно, в пахотном слое почвы находится огромное количество семян и органов вегетативного размножения сорняков, способных образовывать новые растения. Все они должны быть уничтожены различными обработками почвы. Наибольший эффект обеспечивают соответствующие системы обработки почвы, представляющие ряд взаимообусловленных приемов, выполняемых в определенной последовательности.

Существенна роль обработки почвы в борьбе с болезнями, вредителями посевов и дезинфекции почвы. Глубокая зяблевая вспашка с предва-

рительным лушением и полупаровая обработка обеспечивают подавление многих скрытостебельных вредителей, ряда заболеваний, передающихся через почву.

Переход на интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур потребовал большого внесения минеральных удобрений, применения пестицидов. Кроме того, в почву могут попадать промышленные и бытовые стоки, отходы крупных животноводческих ферм. Большинство из них относится к соединениям искусственного синтеза. Накапливаясь в почве, они отрицательно влияют на ее плодородие. Обработка почвы способствует активизации деятельности сапротрофных микроорганизмов по разрушению этих соединений.

Механическая обработка почвы — это не только создание наиболее благоприятных условий для развития растений, но и могучее средство активного воздействия на многие коренные свойства почвы. Прежде всего, это относится к дерново-подзолистым почвам, у которых гумусированный горизонт мал, а под ним залегает малопродуктивный подзолистый. Только обработкой, и прежде всего вспашкой с припахиванием и подпахотным рыхлением подзолистого слоя в сочетании с применением удобрений, известковых материалов, удастся вовлечь эти слои в культуру, сделать более мощным аккумулятивный горизонт. В результате постепенного углубления можно на длительное время создать глубокий высокопродуктивный, чистый от сорняков пахотный слой.

Таким образом, основными задачами механической обработки почвы являются:

- сохранение и повышение плодородия почв с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур;
- изменение строения и агрегатного состава обрабатываемого слоя почвы для создания благоприятного для растений водного, воздушного, теплового и питательного режимов, обеспечение активизации микробиологических процессов, более мощного развития корневых систем культурных растений;
- усиление круговорота питательных веществ путем вовлечения их из более глубоких горизонтов почвы;
- очищение почвы от сорных растений, их семян и вегетативных органов размножения, а также возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур;
- заделка в почву растительных остатков и удобрений;
- предупреждение эрозионных процессов и связанных с ними потерь воды и питательных веществ;
- лишение жизненности многолетней растительности при обработке полей из-под многолетних трав, целинных и залежных земель;
- изменение формы поверхности почвы в целях регулирования водного и теплового режимов;

- создание оптимальных условий для заделки семян на оптимальную глубину, ухода за посевами и уборки урожая.

Следовательно, обработка почвы решает комплекс механических (физических), химических и биологических задач. Ее нужно дифференцировать в зависимости от биологических особенностей данной культуры и последующей культуры севооборота, целей обработки: заделки навоза, минеральных и известковых удобрений, сидератов, борьбы с сорняками, противоэрозионных процессов, гранулометрического состава и др.

4.2. СПОСОБЫ, ПРИЕМЫ И СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Задачи, возникающие при обработке почвы в целях создания оптимальных условий для жизни растений, решаются различными способами, приемами и системами.

Способ механической обработки почвы — это характер и степень воздействия рабочими механизмами почвообрабатывающих орудий и машин на изменение профиля (сложения), природную разнокачественность обрабатываемого слоя почвы в вертикальном направлении. Различают отвальный, безотвальный, роторный и комбинированный способы.

Отвальный способ — это воздействие рабочими механизмами почвообрабатывающих орудий и машин на почву с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя для изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с усиленным рыхлением и перемешиванием почвы, подрезанием и заделкой надземных органов растений и удобрений в почву. Все виды обработки целинных земель, залежей, пласта многолетних трав, лугов и т. п. проводятся плугами разных типов с отвалами (рис. 13, А).

Качество плужной обработки почвы в значительной степени зависит от формы отвала. Плуги по форме отвала подразделяются на винтовые, цилиндрические, полувинтовые и культурные. Форма отвала влияет на оборачивание, крошение пахотного слоя.

При вспашке плугом с винтовой формой отвала пласт хорошо оборачивается, но плохо рыхлится. Плуги с винтовой формой отвала и обязательно с дисковыми ножами применяются для обработки связных сильнозадернелых почв (целина, залежь, луг, пастбище).

Поверхность цилиндрического отвала представляет в вертикальном разрезе часть окружности. При вспашке плугом с цилиндрическим отвалом пласт сразу резко и круто поднимается и отбрасывается в сторону борозды. Достигается хорошее крошение, но плохое оборачивание. Цилиндрический отвал рассчитан на вспашку рыхлых почв. На связных и задернованных почвах он не пригоден, так как дает глыбистую пашню.

Полувинтовой отвал имеет более круто поставленный лемех. Передняя часть отвала — цилиндрическая, а задняя близка к винтовой. Их устанавливают на кустарниково-болотных плугах для обработки осушенных торфяных и болотных минеральных почв и плугах общего назначения для обработки задернованных старопахотных почв и многолетних трав.

Наиболее высокого качества достигает обработка, когда ее проводят плугами с предплужниками. Вспашку плугами с культурной формой отвала и с предплужниками называют культурной.

Для качественного проведения вспашки плугами с предплужниками поле необходимо очищать от соломы, растительных остатков, сорняков во избежание забивания ими плугов с предплужниками. Часто неочищенные поля после уборки являются причиной снятия предплужников.

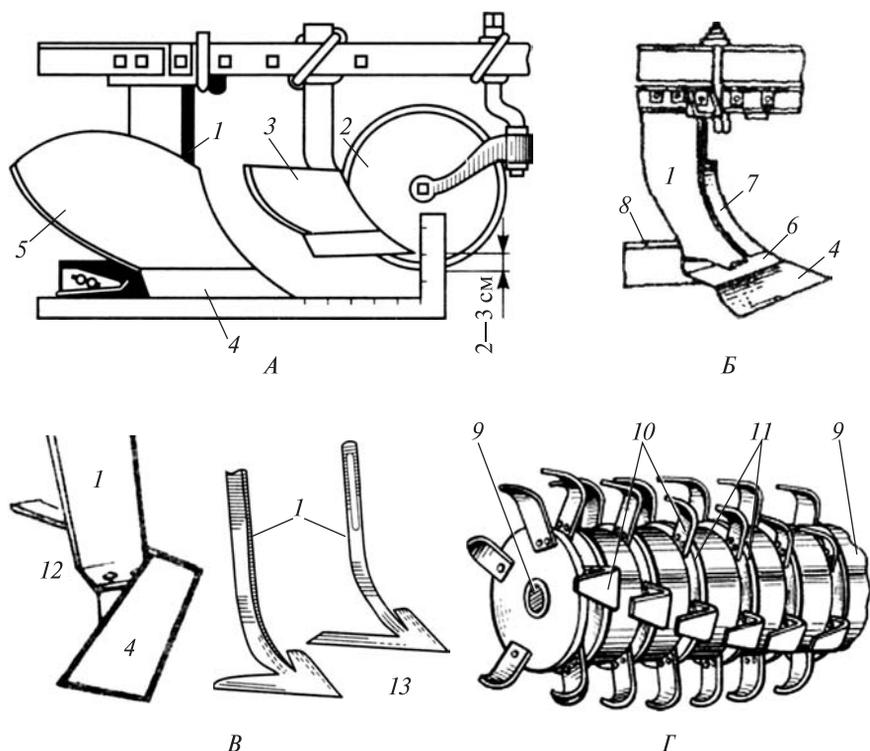


Рис. 13. Механизмы для обработки почвы:

- А — плуг с дисковидным ножом (3), предплужником (2), лемехом (4) и отвалом (5);
 Б — плуг Т. Г. Мальцева для безотвальной вспашки с лемехом (4), подъемом (6), щитком свала (7) и пяткой (8); В — чизельные плуги (12) и культиваторы (13);
 Г — почвообрабатывающая фреза: вал (9), ножи (10), диски (11); 1 — рамы и стойки

Безотвальный способ — это воздействие рабочими механизмами почвообрабатывающих орудий и машин на почву без изменения расположения генетических горизонтов и дифференциации обрабатываемого слоя по плодородию в вертикальном направлении в целях рыхления или крошения почвы, подрезания подземных и сохранения надземных органов растений на поверхности почвы. При этом способе на поверхности почвы сохраняется часть стерни, подрезанные сорняки, в разрыхленный верхний слой почвы выходят яйца и личинки вредителей.

Безотвальный способ обработки почвы производится плугами со снятыми отвалами, безотвальными плугами, плоскорезами, чизельными плугами и культиваторами (рис. 13, Б, В).

Обработка почвы плугами без отвалов, разработанная в России Т. С. Мальцевым, широко применяется на Южном Урале, Алтае. Сущность ее состоит в том, что на каждом поле один раз в течение 4—5 лет проводится рыхление на 35—40 см безотвальным плугом, а в период между глубокими обработками — ежегодная поверхностная обработка дисковыми луцильниками на 10—12 см. Сокращение отвальных обработок защищает почву от водной и ветровой эрозии, сохраняет влагу. Безотвальная обработка имеет и ряд недостатков. Семена сорных растений, часть жнивья вместе с подрезанными вегетирующими сорняками, яйца и личинки вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культурных растений не заделываются на дно борозды, а остаются на поверхности почвы или на небольшой глубине.

Плоскорезная обработка — прием безотвальной обработки почвы, обеспечивающий крошение, рыхление почвы и подрезание подземных органов растений на глубину 27—30 см плоскорезами — глубокорыхлителями — с сохранением на поверхности почвы до 90 % жнивья (стерни).

Научные исследования и практика показывают, что пахота не всегда является лучшим приемом обработки почвы. Система ее с применением отвальных плугов нуждается в совершенствовании. На смену плугу приходят чизельные плуги и культиваторы. Они способствуют лучшему сохранению и накоплению влаги в почве, положительно влияют на физические свойства и биологическую активность почвенных микроорганизмов, предотвращают развитие водной и ветровой эрозии, не оставляют борозд развала и гребней свала.

Чизельная обработка — это рыхление, крошение пахотного и подпахотного горизонтов без оборота пласта. В отличие от лемешных и дисковых почвообрабатывающих машин чизель рыхлит почву, отрывая ее от монолита, не уплотняя подпахотные слои, не образует «плужной подошвы». Прорезая щели, он способствует лучшему поглощению почвой воды и более глубокому ее проникновению. По глубине рыхления почвы чизельные орудия подразделяются на культиваторы, плуги и глубокорыхлители.

Культиваторы рыхлят почву на глубину до 25 см, плуги — до 40, глубоко-рыхлители — до 60 см.

«Чизель» в переводе с английского означает «тяжелый культиватор», или «плуг для безотвального рыхления почвы». Периодическое глубокое рыхление чизельными плугами применяют на почвах с уплотненным подпахотным горизонтом, подверженных водной эрозии и с временным поверхностным избыточным переувлажнением. На почвах, подверженных водной эрозии, глубокое чизелевание способствует переводу поверхностного стока во внутрпочвенный, увеличению запасов влаги и снижению смыва почвы.

Чизельная обработка как прием основной обработки применяется при возделывании озимых, промежуточных после пропашных культур, ранневесеннего рыхления зяби и разделки дернины многолетних трав. Чизельное рыхление дерново-подзолистых слабокультуренных почв тяжелого гранулометрического состава следует проводить один раз в 3 года на глубину 40—45 см.

Чизельная обработка почвы все больше распространяется потому, что является почвозащитной благодаря рыхлому и гребнистому дну обрабатываемого пласта, менее энергоемка и более производительна по сравнению со вспашкой. Ширина захвата чизельного культиватора — 5,1 м, а плуга — 1,75 м, оба орудия тянутся трактором. Показано, что использование чизеля эффективнее примерно в три раза.

Роторный способ — это воздействие на почву вращающимися рабочими механизмами почвообрабатывающих орудий и машин для устранения различий обрабатываемого слоя по сложению и плодородию активным крошением и тщательным перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием однородного слоя почвы. Роторная обработка производится дисковыми культиваторами и фрезами (рис. 13, Г).

Фрезерование — это прием обработки почвы фрезами, при которой выполняются следующие технологические операции: интенсивное рыхление почвы, крошение и тщательное перемешивание, уничтожение проростков, семян и вегетирующих сорных растений, заделка удобрений, гербицидов, других химических веществ почвы. При работе фрезы специальные ножи, установленные на вращающемся барабане, захватывают слой почвы и под действием центробежной силы отбрасывают его на защитный кожух. Почва хорошо разрыхляется, крошится, перемешивается с растительными остатками и внесенными удобрениями. Фрезерной обработкой можно заменить вспашку, культивацию. Глубина фрезерования под картофель, корнеплоды составляет 15—20 см, под зерновые культуры — 8—12 см. Степень измельчения почвы при фрезерной обработке зависит от окружной скорости фрезбаранов, формы ножей и длины их рабочей части. Для фрезерной обработки почвы используют различные фрезы: полевые, садовые, болотные. Болотными фрезами обрабатывают луга с мощной кочковатой дерниной

при поверхностном и коренном улучшении природных кормовых угодий. Фреза обеспечивает отличное качество обработки на торфяных задернелых и на плотных тяжелых почвах. На таких почвах фреза может заменить плуг и подготовить пашню к посеву. Фрезерные орудия хорошо измельчают растительные остатки, позволяют регулировать степень крошения почвы, снижается уплотнение подпахотных слоев, уменьшаются затраты на обработку за счет качественной подготовки почвы к посеву при одном проходе трактора. При этом создаются хорошие условия для посева семян без дополнительных приемов предпосевной обработки почвы. Существенное достоинство фрезерования — возможность раньше начинать обработку влажной почвы.

Основной недостаток работы фрезы — слишком сильное механическое измельчение почвы, так как вызывает уплотнение всех бесструктурных, малогумусированных почв. После прохода фрезы не остается крупных комков, которые наряду с мелкими частицами образуются при вспашке плугом и способствуют лучшей аэрации почвы. Повышение воздухоемкости почв, особенно связных, является одной из главных целей обработки. Многочисленные опыты показали, что эта задача при работе фрезы выполняется не так хорошо, как при плужной обработке, и образующиеся при фрезеровании крупные поры вновь быстро исчезают. Кроме того, обработка почвы фрезой, так же как и обработка дисковыми орудиями, часто способствует размножению корневишных сорняков и требует еще применения гербицидов. Фрезерная обработка малоэффективна на закамененных почвах.

Комбинированные способы — различные сочетания по горизонтам и слоям почвы, а также срокам осуществления отвального, безотвального и роторного способов обработки.

Прием механической обработки — это однократное воздействие на почву различными почвообрабатывающими орудиями и машинами тем или иным способом в целях осуществления одной или нескольких технологических операций на определенную глубину.

В зависимости от глубины обработки почвы выделены 4 группы приемов: поверхностной, обычной (средней), глубокой и сверхглубокой обработки почвы.

Приемы поверхностной обработки — механическое воздействие почвообрабатывающими орудиями и машинами на поверхность почвы и нижележащие слои до 15 см.

Боронование способствует крошению глыб, комков, уплотнению и выравниванию поверхности поля. Это эффективный прием весенней обработки зяби по уходу за зерновыми, зернобобовыми и пропашными культурами и многолетними травами. Рабочими механизмами зубовой бороны являются неподвижные зубья с квадратным сечением у тяжелых и округлым у легких. Тяжелые зубовые бороны с давлением на один зуб 1,5 кг рыхлят почву на 5—8 см, средние, с давлением на зуб от 1 до 1,5 кг, рыхлят

почву на 4—6 см, легкие, с давлением на зуб от 0,5 до 1 кг, рыхлят на глубину 2—3 см.

У сетчатых борон мелкие зубья закреплены на подвижной раме и могут передвигаться в почве независимо друг от друга.

Дискование — прием обработки почвы, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное оборачивание и перемешивание почвы, измельчение сорняков. Дисковая борона в качестве рабочего механизма имеет вращающиеся сферические диски, которые можно устанавливать под разным углом атаки к направлению движения. С увеличением угла атаки увеличивается крошение и глубина обработки, лучше подрезаются сорняки. Бороны с вырезными дисками применяют на тяжелых и задернелых почвах.

Лушение жнивья (стерни) — прием обработки почвы после уборки зерновых культур, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное перемешивание и оборачивание почвы, измельчение подземных и заделку надземных органов растений, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей культурных растений отвальными или дисковыми лушильниками. Они оборачивают и рыхлят почву на глубину 6—12 см и разрезают горизонтально расположенные корневища. Лемешные хорошо оборачивают почву и подрезают сорняки на глубину 8—16 см. Для лушения стерни могут быть использованы чизельные культиваторы.

Культивация — это крошение, рыхление, перемешивание почвы, подрезание подземных органов сорняков. Рабочими механизмами культиваторов являются лапы различных конструкций. Культиваторы рыхлят почву от 6 до 12 см. В районах, подверженных ветровой эрозии, для оставления стерни на поверхности почвы применяют культиваторы-плоскорезы и штанговые культиваторы.

Прикатывание — обработка почвы катками, обеспечивающая крошение глыб, комков, уплотнение и выравнивание поверхности почвы; оно может быть предпосевным и послепосевным. Предпосевное прикатывание — обязательный прием обработки, особенно на торфяных и легких по гранулометрическому составу песчаных и супесчаных почвах. На легких почвах большой эффект дает также послепосевное прикатывание одновременно с посевом. Для прикатывания применяют гладкие, кольчатошпоровые, кольчато-зубчатые и другие катки.

Фрезерование — тщательное крошение, рыхление, перемешивание почвы, растительных остатков, удобрений вращающимися рабочими механизмами фрезы.

Лункование — образование замкнутых углублений почвы дисковыми лункообразователями для задержания талых и ливневых вод на почвах, подверженных водной эрозии.

Бороздование — нарезка борозд на поверхности почвы бороздосоздающими орудиями.

Окучивание — разновидность междурядной обработки с приваливанием почвы к основанию стеблей пропашных культур рабочими механизмами культиваторов-окучников.

Букетировка обеспечивает прореживание всходов свеклы с заданным размером вырезов и букетов, крошение, рыхление почвы и подрезание подземных органов растений в вырезах. Выполняется культиваторами с плоскорезными, специально расставленными лапами.

Приемы обычной обработки почвы — это воздействие почвообрабатывающими машинами на почву определенным способом на глубину 16—25 см.

Вспашка — прием обработки почвы плугом, обеспечивающий крошение, рыхление и оборачивание обрабатываемого слоя почвы не менее чем на 135°. Основное назначение отвальной вспашки — восстановление высокого плодородия во всем пахотном слое. При вспашке плугами с предплужниками последние сбрасывают верхний слой почвы на дно борозды, а основной корпус плуга поднимает нижнюю хорошо крошащуюся часть пахотного слоя и прикрывают ею верхний слой. При такой вспашке производятся глубокая заделка и разложение всех растительных остатков, вредителей и зачатков болезней, глубоко подрезаются сорняки. Вспашку плугом с предплужниками (углоснимами) называют культурной. Вспашку плугом с оборачиванием пласта на 180° называют оборотом пласта, с оборачиванием на 135° и укладкой пластов под углом 45° к горизонту — взметом пласта. Для легкой поверхностной вспашки могут применять и дисковые культиваторы.

Приемы глубокой обработки — это периодическое воздействие почвообрабатывающими орудиями и машинами на почву определенным способом в целях увеличения мощности обрабатываемого слоя без существенного изменения генетического сложения на глубину 25—35 см.

Вспашка с припахиванием нижележащего слоя почвы. С ее помощью производятся оборачивание, крошение, рыхление, вынесение на поверхность части подзолистого горизонта, подрезание и заделка в почву надземных органов сорняков, послеуборочных остатков культурных растений, удобрений, семян сорняков, зачатков болезней и вредителей культурных растений. Этот прием применяется при увеличении мощности пахотного слоя дерново-подзолистых почв, вновь осваиваемых торфяных почв.

Вспашка плугами с вырезными корпусами обеспечивает оборачивание, крошение, рыхление старопахотного слоя почвы, заделку в почву растительных остатков отвалом плуга, а также сплошное безотвальное рыхление нижележащего слоя почвы с перемещением его через вырез между лемехом и отвалом с подрезанием корней растений на глубину 30—35 см. При работе плуга с вырезными отвалами часть верхнего слоя почвы поступает в нижний (просypyется через вырезы) и улучшает его свойства.

Щелевание — обработка слабоводопроницаемых (глинистых и суглинистых) почв щелерезами, способствующая улучшению водно-физических режимов и свойств почв. Заключается в прорезании специальными плугами в почве щелей шириной 2,5—4 см на глубину 30—60 см с расстоянием между ними 100—150 см.

Кротование почвы — прием обработки, обеспечивающий образование в почве горизонтальных дренажных канавок, кротовин. Применяют для отвода излишней воды одновременно со вспашкой на глубине 35—40 см параллельно поверхности почвы. Диаметр кротовин — 6—8 см, расстояние между кротовинами — 70—140 см.

Ступенчатая разноглубинная вспашка — прием отвальной обработки почвы поперек склона плугами, у которых четные корпуса пахут на обычную глубину, а нечетные — глубже на 10—15 см для задержания воды на склонах.

Приемы сверхглубокой обработки — это периодическое воздействие на почву специальными почвообрабатывающими орудиями и машинами в целях коренного изменения генетического сложения почвы с взаимным перемещением слоев и горизонтов в вертикальном направлении на глубину более 35 см. Такая обработка земли производится специальными плантажными плугами и применяется в лесоводстве, садоводстве, для первичной обработки осушенных закустаренных торфяных почв.

Система обработки почвы — это совокупность способов и приемов основной, предпосевной и послепосевной обработок, выполняемых в определенной взаимосвязанной последовательности, вытекающей из главных задач, обусловленных биологией возделываемых культур, их местом в севообороте и зональными почвенно-климатическими особенностями.

При составлении системы обработки почвы необходимо учитывать количество и характер выпадающих осадков и их распределение в году, сумму положительных температур, продолжительность вегетационного периода, гранулометрический состав почвы, мощность пахотного слоя, содержание гумуса, степень увлажнения почвы, подверженность эрозии. Необходимо учитывать, из-под какой культуры и когда освобождается поле, степень засоренности и какая биологическая группа сорняков преобладает. Всякая система обработки почвы осуществляется с учетом биологических особенностей и порядка чередования возделываемых в севообороте культур.

Система обработки почвы, как правило, составляется с учетом энергосбережения и имеет почвозащитную направленность. В основу ее классификации положены следующие признаки:

- биологические и технологические особенности возделываемых культур (под яровые зерновые и зернобобовые; пропашные; озимые; промежуточные (поукосные, пожнивные));

- предшественники: после озимых и яровых зерновых (многолетних трав; пропашных; однолетних трав в занятом пару (сидеральный пар); чистые пары);
- подверженность эрозии и загрязненность радионуклидами (водной эрозии; ветровой эрозии; зараженные радионуклидами);
- гранулометрический состав и тип почв (песчаные и супесчаные; легко- и среднесуглинистые; тяжелосуглинистые; торфяные; переувлажненные минеральные);
- время проведения (основная; предпосевная; послепосевная).

4.3. ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Это первая наиболее глубокая обработка, выполняемая после уборки предшествующей культуры определенным способом, самостоятельно или в сочетании с приемами поверхностной обработки для решения главных задач обработки. Она коренным образом улучшает почвенные условия жизни сельскохозяйственных культур. В результате ее проведения изменяется строение пахотного слоя почвы, обеспечиваются наиболее благоприятные условия для протекания биологических, физико-химических и физических процессов, усиливается круговорот питательных веществ. Вследствие улучшения газообмена, оптимизации водного и теплового режимов усиливается активность почвенной микрофлоры, что увеличивает содержание в ней доступных для растений форм азота, фосфора, калия, магния, серы, железа и других жизненно важных элементов питания растений. Основная обработка почвы значительно очищает почву от семян и вегетативных органов размножения сорной растительности, зачатков болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. При ее осуществлении заделываются в почву удобрения, растительные остатки, создаются условия для защиты почвы от эрозионных процессов, миграции радионуклидов в подпахотные слои почвы.

Основная обработка почвы проводится в летне-осенний период (зяблевая, под озимые культуры) или в весенне-летний период в год посева яровых культур. При выборе способа и приемов основной обработки почвы учитываются биологические особенности и технология возделываемой культуры, предшественник, почвенно-климатические условия, тип засоренности, подверженность почвы эрозии. С учетом этих особенностей устанавливаются и сроки проведения основной обработки.

Основная обработка почвы *под озимые*, поукосные и пожнивные культуры определяется предшественником и сроками его уборки, гранулометрическим составом и степенью увлажнения почвы. К приемам основной обработки почвы относятся: вспашка, безотвальная и чизельная обработки, фрезерование.

Основную обработку почвы *под яровые* культуры, как правило, проводят в летне-осенний период или весной. Оптимальными сроками основной обработки под яровые культуры являются осенние, они имеют большое преимущество перед весенними в решении главных задач обработки почвы. Весенние сроки основной обработки почвы под яровые культуры вызываются необходимостью внесения органических удобрений (под пашные) или организационными причинами.

Вспашка — важнейший прием обработки почвы, который проводится для создания в почве наиболее благоприятных условий для роста и развития растений. Основная задача — рыхление пахотного слоя с оборотом пласта и перемешиванием частиц, с полной заделкой дернины, жнивья, других послеуборочных растительных остатков, а также органических и минеральных удобрений. Чем лучше вспахана почва, т. е. чем полнее оборот пласта по всему полю, чем качественнее рыхление почвы, тем лучшие условия создаются для роста и развития культурных растений, а значит и выше урожайность сельскохозяйственных культур. Для вспашки применяют плуги разных конструкций и форм отвалов.

4.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОСНОВНОЙ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Известны три способа вспашки: загонная, беззагонно-круговая и гладкая. Применение их зависит от конструкции плуга, размера, формы земельного участка и места его расположения по рельефу.

Загонная вспашка — основной способ, используемый в производственных условиях. При загонной вспашке участок заранее разбивают на загоны прямоугольной формы, длина которых определяется размером поля. Очень важно при пахоте правильно выбрать ширину загона, при которой получаются более короткие холостые ходы агрегата. При правильном выборе ширины загона повышается использование рабочего времени агрегата, производительность, экономится расход топлива на единицу обработанной площади. Ширина загона должна быть кратной ширине захвата агрегата и выражена целым числом метров, удобным для разметки поля. При малой ширине загонов на поле образуется большое количество свальных гребней и развальных борозд, при большей — много времени затрачивается на холостые повороты агрегатов.

На концах загонов отбивают поворотные полосы. Поворотная полоса — концевая часть загона, выделяемая на двух его противоположных сторонах для холостого разворота агрегата. Ширина поворотных полос зависит от способов агрегатирования, размеров агрегата и техники вспашки.

Для 4- и 5-корпусных плугов она равна 10—15 м, для прицепных и полунавесных 5- и 6-корпусных плугов — 15—20 м, иногда — до 30 м.

Загонная вспашка осуществляется всвал и вразвал. При вспашке *всвал* загоны разбивают на полузагоны и вспашку начинают с середины с поворотом вправо на конце загонов (по направлению хода часовой стрелки). Если же пахут с краев загона и движутся против хода часовой стрелки на концах загонов, постепенно приближаясь к середине, то это вспашка *вразвал*.

При вспашке всвал на середине загона образуется свальный гребень, а при вспашке вразвал в середине загонов — разъемная (развальная) борозда. К свальному гребню и развальной борозде предъявляют определенные требования — свальный гребень не должен возвышаться над вспаханым полем и под ним глубина вспашки должна быть не менее половины заданной глубины вспашки всего поля. Глубина развальной борозды — 10—12 см.

Беззагонно-круговая вспашка может быть применена при обработке полей больших размеров, имеющих форму, близкую к квадрату. При такой вспашке в середине поля пахут всвал до тех пор, пока расстояние от вспаханной полосы до всех четырех краев поля не станет одинаковым. На оставшейся части поля агрегат работает поочередно по всем четырем сторонам, отваливает пласт в сторону вспаханной полосы. На углах загона каждый раз плуг поднимают в транспортное положение, и агрегат разворачивают влево по траектории закрытой петли на 270°. При таком варианте вспашки нет развальных борозд, но из-за односторонних поворотов трактора эксплуатационные показатели снижаются. Этот способ вспашки применяется мало.

Гладкая вспашка — с оборачиванием пластов в одну сторону без разъемных борозд и свальных гребней. При пользовании оборотными плугами поле не разбивают на загоны и на нем не образуются ни развальные борозды, ни свальные гребни. Для ее получения нужно, чтобы при изменении направления движения агрегата менялось и направление оборота пласта: с правого на левый, с левого на правый. Этого можно добиться, применяя специальные оборотные плуги для гладкой вспашки. В странах Западной Европы гладкая вспашка применяется широко. Треугольные загоны рациональнее вспахивать вразвал.

Приемы увеличения мощности пахотного слоя. В начале прошлого века на преобладающей части пахотных земель дерново-подзолистых почв глубина пахотного слоя не превышала 14—15 см, а на значительной площади была не более 12 см. За истекший период благодаря росту культуры земледелия, увеличению внесения органических и минеральных удобрений мощность пахотного слоя доведена до 20—22 см. Экономически вы-

годным считается иметь мощность пахотного слоя 30—35 см. Однако следует иметь в виду, что увеличение мощности пахотного слоя не сводится только к увеличению глубины обработки, обязательным является внесение органических, минеральных и известковых удобрений, посев сидеральных культур.

Технология создания и окультуривания глубокого пахотного слоя дерново-подзолистых почв предусматривает оставление пахотного слоя на прежнем месте, рыхление и окультуривание нижележащих слоев. Особенно важно это соблюдать при неглубоком пахотном слое.

По данным НПЦ НАН Беларуси по земледелию, на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах с мощностью гумусового слоя 20—22 см можно получать зерновых 4,5—6,0 т/га, картофеля — 35—40, корнеплодов — 60—80, сена многолетних трав — 10—12 т/га.

В большинстве хозяйств Беларуси гумусовый слой пахотных почв составляет 20 см и более, углублять его за счет припашки подзолистого неэффективно, а следует его окультуривать и только на переуплотненных участках разуплотнять подпахотные слои безотвальными орудиями.

Известно несколько способов углубления пахотного слоя почвы:

- припахивание нижележащего слоя почвы с выносом его на поверхность;
- полное оборачивание пахотного слоя с одновременным рыхлением части подпахотного;
- рыхление на установленную глубину без оборачивания плугом, без предплужников и без отвалов или чизельными плугами;
- углубление путем одновременной припашки части подпахотного слоя к пахотному и применение рыхления подпахотного;
- обработка почвы ярусными плугами с перемещением горизонтов.

Особенности обработки осушенных торфяно-болотных почв. Одна из основных задач системы обработки почвы в севообороте на окультуренных торфяно-болотных почвах — регулирование накопления и разрушения органического вещества торфа. Установлено, что разрушение органического вещества торфа связано с интенсивностью рыхления.

На торфяниках со средней степенью разложения торфа и невысокой зольностью в севооборотах с трехлетним полевым периодом и чередованием культур (многолетние травы нескольких лет пользования, озимые зерновые, яровые зерновые, пропашные) рекомендуется вспахивать почву только под первую культуру после многолетних трав, а под остальные — поверхностная обработка дисковыми орудиями. На среднеразложившихся торфяниках пласт многолетних трав лучше пахать болотными плугами на глубину 25—30 см под пропашные и 20—22 см под зерновые с предварительной разделкой пласта дисками.

Обработку почвы на недостаточно осушенных участках начинают со вспашки на 30—35 см. Глубокая вспашка способствует увеличению некапиллярной скважности, в результате чего замедляется поступление воды из нижних переувлажненных горизонтов в пахотный слой, почва весной быстрее прогревается и просыхает. На недостаточно осушенных участках весной перед посевом закладывают кротовый дренаж. Это специальный гидромелиоративный прием для отвода воды через прокладываемые в почве трубчатые разрыхления типа кротовин.

4.5. НЕОБХОДИМОСТЬ МИНИМАЛИЗАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ

На протяжении веков вспашка была основным видом обработки почвы, хотя поиски замены ее мелкими обработками не прекращались. Выдающийся русский ученый Д. И. Менделеев свыше 120 лет назад писал: «...Очень многие впадают в ошибку, полагая, что если больше раз вспахать, тем лучше». В конце XIX в. активным пропагандистом мелких бесплужных обработок почвы в России был И. Е. Овсинский. На первом Киевском сельскохозяйственном съезде в 1890 г. он заявил: «Я отвергаю глубокую пахоту плугом и признаю необходимость рыхления почвы, но это должен делать не плуг, выворачивающий нижний слой каждый год, а почвоуглубитель и культиватор. Я признаю необходимость только мелкой пахоты дюйма 2—3 (5,0—7,5 см) для уничтожения сорных трав и прикрытия навоза».

Идею мелкой обработки почвы в 30-х гг. XX в. пропагандировал на юго-востоке России Н. М. Тулайков, предложивший перейти полностью от отвальной плужной обработки к поверхностной обработке дисковыми орудиями. Однако мелкая обработка привела к усилению засоренности полей, а химических средств борьбы с сорняками тогда еще не было, и такая обработка почвы была запрещена.

В 1943 г. издана книга американского фермера Э. Фолкнера «Безумие пахаря», где главной причиной снижения плодородия почвы и развития водно-ветровых эрозийных процессов автор считал ежегодную вспашку. Э. Фолкнер рекомендовал широко использовать поверхностную обработку почвы на 7,5 см, обеспечивающую более благоприятный водный и трофический режим. Эта книга оказала существенное влияние на дальнейшее развитие земледелия разных стран.

В 1954 г. Т. С. Мальцев предложил безотвальную систему основной и предпосевной обработок почвы. Его система обработки почвы предусматривала чередование по годам и полям глубокой безотвальной пахоты специальными, с узкими обтекаемыми стойками, плугами и поверхностных обработок дисковыми лушильниками на глубину 10—12 см в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах. Это принципиально отлича-

лось от культурной обработки почвы по В. Р. Вильямсу, так как отвергалась обработка ее отвальными плугами, резко сокращалось число глубоких обработок за ротацию севооборота.

Лишение почвы природной мульчи (подстилки, дернины), распыление верхнего слоя создают предпосылки для усиления стока, эрозии, дефляции. Происходит разрушение почвенных эценозов, сокращение зоонаселения, разрушение ходов червей и корней, снижение способности почвы к биологическому саморыхлению. При оборачивании пласта аэробные микроорганизмы попадают в глубокие слои, где при недостатке кислорода прекращают свою деятельность; анаэробные микроорганизмы выносятся плугом наверх в аэробные условия и также погибают. В результате в пахотном слое почвы на некоторое время резко снижается микробиологическая деятельность.

Кроме того, при вспашке происходит образование в результате воздействия фасок лемехов плужных корпусов на почву уплотненного слоя ниже пахотного горизонта так называемой «плужной подошвы», которая ухудшает проникновение и накопление воды в подпахотном слое. Поэтому подпахотные слои не разуплотняются зимой от действия мороза. «Плужная подошва» способствует поверхностному и внутрипочвенному стоку воды и питательных веществ вниз по склону и является одной из главных причин развития эрозионных процессов на склонах и застоя воды в «блюдцах» на равнинных участках полей. Плотность почвы в слое «плужной подошвы» такова, что ее не в состоянии преодолеть корни растений.

Необходимость перехода на минимальную обработку почвы в интенсивном земледелии диктуется потребностью защиты ее от отрицательных последствий широкого применения тяжелых транспортных и механических средств, выполняющих за год ~ 10—15 полевых работ, в результате чего уплотняется не только пахотный, но и подпахотный горизонты, усиливаются процессы эрозии почвы, снижается до 30 % урожайность культур.

Пути минимализации обработки почвы следующие:

- использование тракторов и почвообрабатывающих орудий с минимальным удельным давлением на почву;
- сокращение общего числа обработок вследствие выполнения их при оптимальном физическом состоянии почвы;
- совмещение ряда технологических операций за один проход агрегата;
- уменьшение глубины обработки почвы при использовании агротехнического обоснованного чередования глубоких и поверхностных приемов;
- уменьшение площади механически обрабатываемой поверхности за счет широкого использования высокоэффективных пестицидов на остальной площади;

• сдерживание обилия вредных организмов в агрофитоценозе на уровне ниже экономического порога вредоносности.

Таким образом, *минимализация* обработки почвы — это новый принцип современных агрономических систем, при которых достигается наименьшее число проходов тракторных средств по полю в течение всего процесса возделывания культуры, что также является важнейшим условием сохранения потенциального плодородия и защиты почвы от эрозии, улучшения баланса гумуса, уменьшения потерь из почвы питательных веществ и влаги и обеспечивает снижение энергетических затрат, трудовых ресурсов, транспортных и механических средств.

В Беларуси большой вклад в разработку научно обоснованных технологий минимализации действия на почву внесли Я. К. Михалев, Г. Д. Белов, Г. В. Симченков. Они доказали возможность замены вспашки дискованием под озимую рожь, однолетние травы, кукурузу, картофель, минимализацию предпосевной обработки почвы и сева.

Исследования, проведенные в 9-польном севообороте в НПЦ НАН Беларуси по земледелию, показали, что вспашка плугами — не единственный способ основной обработки дерново-подзолистой почвы в Республике Беларусь. На легкосуглинистых, слабозасоренных многолетними сорняками почвах в севообороте возможна замена обычной вспашки на глубину 20—22 см дискованием, отвальным лушением или фрезерованием на 10—12 см с предварительным лушением культиваторами на 7—8 см. Глубокая вспашка как прием основной обработки почвы вполне может быть заменена чизельной обработкой.

В системе основной обработки почвы под озимые культуры, высеваемые по занятым парам, зернобобовым и льну, возможна замена вспашки дискованием или чизельной обработкой. Под яровые зерновые после картофеля можно ограничиться культивацией без вспашки, после сахарной и кормовой свеклы — чизелеванием.

При возделывания пропашных культур (кукуруза, картофель и др.) на чистых от многолетних сорняков полях, а также с использованием эффективных гербицидов число междурядных рыхлений можно сократить до 1—2 в период вегетации или полностью исключить. Сокращение боронований и рыхления междурядий в послепосевной период с использованием гербицидов снижает уплотнение почвы, улучшает ее физические и технологические свойства, что увеличивает урожай.

Культивация междурядий при выращивании пропашных культур в США постепенно заменяется обработкой гербицидами. Это связано с тем, что при механической обработке увеличивается испарение влаги в засушливые годы, подрезаются корни выращиваемых культур, что ведет к недобору урожая, повышению затрат и стоимости продукции.

Важнейшее условие эффективной минимализации обработки почвы — высокий уровень общей культуры земледелия, строгое соблюдение технологической дисциплины, проведение полевых работ в оптимальные сроки и с отличным качеством, правильное использование эффективных гербицидов, применение достаточных доз удобрений. Непременное условие применения минимальной обработки почвы — чистота полей от сорной растительности, особенно многолетней (корневищных и корнеотпрысковых).

Нулевая обработка почвы. В последние годы агрономическая наука и практика ряда стран (Великобритания, Канада, США, Германия, Новая Зеландия, Венгрия и др.) уделяют большое внимание также возможности прямого посева по стерне или дернине с предварительным внесением гербицидов и формированием мелких бороздок для размещения семян (нулевая обработка). Преимущества нулевой обработки:

- резкое снижение трудозатрат, расхода топлива и износа технических средств благодаря отсутствию необходимости в каких бы то ни было операциях по созданию сплошного посевного слоя;

- обеспечение возможности выполнения полевых работ в сжатые сроки;

- улучшение почвенных условий для развития, так как сохраняется предшествующая структура почвы, сформированная культурой;

- снижение водной и особенно ветровой эрозии (следует отметить, что около 70 % Беларуси — эрозионно опасные).

Вместе с тем отмечены негативные явления применения минимальной обработки почвы:

- повышается засоренность полей, особенно многолетними сорняками;

- частые поверхностные обработки без оборота пласта при размещении зерновых по зерновым в узкоспециализированных севооборотах увеличивают поражение их корневыми гнилями;

- при обработке почвы без оборота пласта затруднена заделка на оптимальную глубину органических удобрений, сидеральных культур, дернины многолетних трав;

- длительное применение поверхностных обработок почвы приводит к уплотнению подпахотных слоев, что ухудшает их физические свойства.

Для устранения негативных явлений минимальной обработки почвы необходимо в системе севооборота умело сочетать отвальную и безотвальную, глубокую и поверхностную обработки.

Биологизация и экологизация земледелия требуют дальнейшего совершенствования систем обработки почвы в севооборотах на основе углубления и расширения комплексных исследований по разработке почво-

защитных, энерго- и ресурсосберегающих способов и приемов обработки почвы, устранения многооперационности в обработке почвы, снижения негативного влияния ходовых систем тракторов и почвообрабатывающих орудий на переуплотнение почвы.

4.6. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ОЗИМЫЕ КУЛЬТУРЫ

Система обработки почвы под озимые — система, включающая обработку почвы после уборки предшественника перед посевом озимых в текущем году.

Озимые культуры сеют в конце лета — начале осени одного года, а урожай убирают летом следующего года. В отличие от яровых культур озимые вынуждены переносить неблагоприятные условия зимовки. Это определяет особенности технологии их возделывания в отличие от яровых культур. Ко времени посева озимых необходимо в пахотном слое иметь достаточное количество влаги и подвижных форм питательных веществ. Обработка направлена на создание оптимальной плотности почвы, условия для нормального развития растений в осенний период и хорошей их перезимовки. Перед посевом почва верхней части пахотного слоя должна быть тщательно выровненной во избежание застаивания влаги в понижениях. Для создания лучших условий перезимовки пахотный слой должен быть глубокорыхлым, мелкокомковатым, почва — соответствовать оптимальной плотности. Большое значение имеет выбор сроков, способов и глубины обработки почвы после различных предшественников. Соответствующими приемами обработки почва должна быть очищена от сорной растительности. Выбор системы обработки почвы под озимые культуры определяется предшественником, сроком его уборки, гранулометрическим составом почвы, степенью засоренности полей.

Обработка почвы в чистом пару. В условиях Беларуси чистые пары могут применяться только в исключительных случаях — на полях, сильно засоренных многолетней растительностью и требующих проведения культуртехнических работ (очистка от валунов, камней, осушение и др.). По срокам обработки чистые пары подразделяются на черные и ранние.

Черный пар. Основная обработка его начинается летом или осенью предшествующего года. Обработку черного пара начинают со вспашки по типу зяби после уборки предшественника с соблюдением технологии основной обработки почвы после непропашных культур. Под вспашку вносятся органические и минеральные удобрения. На следующий год в весенне-летний период парования проводят последовательно заглабляющие культивации для уничтожения сорных растений.

Механические поверхностные обработки могут быть заменены применением гербицидов. В конце лета или в начале осени проводится глубокая безотвальная обработка парового поля.

Ранний пар. Поле, оставленное под ранний пар, с осени не обрабатывают, обработка начинается весной: проводят боронование, затем в течение весны и лета — ряд культиваций по мере отрастания сорных растений, которые могут быть заменены обработкой гербицидами. В августе практикуется вспашка с заделкой органических и минеральных удобрений.

Под пары чаще всего оставляются поля после зерновых злаковых культур, зернофуражных, льна, подсолнечника, гречихи. Главные задачи обработки паров — уничтожение сорных растений, предупреждение развития эрозии почвы, очищение ее от вирусов, возбудителей болезней, вредителей культурных растений. Накопление влаги и доступных для растений питательных веществ в нашей зоне и для дерново-подзолистых почв имеет второстепенное значение.

4.7. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Система обработки почвы под яровые культуры состоит из основной, предпосевной и послепосевной.

Основная обработка почвы — первая, наиболее глубокая, выполняемая после уборки предшествующей культуры определенным способом самостоятельно или в сочетании с приемами поверхностной обработки для решения главных задач обработки. Она различается по нескольким признакам: времени — осенняя (зяблевая), весенняя; различным предшественникам — после зерновых, зернобобовых, пропашных, многолетних трав, промежуточных культур; почвенно-климатическим условиям — обработка переувлажненных земель, осушенных земель, различных по гранулометрическому составу, подверженных эрозии; по способам, приемам и глубине обработки — отвальная, безотвальная, чизельная, поверхностная, разноглубинная, комбинированная.

Основная обработка почвы, проведенная осенью, названа зяблевой. Она проходит в летне-осенний период под посев яровых культур в следующем году. Главная задача зяблевой обработки заключается в том, чтобы изменить строение пахотного слоя и его структурное состояние, обеспечить наилучшие условия для поступления в почву и сохранения в ней влаги осенних и зимних осадков, очистить ее от семян и вегетативных органов размножения сорной растительности, зачатков болезней и вредителей

сельскохозяйственных культур. Даже проведенная в поздний осенний период, она имеет большие преимущества перед весенней основной обработкой почвы под яровые культуры.

Все эти положительные качества основной осенней обработки почвы утрачиваются при перенесении ее на весенний период. Кроме того, зяблевая обработка, по сравнению с весенней, уменьшает напряженность полевых работ в весенний период, способствует эффективному использованию машинно-тракторного парка, проведению весенне-полевых работ в оптимальные агротехнические сроки, обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Перенесение основной обработки почвы под яровые культуры возможно только как вынужденная мера вследствие запоздалой уборки некоторых поздноубираемых сельскохозяйственных культур и на избыточно увлажненных почвах в осенний период.

После уборки культур сплошного посева (озимые и яровые зерновые) почва зачастую бывает сильноуплотненной (особенно на тяжелых почвах) и засорена семенами и органами вегетативного размножения сорных растений, на стерне содержатся очаги возбудителей болезней и вредителей. Зяблевая обработка почвы после культур сплошного сева может состоять из лущения почвы (стерни) и вспашки; лущения, вспашки и поверхностных обработок; вспашки и поверхностных обработок; безотвальной вспашки и поверхностной обработки.

Как правило, зяблевая обработка почвы после культур сплошного посева начинается с лущения стерни — нижней части стеблей зерновых культур, оставшихся после уборки урожая. Культиватором-лушильником разрыхляется верхний слой почвы, что способствует ее увлажнению путем подтягивания влаги с нижних горизонтов, а также поступлению воздуха в почву, необходимого для прорастания семян и развития вегетативно размножающихся сорняков. В августе — сентябре тепла достаточно для прорастания семян сорняков. Поэтому даже при незначительных осадках после лущения появляются массовые всходы сорняков, которые уничтожаются последующим лущением или зяблевой вспашкой. Кроме того, подрезаются и уничтожаются вегетирующие сорняки. У многолетних корнеотпрысковых и корневищных сорных растений корневые системы и корневища истощаются в результате их подрезания и измельчения в процессе лущения жнивья.

Большое значение лущение жнивья оказывает в *борьбе с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур*. После уборки на жнивье, падалице, на всходах сорняков, а также в верхней части пахотного слоя находятся очаги возбудителей ржавчины, корневых гнилей, мучнистой росы, головни, спорыньи и других болезней. При лущении стерни и последующей зяблевой вспашкой плугами с предплужниками возбудители болезней растений запахиваются и уничтожаются.

Хлебные злаки часто поражаются хлебным пилильщиком, личинки которого зимуют в стерне. Весной они переходят на ячмень, рожь, пшеницу, проникают в стебель и выедают внутренние ткани у самого основания растения. В результате такие растения подламываются и погибают. Лушением стерни очищают поля от этого вредителя. Лушение совпадает с периодом массовой линьки и окукливания проволочников и развития молодых личинок. В этот период почвообитающие насекомые особо чувствительны ко всем видам обработки почвы. Так, малоподвижные куколки шелкунов, имеющие топкую нежную оболочку, при выворачивании их на поверхность не в состоянии снова зарыться в землю и погибают от иссушения. Также чувствительны к механическим и физическим воздействиям проволочники, находящиеся в процессе линьки и только что отродившиеся из яиц. Кроме того, во время лушения проволочники в большом количестве уничтожаются птицами. В почве после лушения создаются наиболее благоприятные условия для передвижения хищных видов насекомых, которые в большом количестве уничтожают вредителей сельскохозяйственных растений.

Сохранение влаги, накопление питательных веществ. Почва под озимыми и яровыми культурами за время вегетации уплотняется и теряет влагу. Особенно сильно теряется влага после уборки, если несвоевременно проводится лушение.

Лушением заделывается основная масса пожнивных остатков и корней растений, которые, разлагаясь, являются продуктом жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. С увеличением органического вещества в почве в ней растет и количество микроорганизмов, усиливается их деятельность, накапливается гумус. Поэтому продукты разложения органического вещества почвенными микроорганизмами служат источником корневого питания культурным растениям.

Сроки зяблевой вспашки. Лушение при слишком запоздалой уборке малоэффективно и нецелесообразно по экономическим причинам. В этом случае проводят вспашку без лушения.

На полях, обработанных лушительниками, зяблевая вспашка проводится сразу после появления массовых всходов сорняков. Вспашка — второй прием в системе основной обработки почвы. При вспашке плугами без предплужников и углоснимов полного оборота пласта не получается. Пласты как бы приваливаются друг к другу и в стыке между ними легко прорастают оставшиеся семена сорняков. Основная задача ее в том, чтобы верхний слой с пожнивными остатками, с сорными растениями и с непроросшими семенами сорняков переместить на дно борозды и закрыть рыхлым слоем почвы.

В Беларуси лучшими сроками проведения зяблевой вспашки являются август и сентябрь (августовская и сентябрьская зябь).

Ранняя зяблевая вспашка имеет ряд преимуществ перед поздней. Она положительно влияет на строение пахотного слоя почвы. При ранних сроках проведения вспашки почва лучше крошится и не наблюдается ее замазывание. В позднее осеннее время она часто избыточно увлажнена. Почва, вспаханная в ранние сроки, отличается повышенной водопроницаемостью, поэтому содержит больше влаги в весенний период по сравнению с почвой, вспаханной в поздние сроки. После уборки зерновых культур еще удерживается сравнительно высокая температура и в почве протекают биологические процессы, в результате которых происходит накопление в ней питательных веществ в усвояемой форме. При поздних сроках вспашки вследствие понижения температуры эти процессы замедляются. Ранняя вспашка обеспечивает более активное прорастание семян сорняков и гибель их всходов под действием заморозков, одновременно больше гибнет вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Почвы глинистые и суглинистые на зябь следует пахать раньше, а легкие — позже.

На окультуренных, чистых от многолетних сорняков почвах, предназначенных для посадки картофеля, посева кукурузы, гречихи, зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя может быть заменена обработкой тяжелой дисковой бороной, чизельными культиваторами или отвальными лушильниками на глубину 10—12 см при весеннем внесении органических удобрений. На таких почвах замена осенней вспашки поверхностной обработкой эффективна и под зерновые культуры. Дискование и чизелевание проводят в два следа с разрывом во времени по мере появления всходов сорняков на взлущенной почве. Во всех случаях безотвальная обработка проводят вслед за уборкой предшествующей культуры. Запоздывание с безотвальной обработкой почвы, как и при вспашке, ведет к снижению урожайности. Исследованиями НПЦ НАН Беларуси по земледелию установлена одинаковая эффективность отвальной и безотвальной обработки почвы под ячмень и овес.

Особенности зяблевой обработки после зернобобовых культур. Почва после уборки зернобобовых культур, как правило, имеет хорошее строение пахотного слоя вследствие улучшения структурного состояния они предохраняют поверхность почвы от уплотнения осадками и заглушают всходы многих сорняков. Обусловлено это тем, что бобовые растения имеют большую листовую поверхность, поэтому система основной обработки почвы после их уборки может быть упрощена. При качественной уборке вики и гороха достаточно в системе зяблевой обработки ограничиться чизельной обработкой или провести дискование. Люпин на семена убирается значительно позже, и при наличии сорняков может быть применена отвальная вспашка плугом с предплужниками или углоснимами.

Зяблевая обработка почвы после пропашных культур и льна. Кукуруза, сахарная и кормовая свекла, картофель убираются в сентябре-октябре, и проведением зяблевой обработки почвы спровоцировать прорастание и уничтожение сорняков на таких полях не представляется возможным. Технология возделывания этих культур позволяет значительно очистить поля от сорной растительности: проводят довсходовые и послеवсходовые боронования, междурядные обработки, применяют гербициды. Как правило, поля, вышедшие из-под пропашных культур, бывают чистыми от сорной растительности, почвы — достаточно рыхлыми. Поэтому система основной обработки почвы после пропашных культур зависит от способа уборки, степени засоренности, наличия послеуборочных остатков, гранулометрического состава и увлажненности почвы.

После уборки кукурузы на поле остается стерня (прикорневые остатки стеблей) с очень развитой мочковатой корневой системой. Корневые остатки кукурузы при некачественной заделке в почву затрудняют весеннюю обработку почвы под яровые культуры, они забивают бороны, культиваторы, сеялки, ухудшают качество работы и снижают производительность этих машин. Растительные остатки кукурузы мешают проводить междурядную обработку пропашных культур, которые могут быть посеяны после кукурузы. Следовательно, лучшим способом обработки почвы после кукурузы считается вспашка плугом с предплужниками на глубину 20—22 см с предварительным дискованием вдоль и поперек поля.

После уборки сахарной и кормовой свеклы почва бывает уплотнена и на поверхности поля находятся послеуборочные остатки. Поэтому лучший способ основной обработки — вспашка на несколько меньшую глубину обычной вспашки. Она позволяет заделать в почву послеуборочные остатки и взрыхлить уплотнившуюся почву под колесами уборочных и транспортных машин. При качественной уборке корнеплодов вспашку заменяют глубокой чизельной обработкой.

Почва после уборки картофеля вследствие технологии его уборки бывает рыхлой. Поэтому при качественной уборке клубней отпадает необходимость отвальной глубокой вспашки. Она может быть заменена культивацией с боронованием или чизельной обработкой на 14—16 см.

Система зяблевой обработки полей из-под льна зависит от технологии его уборки и засоренности полей. Лен в севооборотах размещается по обороту или по пласту многолетних трав. Поэтому после уборки льна почва должна иметь хорошее строение и быть чистой от сорной растительности. Если расстил соломки на поле не осуществляется, то вслед за уборкой льна проводится вспашка или чизельная обработка. При засорении почвы корневищными и корнеотпрысковыми сорными растениями возникает необходимость лущения почвы с последующей зяблевой вспашкой

плугами с предплужниками или углоснигами. На полях, где расстил соломки проводится одновременно с уборкой, а подъем тресты — в поздние сроки, поле необходимо вспахать.

Осенняя обработка почвы после многолетних трав. Поля после уборки многолетних трав отличаются от вышедших из-под зерновых и зернобобовых культур. В верхней части пахотного слоя образуется дернина, представляющая собой густо переплетенную корневую систему многолетних трав и различных органических остатков. Корневая система многолетних трав в отличие от зерновых обладает способностью отрастать после уборки. Поукосные и корневые остатки бобовых многолетних трав содержат значительное количество азота и других питательных веществ. Под многолетними травами улучшается структура почвы. При густом и хорошо развитом травостое многолетние травы подавляют сорную растительность. Поэтому система зяблевой обработки после многолетних трав имеет существенные отличия от других культур.

Перед зяблевой обработкой полей после многолетних трав стоит ряд специфических задач — подрезание дернины и создание условий для ее разложения. Пласт многолетних трав нужно обрабатывать так, чтобы он не отрастал и органические остатки разлагались таким образом, чтобы питательные вещества не терялись почвой, а накапливались и полнее потреблялись культурными растениями. В решении этих задач большое значение имеют способ обработки пласта многолетних трав и срок ее проведения. Для вспашки пласта используют плуги с полувинтовыми и винтовыми отвалами, дающими более полную заделку дернины.

В условиях нашей республики пласт многолетних трав пашут после второго укоса трав, а также после использования отавы. Растительные остатки разлагаются полностью. Такой срок позволяет получить максимальный сбор зеленой массы многолетних трав и предотвращает вымывание питательных веществ. Лучший срок подъема пласта клевера и многолетних трав под яровые зерновые и лен в северных районах республики — конец августа — первая декада сентября; в центральных и южных — вторая и третья декады сентября.

Поля после многолетних трав с изреженным травостоем и заросшие сорняками следует обрабатывать как можно раньше. Пласт после многолетних бобовых трав лучше пахать позже, а после злаковых — раньше, так как они разлагаются медленнее, чем бобовые.

Глубина вспашки зависит от культуры, размещаемой после пласта многолетних трав. Не следует проводить глубокую вспашку пласта многолетних трав под лен. Даже незначительное выворачивание подпахотного слоя с неблагоприятными свойствами на поверхность снижает урожайность этой ценной и требовательной культуры. Причина заключается

в том, что поверхность глубоко вспаханного поля быстро заплывает и мелкие семена льна не обеспечивают дружных и полных всходов. Под лен следует пахать на 1—2 см мельче глубины всего пахотного слоя.

4.8. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ И ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА, СВОБОДНОЙ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ

Степень радиоактивного загрязнения снижается по мере удаления от места аварии на Чернобыльской АЭС. Распределение радионуклидов по территории Республики Беларусь произошло из-за перемещения воздушных масс, несущих радиоактивную пыль, выпадающую с осадками. В связи с этим количество радионуклидов, попавших на отдельные поля, даже в одном хозяйстве может различаться в десятки и сотни раз.

Основные массивы загрязненных пахотных земель и луговых угодий сосредоточены в Гомельской (57 %) и Могилевской (27 %) областях. Доля загрязненных земель в Брестской, Гродненской и Минской областях составляет соответственно 7, 4 и 5 % (см. рис. 1).

Экспериментально установлено, что при загрязнении почвы до 5 Ки/км² излучение не оказывает существенного отрицательного влияния на растения и животных и на таких почвах можно заниматься растениеводством и животноводством. Более сильное загрязнение почв радионуклидами требует дополнительных мероприятий, а при высоком загрязнении производство продуктов питания и кормов исключается.

В Республике Беларусь сельскохозяйственное производство в той или иной степени ведется на 1,3 млн га земель, загрязненных цезием-137, из них 0,46 млн га одновременно загрязнены и стронцием. Радионуклиды стронция-90 считаются более опасными для клеток животных и растений, чем цезия, и временные допустимые уровни стронция, как правило, на порядок ниже, чем цезия.

Система ведения земледелия на загрязненных почвах должна включать те мероприятия, которые способствуют обеспечению производства сельскохозяйственной продукции в пределах требований радиационной безопасности. Научными учреждениями разработаны временные допустимые уровни накопления радионуклидов в растениях и продуктах животноводства, при которых они становятся невредными для человека и животных. Производство продукции растениеводства разрешено законодательством Республики Беларусь при уровне загрязнения почв цезием-137 не более 40 Ки/км².

В зависимости от степени загрязнения почвы и воды радионуклиды по-разному накапливаются в растениях.

Если животные (крупный рогатый скот), выращиваемые на мясо, содержались на кормах с повышенной радиационной загрязненностью (естественные луга и пастбища) и содержание радионуклидов в их мясе превышает допустимые нормы, то таким животным устанавливают период реабилитационного кормления. Можно использовать два организационных метода освобождения животных от радионуклидов.

При первом методе животных перевозят на чистые корма в районы, не загрязненные радионуклидами. В течение 2—3 мес. кормления животные практически освобождаются от радионуклидов. Этот процесс можно ускорить, если при стронциевом загрязнении в рацион вводят корма с повышенным содержанием кальция (люцерна, кальциевые премиксы). В обменных процессах организма Ca^{2+} заменяет радионуклид Sr^{2+} , который выводится из организма. При цезиевом загрязнении в рационе животных должно быть повышенное содержание калия. В процессах физиологического обмена K^+ замещает Cs^+ , и этот радионуклид выводится из организма.

Второй организационный метод — кормление животных привозными чистыми кормами. С навозом поступают так же, как и в первом случае (свозят в специальные хранилища). Недостаток метода — большие затраты на перевозку чистых кормов из других регионов.

Содержание калия в растениях прямо коррелирует с количеством этого элемента в почве, причем в широком диапазоне. Высокое содержание калия и кальция характерно для почв с нейтральной или щелочной реакцией — это зона степных черноземов. Следовательно, степные районы Украины и в некоторой степени южной Беларуси благоприятны для периода реабилитационного кормления животных на загрязненной радионуклидами территории.

В зоне кислых почв (рН 3,8—4,8), располагающихся на загрязненных территориях Беларуси севернее с содержанием радионуклидов 15—40 Ки/км², снизить поступление радионуклидов в растения, т. е. сделать корма более чистыми, можно в первую очередь повышая в почве концентрации кальция, сдвигая рН до 6,5—6,8. Для этого почву следует известковать осенью после перепахки под глубокую культивацию с учетом того, что при внесении 1 т CaCO_3 рН сдвигается в среднем на 0,1 единицы.

Кальций считается антагонистом стронция, и повышенное его содержание в почве будет ограничивать поступление стронция в растения, обеспечивая получение более чистой продукции.

Нечерноземные почвы, преобладающие в Беларуси, как правило, кислые и бедны калием. Снизить поступление цезия в растения можно, усилив антагонизм катионов калия против цезия. При повышении содержания K_2O с 5—6 до 14—16 мг/100 г почвы снижается поступление цезия-137 в 8—10 раз.

Для повышения содержания обменного калия на 1 мг/100 г почвы на среднесуглинистых малогумусированных почвах Беларуси необходимо вносить 60 кг K_2O на 1 га. Для сдвига содержания калия на 8—10 мг/100 г почвы следует за два приема (2 года) внести 480—600 кг K_2O на 1 га, или 0,8—1,0 т 60 % хлористого калия на 1 га. Нежелательно использовать 40 % калийную соль, так как повышенное содержание аниона хлора уносит в подпахотный слой двухвалентный катион кальция, подкисляя почву. Лучше в этом случае использовать калийные удобрения, не содержащие хлор.

Внесение азотных удобрений в средних и повышенных нормах способствует усвоению катионов цезия и стронция. Без применения азотных удобрений высокий урожай корма можно получить за счет бобовых культур, если почва хорошо известкована и высоко обеспечена калием. Но в этом случае содержание фосфора в почве необходимо поднять до нижнего предела оптимальной обеспеченности растений конкретного вида. Для большинства бобовых культур нижним пределом оптимальной обеспеченности фосфором является содержание P_2O_5 12—14 мг/100 г почвы. Для успешного возделывания бобовых и активной симбиотической азотфиксации при резком сдвиге pH почвы, содержания в ней фосфора и калия необходимо применять микроудобрения, в первую очередь бор, в некоторых случаях молибден. Борные удобрения вносят в почву в виде боризированного суперфосфата или других форм из расчета 2—3 кг бора на 1 га. Молибден применяют при необходимости во время предпосевной обработки семян. Обязательный прием при возделывании бобовых на таких почвах — предпосевная инокуляция семян специфичным вирулентным активным штаммом ризобий. Штаммы ризобий, сформировавшиеся на кислых почвах, не приспособлены к новым условиям среды и обладают пониженными симбиотическими свойствами.

Модель технологии получения биологически чистой продукции на загрязненных радионуклидами почвах включает следующее: обследование территории и прогнозирование содержания радионуклидов в урожае; инвентаризацию угодий по плотности загрязнения и составление картограмм; сопоставление картограммы загрязнения с картограммами реакции почвенного раствора, содержания обменного калия и кальция.

Таким образом, на загрязненных радионуклидами почвах можно получать продукцию растениеводства с содержанием радионуклидов ниже временных допустимых уровней, т. е. практически чистую.

Система обработки радиоактивно загрязненных почв должна быть направлена:

- на снижение радионуклидного загрязнения растениеводческой продукции;
- уменьшение эрозионных процессов и аэральный перенос почвенных частиц;

• понижение гаммафона и времени воздействия излучений на работающий персонал [3].

Для достижения этих целей обработка почвы должна базироваться на технологиях, совмещающих традиционные отвальные и безотвальные системы с использованием высокопроизводительных средств механизации и периодической минимальной обработкой почвы.

Применяемая в республике традиционная обработка, когда радионуклиды сосредоточены в основном в пахотном корнеобитаемом слое почвы, приводит к периодическому ее перемешиванию, а частые обработки — к ухудшению агрегатного состава, усилению эрозионных процессов и разноса пыли, в особенности на почвах легкого гранулометрического состава. Для устранения этих явлений следует сочетать безотвальные способы обработки с помощью чизельных плугов, чизельных культиваторов или/и поворотных плугов с гладкой вспашкой.

На эродированных, уплотненных и временно избыточно увлажняемых загрязненных землях следует применять глубокое рыхление и щелевание.

Такие сочетания основных обработок дают возможность наряду с периодической (3—4 года) заделкой навоза и уничтожения сорняков исключить негативные процессы и способствуют постепенному перемещению радионуклидов из пахотного слоя в нижележащие горизонты путем их механического передвижения и разрушения подплужной подошвы глубоким рыхлением на глубину 35—45 см под пропашные культуры.

Предпосевная обработка почвы должна вестись высокопроизводительными средствами механизации с использованием комбинированных агрегатов, совмещающих выполнение за один проход нескольких операций.

Академия аграрных наук Беларуси рекомендует специальные технологии обработки почвы в зоне радиоактивного загрязнения.

1. *Специальная глубокая вспашка* в зависимости от типа почв специальными болотными плугами.

На минеральных почвах и глубоководных торфяниках при такой вспашке верхний загрязненный слой в 5—7 см укладывается тонкой прослойкой по дну борозды глубиной в 30—40 см, а слой, очищенный от радиоактивных веществ, состоящий из оставшейся части окультуренного и некоторой части подстилающего горизонтов, перемещается поверх него без оборота.

На мелкозалежных торфяниках (мощность слоя торфа 30—60 см) независимо от толщины загрязненного слоя суть специальной глубокой вспашки состоит в создании новой структуры почвы, характеризующейся наклонно-слоистым профилем из чередующихся прослоек песка и торфа и покрывающего его слоем в 20—22 см из смеси песка с торфом.

2. *Обычную отвальную систему вспашки* применяют на полях со средне- и тяжелосуглинистыми почвами, заплывающими глеевыми и влажными почвами с невысоким уровнем загрязнения радиоактивными веществами. Для снижения содержания радионуклидов в пахотном слое почвы проводят глубокую вспашку с оборотом пласта. На лугах и пастбищах практикуют коренное улучшение с оборотом пласта.

Если перепахка в предыдущие годы уже была проведена, то *в последующие годы лучше проводить безотвальную или минимальную обработку*, чтобы снова не переместить на поверхность радионуклиды из нижней части пахотного слоя. Необходимо применять комбинированные агрегаты при посадке и уборке.

Для снижения возможности попадания на растения радионуклидов с пылью исключают междурядные обработки посевов, заменяя их внесением гербицидов, используют приемы уборки урожая, исключаящие вторичное загрязнение продукции.

При такой системе достигают максимального совмещения операций обработки почвы и посева при соответствующем наборе техники (плуг для гладкой пахоты, а также прицепная к нему машина; агрегат одновременно со вспашкой выполняет предпосевную обработку почвы и посев зерновых, трав и других культур). Сокращаются сроки обработки и время радиационного воздействия на механизаторов.

3. *Безотвальную систему обработки почвы* можно использовать на легких песчаных и супесчаных почвах с невысоким (до 4 Ки/км²) уровнем загрязнения. Благодаря набору специальных машин и сменных рабочих органов для безотвального рыхления почвы и посева обеспечивается разрушение плужной подошвы, увеличивается мощность корнеобитаемого слоя почвы, повышается устойчивость сельскохозяйственного производства в неблагоприятных условиях. В результате снижаются процессы эрозии, а поэтому и аэральная миграция радионуклидов.

Такую систему обработки почвы можно осуществить с помощью почвообрабатывающих машин: чизельных плугов, сменных плоскорезущих лап к плугам общего назначения, дисковых игольчатых культиваторов, глубоких рыхлителей-щелевателей, агрегатов для совмещения предпосевной обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур.

4. *Минимальная и нулевая система обработки почвы и посева* должна применяться на легких песчаных и супесчаных почвах с высоким уровнем загрязнения радиоактивными веществами. Она основана на приемах обработки без отвального плуга при малом числе проходов и неглубоком рыхлении почвы с использованием гербицидов для уничтожения сорняков или злакового травостоя. Разновидностью минимальной системы может быть прямой посев культур по стерне или дернине. Такая система

обработки позволяет провести ее в кратчайшие сроки и полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к обработке легких почв, загрязненных радионуклидами.

5. *Минимально-ярусная отвальная система обработки почвы* включает чередование минимальных обработок с ярусной отвальной вспашкой несколько раз в севообороте при одновременной заделке в пахотные слои более 20 см больших доз органических удобрений, а также сидератов, измельченной массы любых других растительных остатков, экранирующих влагу веществ с помощью фрезерных агрегатов. Такая обработка эффективна на легких песчаных и деградированных торфяных, бедных гумусом почвах, характеризующихся неустойчивым водным режимом. Она способствует углублению пахотного горизонта, накоплению в нем гумуса, повышению плодородия, постепенному перемещению радиоактивных веществ в глубокие слои.

Часть II

**ПОЛЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ:
КЛАССИФИКАЦИЯ
И ХАРАКТЕРИСТИКА**

Полевые культуры, которые широко выращиваются ежегодно на больших площадях сельскохозяйственных угодий, группируют в соответствии с характером их использования и особенностями возделывания. Например, Д. Н. Прянишников полевые культуры разделяет на 4 группы по способу возделывания: зерновые; прядильные; корнеплоды и клубнеплоды; кормовые травы. В. Н. Степанов за основу своей классификации берет характер получаемого продукта и выделяет 7 групп: зерновые; масличные и эфиромасличные; прядильные клубнеплоды; корнеплоды; бахчевые; кормовые травы. И. В. Якушкин предлагает, кроме характера получаемого продукта, учитывать и биологические особенности растений. В его классификации полевых культур насчитывается 19 групп.

Согласно классификации П. И. Подгорного, все полевые культуры разделяют на 3 группы: зерновые, технические (масличные и лубяные) и кормовые культуры. Зерновые культуры подразделяют еще на 4 подгруппы: колосовидные хлеба и овес, просовидные (вместе эти две подгруппы называют зерновыми злаковыми культурами), зерновые бобовые культуры, представители других семейств (гречиха, амарант и др.).

Мы поддерживаем принципы классификации П. И. Подгорного и все возделываемые в полевых условиях культуры делим на следующие семь групп в зависимости от их биологических особенностей, назначения и получаемого продукта:

- зерновые культуры;
- зернобобовые культуры;
- масличные культуры;
- прядильные культуры;
- клубнеплоды;
- корнеплоды;
- кормовые травы.

В таком порядке строится дальнейшее изложение материала по характеристике культур.

1. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Среди полевых культур наибольшее значение имеют зерновые культуры, основной продукт которых — зерно. К зерновым злакам относятся такие растения, как пшеница, рожь, ячмень, овес, тритикале, рис, просо, кукуруза, сорго и гречиха. Однако последняя относится не к семейству Мятликовые (Poaceae), а к семейству Гречишные (Polygonaceae) и не к хлебным, а к крупяным культурам (к которым относятся также рис, просо, сорго, чумиза).

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

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

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

По основным ботаническим особенностям *зерновые злаковые культуры* подразделяют на две группы:

- колосовидные хлеба, или *злаки первой группы* (пшеница, рожь, трикале, ячмень, овес (у овса соцветие не колос, а метелка));
- метельчатые (просовидные) хлеба, или *злаки второй группы* (просо, чумиза, сорго, рис, кукуруза (у кукурузы соцветие метелка только у мужских цветков, у женских — початок)).

Вначале дадим сравнительную характеристику зерновым злаковым культурам 1-й и 2-й групп.

Зерновые злаки первой группы характеризуются следующими признаками: соцветие — колос (только у овса — метелка); плод — зерновка с продолговатой бороздкой; стебель — соломина, обычно полая; корневая система мочковатая, зерновка прорастает несколькими (3—5 и более) зародышевыми корешками. Взрослые растения имеют озимые и яровые формы, в целом менее требовательны к теплу, но более требовательны к влаге и относятся к растениям длинного дня.

Зерновые злаки второй группы отличаются следующими особенностями: соцветие — метелка (у кукурузы только мужское соцветие метелка, женское — початок); плод — зерновка, на которой бороздка отсутствует; стебель — соломина с выполненной сердцевинкой; корневая система мочковатая, зерно прорастает только одним зародышевым корешком. Растения имеют одни яровые формы, они более требовательны к теплу и свету,

отличаются засухоустойчивостью (кроме риса) и относятся к растениям короткого дня.

Злаки 1-й группы — это хлебные культуры, 2-й группы — в основном, крупяные культуры (кроме кукурузы). Внутри родов этих злаков различают виды, подразделяемые на подвиды, разновидности, сорта. Кроме того, у них выделяют формы — *озимые и яровые*.

Экологические особенности разных культур определяют основные зоны их распространения. Пшеницу и другие злаки первой группы возделывают главным образом в умеренном климате. Хлебные злаки второй группы более приспособлены к условиям субтропиков и тропиков, где они занимают основные поля.

В Беларуси наибольшие площади пахотных земель занимают зерновые хлеба (пшеница, рожь, тритикале), далее идут зерновые кормовые (ячмень, овес, кукуруза) и потом зерновые бобовые и крупяные культуры (горох, гречиха, просо). Средняя урожайность зерновых в республике пока остается на уровне 30—35 ц/га, хотя имеются хозяйства, где ежегодно получают урожай свыше 50 ц/га, а то и 80—105 ц/га. Насущная проблема — повышение урожайности основных сельскохозяйственных культур при одновременном улучшении качества зерна.

В мире наиболее высокую урожайность обеспечивают рис, кукуруза, озимая пшеница и ячмень. Рожь, просо, гречиха и зернобобовые отличаются более низкой урожайностью зерна.

1.1. ЗЕРНОВЫЕ ЗЛАКОВЫЕ КУЛЬТУРЫ ПЕРВОЙ ГРУППЫ

1.1.1. Общая характеристика

Широкое распространение и популярность зерновых хлебов объясняется целым рядом причин, и прежде всего высокой питательной ценностью и усвояемостью зерна. В состав зерна помимо крахмала и белка входят также жиры, минеральные соли и витамины. Сухое зерно удобно для хранения, перевозок. Затраты на производство значительно меньше, чем на другие культуры. Зерновые злаковые культуры имеют широкую экологическую амплитуду и пластичность; у них наиболее высокий коэффициент размножения (отношение убранных семян к посеянным).

Плод зерновых злаковых культур представляет собой *односемянную зерновку*, обычно называемую зерном, в которой единственное семя покрыто семенной оболочкой. Зерновки некоторых хлебов после обмолота остаются покрытыми цветковыми чешуями, такие хлеба называются *пленчатыми*. К ним относится просо, рис и большинство возделываемых сортов

овса, ячменя и сорго, причем у ячменя цветковые чешуи срастаются с зерновкой, а у остальных культур плотно облегают зерновку, не срастаясь с ней. Пшеница, рожь, кукуруза относятся к группе *голозерных* хлебов, при их обмолоте цветковые чешуи легко отделяются от зерна. Плодовая и семенная оболочка защищают зерно от воздействия внешних условий, от проникновения различных вредителей, возбудителей болезней и составляют 5—7 % массы зерновки.

Зерновка имеет округлую или эллиптическую форму, в которой внизу на спинной стороне выявляется *зародыш*. Противоположный конец зерновки — верх, где у хлебов первой группы имеется хохолок, а у ячменя и просовидных культур его нет. На брюшной стороне у хлебов первой группы есть бороздка, которая отсутствует у зерен просовидных культур.

Зерновка хлебных злаков состоит из трех главных частей: зародыша, эндосперма и сросшихся с ними семенной и плодовой оболочек. Зародыш с внутренней стороны прикрыт *щитком* — *единственной семядолей*, посредством которой зародыш примыкает к эндосперму. При прорастании семени щиток способствует передвижению питательных веществ из эндосперма в растущие части зародыша. На долю зародыша, располагающегося в нижней части зерновки и состоящего из зародышевых корешка, стебелька и почечки, приходится 2,0—2,5 % массы (у ржи, ячменя, тритикале), 3,0—3,5 % массы (у ячменя) или даже до 12 % от массы всей зерновки (у кукурузы). Остальная часть зерновки (т. е. примерно 70—85 %) представлена *эндоспермом* (клетками, заполненными крахмалом и другими запасными питательными веществами, используемыми развивающимся зародышем). Внешний слой эндосперма, расположенный под оболочкой и состоящий из одного ряда клеток (у ячменя их 3—5 рядов), называется *алейроновым*. Клетки его не содержат крахмала, но богаты белковыми веществами и ферментами, способствующими прорастанию зерна.

Зерно — основной потребляемый человеком продукт. В состав зерна хлебных культур входят: вода, органические и минеральные вещества, ферменты, витамины. Состав зерна может изменяться в зависимости от условий произрастания, уровня агротехники и сорта. Вода всегда присутствует в зерне в том или ином количестве. *Влажность зерна* во время уборки составляет 10—30 %, но после сушки содержание влаги в зерне составляет ~15 %.

Азотистые вещества — важнейшая составная часть зерна хлебных злаков. Содержание небелкового азота составляет 2—3 %, а остальная часть — гликопротеины, белки, пептиды.

Белки зерна по калорийности превосходят крахмал, но уступают маслам. Наиболее богата белками и гликопротеинами твердая пшеница. Содержание белка в зерне всех хлебов увеличивается при продвижении

посевов с севера на юг и с запада на восток. Эта закономерность, более выраженная в протяженной лесостепной зоне России, в меньшей степени обнаруживается и в Беларуси. Сухость климата и повышенное содержание азота в почве определяют вышеназванные показатели качества зерна, причем при уборке пшеницы в фазе восковой спелости содержание белка в зерне выше, чем при полной спелости. Повысить содержание белка в зерне можно, применяя соответствующие технологии возделывания. Наибольшему накоплению его в зерне способствуют размещение по лучшим предшественникам (черный пар, зерновые бобовые, многолетние бобовые травы), применение органических и минеральных удобрений, защита посевов от вредителей и болезней, своевременная уборка.

Клейковина представляет собой сгусток белковых веществ, остающихся после отмывания теста от крахмала и других составных частей. Кроме белков в клейковине содержатся в небольшом количестве крахмал, жир и другие вещества. От качества и количества клейковины зависят вкусовые и хлебопекарные свойства муки. Содержание клейковины колеблется у пшеницы в пределах 16–52 %, ржи — 8–26 %, ячменя — 6–20 %, тритикале — 28–44 %. Хорошая клейковина способна растягиваться в длину и, не разрываясь, оказывать сопротивление растяжению. Пшеничная клейковина отличается более высокими хлебопекарными качествами по сравнению со ржаной [4, 5].

Среди белков зерна выделяют *альбумины* (водорастворимые), *глобулины* (солерастворимые), *глиадины* (растворимые в 70–80 % этаноле, *глутенины* (растворимые в слабых растворах кислот и щелочей). Белки, нерастворимые в воде, образуют клейковину. Наиболее ценными считаются глиадины и глутенины; для выпечки высококачественного хлеба их соотношение должно быть примерно 1 : 1. Среди белков зерна важно также присутствие *незаменимых аминокислот*: валина, лизина, триптофана и др.

Углеводы в зерне мятликовых культур представляют количественно преобладающую часть и представлены, главным образом, *крахмалом*. Наибольшее количество крахмала содержится в эндосперме (около 80 % всех углеводов). Остальное количество углеводов приходится на долю растворимых *сахаров* (2–3 %), находящихся главным образом в зародыше. Содержание крахмала в зерне возрастает при продвижении посевов с запада на восток и с юга на север, т. е. изменяется в обратном направлении по сравнению с изменением белка. В зерне с мучнистым эндоспермом промежутки между крупными крахмальными зёрнами заполнены множеством мелких крахмальных зёрен, прослойки белка тонкие. В стекловидном зерне мелких крахмальных зёрен почти нет, а промежутки заполнены белками. *Клетчатка* (целлюлоза) — основная составная часть клеточных стенок; более высокое содержание ее отмечено в зерне пленчатых куль-

тур, имеющих цветковые чешуи, а у голозерных — в плодовой оболочке. В крупном зерне, где размеры клеток больше, клетчатки меньше, чем в мелком зерне. При тонком помоле преобладающая часть клетчатки и золы отходит в отруби, поэтому чем лучше мука отделена от отрубей, тем меньше в ней золы и клетчатки.

Жиры в зерне составляют 2—6 % и локализуются они, главным образом, в алейроновом слое и зародыше (в зародыше пшеницы до 14 %, ржи и ячменя — до 12,5 %, кукурузы — до 40 %, овса — до 26 %, проса — до 20 %). Значительное увеличение жиров в зерне нежелательно, так как оно может привести к прогорканию муки в процессе хранения. Для улучшения качества муки у кукурузы перед помолом удаляют зародыш; из него получают масло, используемое в продовольственных и лечебных целях. Жиры кукурузы и других хлебных культур по консистенции жидкие, так как состоят, главным образом, из непредельных кислот жирного ряда — олеиновой, линолевой и линоленовой с одной, двумя или тремя двойными связями.

Важнейшей составной частью зерна являются *минеральные вещества* — фосфор, кальций, магний, калий, натрий, железо, кремний, сера и хлор. В очень малых количествах присутствуют марганец, цинк, никель, кобальт и др. Эти элементы входят в состав различных органических соединений и находятся в виде солей и кислот. Соотношение между элементами в составе золы зерна у разных культур различно. Например, в зерне овса и проса кремния значительно больше, чем в зерне пшеницы. Основную часть из минеральных веществ составляют фосфор, калий и магний. В золе зерна пшеницы содержится больше фосфорной кислоты (около 50 % массы золы), окиси калия (около 30 %), несколько меньше — магния (около 12 %) и очень мало — кальция (около 2,8 %).

Клетчатка и *зольные вещества* сосредоточены в основном под чешуями в зерне пленчатых культур, а у голозерных — в плодовой оболочке, и при размалывании зерен попадают во фракцию отрубей, а не муки. Это ведет к обеднению питательных свойств муки. *Пигменты* (порфирины, каротиноиды, антоцианы и др.) также присутствуют в зерне хлебных злаков, они придают ему (и муке) ту или иную окраску. *Витамины* сложного и разнообразного химического состава необходимы для нормальной жизнедеятельности человека и животных. В зерне хлебных злаков содержатся главным образом витамины А, В₁, В₂, С, D, РР, Е и др. При отсутствии или недостатке их в организме нарушается обмен веществ, может развиваться заболевание — авитаминоз. *Ферменты* — органические соединения, которые играют важную роль в переводе запасных питательных веществ семени в усвояемую для прорастающего зародыша форму, например амилаза, расщепляющая крахмал, липаза — жиры и др. Эти вещества также попадают преимущественно в отруби [4, 5].

1.1.2. Особенности биологии и выращивания озимых культур

У полевых одно- и двулетних культур (в частности, у зерновых злаков) условно выделяют биологические формы: яровые, озимые, двуручки [6, 7].

Яровые хлеба высевают весной при температуре 5–7 °С, их жизненный цикл проходит за один вегетационный период и не требует яровизации. Точнее, для яровизации им в самом начале развития требуется 7–20 дней с температурой воздуха 5–20 °С, поэтому их высевают весной и урожай собирают в этом же году.

Озимые — это хлеба, которым для прохождения яровизации в начале онтогенеза требуется 20–50 дней при температуре воздуха от –1 до +10 °С. Поэтому их высевают осенью, за 50–60 дней до наступления устойчивых морозов, а урожай получают в следующем году. Под снег они уходят с хорошо развитой корневой системой в фазе всходов или кущения. На следующий год проходят все остальные фазы развития. При весеннем посеве такие (озимые) растения, как правило, кустятся и не образуют стебля с колосом. Озимые хлеба по сравнению с яровыми более продуктивны, так как используют осенние и весенние запасы влаги и питания [8, Т. 1].

Двуручки проходят стадию яровизации при температуре 3–15 °С в течение 3–15 дней. В южных районах есть сорта, которые нормально растут, развиваются и дают урожай при осеннем и весеннем посевах.

Деление хлебов на яровые, озимые и двуручки условно, но использование этих форм имеет большое значение для производства и дает возможность уменьшить напряженность труда в весенний период и во время уборки.

К группе зерновых озимых культур относятся *озимая рожь*, *озимая пшеница*, а также *озимый ячмень*, который возделывается на юге Российской Федерации и занимает незначительные площади (выведен сорт озимого ячменя и для условий Беларуси).

Таким образом, озимые культуры требуют более низкой температуры для прохождения *стадии яровизации*, чем яровые. С этой целью их высевают осенью. Если же озимые высеять весной, они будут расти, но не смогут перейти в генеративную стадию, не будут цвести и не дадут семян.

Высеянные осенью озимые хлеба хорошо укореняются и кустятся. Как *первичные* (зародышевые), так и *вторичные* (узловые) корни имеют большое адаптивное значение для роста и развития растений.

В *узле кущения* размещаются все части будущего растения, и одновременно к нему притекают запасные питательные вещества. Узел кущения залегает на глубину 2–3 см; при более глубоком залегании повышается устойчивость зерновых культур к полеганию, озимые меньше страдают от зимне-весенних пониженных температур.

Наряду с образованием боковых побегов в поверхностном слое почвы формируется *вторичная* (узловая) *корневая система*. У высокостебельных зерновых культур *корни* часто развиваются из расположенных близко к поверхности почвы стеблевых узлов.

Устойчивость растений к полеганию определяется также прочностью стебля, которая зависит от состояния его механической ткани, особенно в нижнем междоузлии: чем толще и прочнее нижнее междоузлие, тем выше устойчивость к полеганию. Наибольшую толщину междоузлия обычно имеют в средней части стебля и наименьшую — в нижней и верхней. Такое строение стебля не обеспечивает его устойчивость к сильным давлениям ветра, дождя, града и т. п. стихиям.

Способность к *закалке* растения приобретают также в период яровизации. Чем в большей степени озимые растения пройдут эту стадию, тем выше будет их зимостойкость. В полевых условиях большинство озимых заканчивает стадию яровизации в зимнее время (декабрь, январь). Озимая пшеница и рожь завершают стадию при температуре -6°C и ниже.

По окончании стадии яровизации способность к закалке утрачивается. В силу этого ко времени весенних оттепелей и удлиненного дня озимь резко повышает чувствительность к низким температурам. Вместе с тем после окончания стадии яровизации озимь в 1,5—2 раза меньше накапливает сахаров. Если стадия яровизации у озимых растений прошла в начале осени и они продолжают еще долгое время расти после этого, у таких растений резко понижается способность к закалке. Они сильно повреждаются зимой или погибают.

Необходимо различать две стороны устойчивости растений к неблагоприятным условиям зимовки: *морозостойкость* и *зимостойкость*.

Морозостойкость — это способность растений переносить пониженные температуры, большие морозы. Озимые рожь и пшеница обладают морозостойкостью, передающейся по наследству, причем это качество в большей степени присуще ржи, чем пшенице. Кроме того, устойчивость к пониженным температурам зависит от сорта и природы растений. Но если такие культуры высевать в условиях, где нет морозов, то растения утрачивают свою морозостойкость.

Морозостойкость повышается, если температура снижается постепенно. Растения как бы физиологически приспособляются к понижению температуры, т. е. проходят постепенное *закаливание*. Такие условия для растений создаются при осеннем посеве. Лучшей закалке озимых способствует достаточная обеспеченность растений фосфором и калием. Длинный день, высокие температуры, избыток азотного питания и влаги в почве приводят к чересчур быстрому росту клеток и дифференциации растительных тканей.

Закалка протекает осенью в две фазы. Первая проходит в условиях интенсивного освещения и пониженных плюсовых температур (8—10 °С) в дневные часы и при температуре около 0 °С в ночное время. В этой фазе в растениях, особенно в узлах кушения, 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 пересчете на сухое вещество. Озимые, прошедшие первую фазу, способны выдерживать температуру до –12 °С.

Вторая фаза закалки протекает при более низких температурах (0...–5 °С); 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 клетках уменьшается содержание свободной воды, увеличивается водоудерживающая способность коллоидов. В результате этих процессов значительно повышается концентрация клеточного сока в узлах кушения и влагалищах листьев, происходит переход сложных белков в более простые формы, устойчивые против свертывания при морозах. Криопротекторное действие сахаров объясняется их способностью предупреждать денатурацию (повреждения) белков плазмы вследствие обезвоживания.

Как показали исследования [5, 7], наивысшую закалку способны приобретать только молодые, малодифференцированные ткани (узла кушения, влагалищ листьев). Более старые клетки (вакуолизированные) менее устойчивы к морозам. Поэтому условия, благоприятствующие сохранению молодой, мелкоклеточной структуры тканей, способствуют повышению холодостойкости растений. Быстрее проходит вторую фазу закалки 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 закалки требуется 12—14 дней, а для полной закалки — 21—24 дня. Закаленные растения озимого ячменя способны переносить морозы в зоне узла кушения до –12 °С, озимой пшеницы и тритикале — до –18...–20 °С, озимой ржи — до –37 °С, а под покровом снега они не вымерзают и при более низкой температуре. Снег обладает малой теплопроводностью и хорошо защищает озимые от чрезмерно низких температур. Так, температура почвы на глубине узла кушения (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 ози-

мых от вымерзания, он также дает возможность накопить влагу на посевах озимых.

Под *зимостойкостью* нужно понимать способность озимых противостоять неблагоприятным условиям в зимний и ранневесенний периоды: вымерзанию, вымоканию, выпреванию, поражению болезнями и т. д. Зимостойкость озимых повышается также, если они с осени прошли закалку, в результате чего накопили достаточное количество сахара. Озимая пшеница менее зимостойка, чем озимая рожь.

Вымерзание — одна из наиболее распространенных и частых причин повреждения и гибели озимых. В бесснежье иногда озимые вымерзают от резких колебаний температур (днем — положительные, ночью — отрицательные). 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 кушения становится дряблым, размочаленным, буреет, корни также буреют и теряют тургор.

Выпревание озимых культур происходит вследствие их мощного развития при продолжительной теплой осени и выпадения снега на талую почву. Находясь длительное время под толстым снежным покровом, растения истощаются и гибнут, так как накопленные питательные вещества расходуются на дыхание, а пополнения углеводов не происходит. Озимые подвергаются выпреванию в основном на тяжелых суглинистых почвах с плохой водопроницаемостью, причем рожь и тритикале выпревают сильнее, чем озимая пшеница. При выходе из-под снега их листья мертвеют и часто покрываются мицелием патогенов.

Снежная плесень (*Fusarium nivale* Ces.), *склеротиниоз* (*Sclerotinia graminearum* Elenov.) и другие заболевания часто сопровождают выпревание озимых, развиваясь на ослабленных выпреванием или другими причинами растениях. В случае медленного подсыхания почвы весной снежная плесень может распространяться на ослабленные, еще не пораженные ей растения. Нередко оттепели сменяются морозами, образуется ледяная корка, что также приводит к гибели посевов.

В качестве предупредительных мер борьбы с этими грибными болезнями хорошие результаты дает протравливание семян перед посевом гранозаном, а также способы борьбы с выпреванием и вымоканием озимых. Значение имеет также сгребание и удаление с поля отмерших растений сразу после схода снега.

Вымокание наблюдают в пониженных местах рельефа, где задерживается вода. Вымокание чаще происходит весной, но может быть осенью. У растений с мощно развитой вегетативной массой от недостатка кислорода вначале отмирают нижние, а затем верхние листья.

Выпирание озимых культур происходит из-за образования ледяных линз зимой при переменном замерзании и оттаивании почвы, вследствие чего почва оседает, обнажая узел кущения и вызывая разрывы корней. Для предупреждения выпирания используют сорта с более глубоким залеганием узла кущения, семена обрабатывают ретардантами.

Из рассмотрения непосредственных причин повреждения, изреживания и гибели озимых хлебов видно, что причины эти различны и меры борьбы с ними разнообразны. В условиях производства к повреждениям озими чаще всего приводит не одна какая-либо причина, а совместное действие нескольких причин.

Основными предупредительными мерами борьбы против гибели озимых являются оптимальные сроки посева, способствующие хорошему укоренению и кущению; хорошая заправка почвы органическими и минеральными удобрениями; снегозадержание в районах, где снега выпадает мало; ранневесенняя подкормка минеральными удобрениями (NPK) и своевременное боронование.

Весной, если озимые не пострадали от перезимовки, то они быстро растут и развиваются, используя ранневесеннюю влагу и повышенную солнечную инсоляцию. К тому времени, когда яровые только начинают высевать, озимые успевают накопить значительную зеленую массу. Поэтому при других равных условиях озимые дают более высокий урожай, чем яровые. Имея хорошо развитую корневую систему, озимые хлеба более устойчивы к летней засухе, обеспечивая себя водой за счет влаги подпахотного горизонта. Озимую пшеницу убирают на 8—10 дней, а озимый ячмень — на 10—12 дней раньше яровых форм. При ранней уборке появляется возможность более тщательно подготовить почву для последующих культур. Возделывая озимые культуры, можно часть полевых работ перенести на осень, благодаря чему значительно снижается напряженность в период весеннего сева.

Следовательно, *зимостойкость озимых нужно рассматривать как результат взаимодействия растений с внешней средой, а также как развивающийся процесс приспособления под влиянием изменяющихся условий*. Ведущая роль в создании условий высокой зимостойкости растений помимо сорта принадлежит комплексу правильных профилактических и непосредственных агроприемов возделывания озимых.

Существуют следующие методы контроля перезимовки посевов.

- *Метод П. А. Власюк и М. А. Гурилева*. Определяют густоту растений на 1 м², процент перезимовавших растений, затем производят окрашивание кислым фуксином срезов конуса: отмершие части окрашиваются в малиновый цвет, живые — не окрашиваются. Причинами отмирания части растений могут быть вымерзание, выпревание, вымокание, снежная плесень и склеротиния.

• *Донской метод.* В последнее время наибольшее распространение получил ускоренный метод определения жизнеспособности растений по интенсивности отрастания узла кушения. Суть метода состоит в том, что у взятых растений срезают стебли на расстоянии 1,0—1,5 см от узла кушения, а корни обрезают полностью. Такие растения помещают в сосуд на увлажненную фильтровальную бумагу, вату или марлю, накрывают крышкой и оставляют на 12—24 ч при температуре 24—26 °С. Хорошо сохранившиеся растения дают прирост стебля до 10 мм, ослабленные — 3—5 мм. Затем подсчитывают живые, ослабленные и отмершие растения и определяют густоту растений на 1 м². К сильноизреженным относят посевы, где на 1 м² насчитывается не более 100—120 здоровых растений, к среднеизреженным — 130—200 растений, к слабоизреженным посевам относят те, где выпадание растений не превышает 15—20 %. Такое определение состояния озимых проводят до наступления весны, чтобы заблаговременно выявить площади изреженных или погибших посевов озимых. На месте полностью погибших и сильноизреженных посевов весной высевают другие культуры, а среднеизреженные репарируют, подсевая яровые зерновые культуры (ячмень, пшеницу).

Предшественниками озимых в Беларуси являются преимущественно занятые пары. *Озимую пшеницу*, как культуру более требовательную к почве, лучше размещать после бобовых и бобово-злаковых смесей, раннего картофеля и кормового люпина. Непосредственно под пшеницу вносятся повышенные дозы органических и минеральных удобрений. Озимую пшеницу лучше размещать на суглинистых и супесчаных почвах с незначительной кислотностью. На песчаных почвах планировать посевы озимой пшеницы нецелесообразно, так как она дает низкие урожаи. *Озимая рожь* возделывается на всех разновидностях почв дерново-подзолистого типа, за исключением сыпучих песков, и на окультуренных торфяно-болотных почвах. На торфяно-болотных почвах озимые размещаются после многолетних трав, ячменя и силосных культур (кукурузы). В Беларуси на минеральных и торфяно-болотных почвах могут высеваться некоторые сорта озимой ржи.

Перед посевом озимых суглинистые почвы подвергаются культивации с боронованием, легкие — только боронованию в два следа. Непосредственно под озимые на гектар вносят 15—20 т навоза, торфонавозной смеси и других компостов. Под озимые рекомендуется внести суперфосфат (2—3 ц/га), калийную соль (1—1,5 ц/га) — под культивацию, аммиачную селитру (0,5—1 ц/га) — под предпосевное боронование; хороший эффект дает фосфоритная мука, вносимая под основную вспашку. Экономически выгодно применение гранулированного суперфосфата (0,5—0,6 ц/га) вместе с семенами, так как всходы озимых особенно нуждаются в фосфорном питании. Осенняя подкормка особенно эффективна фосфорными и

калийными удобрениями. Она значительно повышает устойчивость растений к низким температурам, усиливает их сопротивляемость к болезням и повышает устойчивость к полеганию. Особенно большое значение приобретает осенняя подкормка в тех случаях, когда озимые высевают по стерневым предшественникам и при посеве не вносят рядковое удобрение. Урожай озимых от этого приема увеличивается до 3 ц/га.

Положительное действие на озимые оказывают микроудобрения, но их эффективность снижается на кислых почвах. Поэтому такие почвы в пару или непосредственно перед посевом озимых подвергаются известкованию. Для пшеницы доза извести должна быть на 20—25 % больше, чем для ржи.

Осенью в случае перерастания озимых проводится подкашивание с целью предупреждения выпревания их под снегом. Подкашивание косилками проводят за 2—3 недели до замерзания почвы. Выпас скота на посевах запрещается.

Весенний *уход за посевами* состоит в спуске поверхностной застойной воды по бороздам; подкормке аммиачной селитрой (0,6—1,0 ц/га). Если с осени фосфорно-калийные удобрения не вносились, то их вносят совместно с азотными: суперфосфат — 1—1,5 ц/га, калийную соль — 0,6—0,8 ц/га. Подкормку производят по мерзлоталой почве. Опоздание с подкормкой снижает ее эффективность.

В годы с ранней и засушливой весной обязательным является боронование озимых посевов боронами «зигзаг» с остроконечными зубьями, когда почва «созреет». На песчаных почвах и супесях боронование озимых не проводят.

Ранней весной посевам озимых подкармливают по мерзлоталой почве удобрениями. Виды и дозы удобрений применяют в зависимости от состояния озимых и местных условий. Слабые озимые подкармливают органоминеральной смесью по 7—8 ц/га или полным минеральным удобрением по 2—3 ц/га каждого питательного вещества или вносят только азотные удобрения — 2,5—3,5 ц/га питательного вещества. Хорошо развившиеся с осени и перезимовавшие озимые весной подкармливают только фосфорными и калийными удобрениями по 2,5—3,0 ц/га питательных веществ или золой — 3—4 ц/га, что несколько усиливает устойчивость растений против полегания. Минеральные удобрения при подкормках вносят разбросными туковыми сеялками, но еще лучше рассеивать с самолетов и вертолетов. При авиаподкормке достигается равномерный рассев удобрений и высокая производительность (до 100—125 га за смену).

В посевах озимой пшеницы проводят *химическую прополку* препаратами гербицидов, а также обработку инсектицидами.

Убирают озимые раздельным способом в фазе восковой спелости или прямым комбайнированием в фазе полной спелости.

1.1.3. Пшеница (озимая и яровая)

1.1.3.1. Хозяйственное значение

Пшеница — наиболее важная зерновая злаковая культура. По данным статистической службы ООН ФАО, она дает почти 30 % мирового производства зерна и снабжает продовольствием около 70 % населения Земли (табл. 1). В зерне пшеницы содержится 10—20 % белка, 63—74 % крахмала, примерно по 2 % жира, клетчатки и золы. Зерно ее широко используется для производства муки, белого хлеба, манной крупы, макаронных и кондитерских изделий, отруби — в производстве кормов для животноводства.

Таблица 1

Мировое производство зерна пшеницы (тыс. т в г.)

Страна	1985	1995	2005
Китай	85 807	102 212	96 160
Индия	44 069	65 767	72 000
США	65 975	59 404	57 106
Россия		30 119	45 500
Франция	28 784	30 880	36 922
Канада	24 252	24 989	25 547
Австралия	15 999	16 504	24 067
Германия	13 802	17 763	23 578
Пакистан	11 703	17 002	21 591
Турция	17 032	18 015	21 000

Сейчас посевы пшеницы занимают примерно 210 млн га — почти половину мировой пашни под зерновыми культурами. Лидеры по выращиванию пшеницы — Китай и Индия, на втором месте — США и Россия. Среди всех посевов ей принадлежит первое место. Возделывается пшеница во всех частях света — от юга Африки и Южной Америки до Северного Заполярья. В вертикальной зональности культура пшеницы также имеет огромный размах — от уровня моря (и даже ниже его во внутренних частях континентов) она поднимается в горы до 4000 м. Большая часть посевов пшеницы сосредоточена в Северном полушарии, в Южном она занимает меньшие площади. Пшеница — это культура главным образом степей. В основных зонах ее распространения климат умеренный, годовое количество осадков не превышает 600 мм. В СНГ основными зонами,

производящими пшеничное зерно, являются черноземные районы Украины, Северного Кавказа и Центральной России, в которых под озимыми формами занято 3/4 посевов, а также степные области Поволжья, Сибири и Казахстана, где яровыми формами засеяно 90 % площадей.

В Республике Беларусь для самообеспечения народного хозяйства продовольственным зерном посевные площади под озимой и яровой мягкой пшеницей в последние годы расширяются. Если раньше площади пшеницы в агропромышленном комплексе составляли 60—100 тыс. га, то в 2006—2007 гг. возросли до 350—420 тыс. га. Валовый сбор зерна ежегодно составляет 1,0—1,2 млн т, урожайность в среднем 30—32 ц/га.

1.1.3.2. Происхождение культуры

Пшеница — одно из самых древних культурных растений. Точных сведений о происхождении пшеницы и первоначальных очагах ее культуры нет. Археологические исследования показывают, что возделыванием пшеницы люди начали заниматься в Передней Азии еще в доисторические времена. По новейшим данным, пшеница была известна в Месопотамии свыше 6500 лет до н. э., около 6—5 тыс. до н. э. ее уже возделывали в Египте, Сирии, Малой Азии. За 3 тыс. до н. э. пшеницу сеяли в Армении, Туркмении, Индии и Китае, а также на Украине (Трипольская культура — 3—2 тыс. до н. э.). Культурой пшеницы успешно занимались скифы, а позже — славяне. Последние продвинули пшеницу далеко на север, вплоть до Новгорода и Ладоги (еще во времена Киевской Руси). В Америку и Австралию пшеница была завезена значительно позже: в Латинскую Америку — в 1528 г., в США возделывание пшеницы началось в 1602 г., в Австралии — в 1788 г., в Канаде — в 1812 г.

Наиболее распространенным и неприхотливым видом пшеницы в древнейшие времена была полба — яровые, реже озимые формы этого вида. Зерно полбы вымолачивается из ломкого колоса не чистым, а вместе с цветковыми и колосковыми чешуями, присосшими к нему. И поэтому размолоть его в муку довольно сложно. Позже на смену полбе пришли голозерные пшеницы, более высокого качества, но и более требовательные к плодородию почвы. Полба ограниченно встречается в зонах сельскохозяйственного возделывания на Средиземноморском побережье, в Сирии, Эфиопии, а также как партнер по гибридизации с другими видами пшениц. Но как сельскохозяйственная культура полба почти полностью вытеснена другими видами мягкой и твердой пшеницы.

В результате непрерывного отбора и воздействия климата внутри каждого выращиваемого вида появился ряд сортов. Растения, введенные древними людьми в культуру, под влиянием новых условий жизни меняли свой

облик. Например, дикие пшеницы — полба и однозернянка — потеряли характерный признак — ломкость колоса после созревания, увеличили свой рост и размеры зерна. Уже за 6—7 тыс. до н. э. во многих странах были созданы сорта некоторых растений, мало отличающиеся от современных.

1.1.3.3. Биологическая характеристика

Род пшеница (*Triticum*) относится к семейству Мятликовые (*Poaceae*), или Злаковые (*Gramineae*), и включает 22 вида, хорошо различимых по морфолого-биологическим признакам и по распространенности в культуре.

Все разнообразие культивируемых видов пшеницы разделяют на 4 генетические группы: диплоидные (14 хромосом), тетраплоидные (28 хромосом), гексаплоидные (42 хромосомы), октоплоидные (56 хромосом). Виды культурной пшеницы, по данным цитогенетических исследований, объединяют в себе три генома (А, В, D), которые происходят, по-видимому, от трех диких злаков, растущих в Малой Азии, Южной Европе и Северной Африке.

Наибольшее производственное значение в мировом земледелии имеют только 2 вида: гексаплоидная мягкая (*Triticum aestivum* L., или *Triticum vulgare* Host. — 90 % посевов) и тетраплоидная твердая (*Triticum durum* Desf.) (рис. 14).

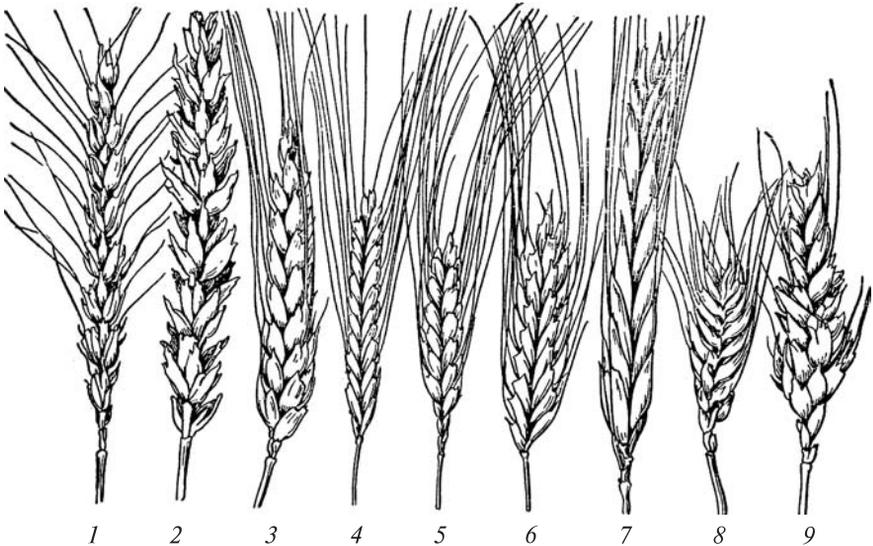


Рис. 14. Виды пшеницы:

- 1 — мягкая остистая; 2 — мягкая безостая; 3 — твердая; 4 — культурная однозернянка;
5 — двузернянка эммер; 6 — пшеница Тимофеева; 7 — полоникум;
8 — карликовая; 9 — тургидум

Из остальных 20 видов некоторое распространение получили: *пшеница тучная*, или английская (*Tr. turgidum* L.), которая имеет ветвистокослые формы, зерна короткие, овальные, с усеченными вершинами, поэтому они кажутся вздутыми и горбатыми и бывают красно-фиолетового и белого цвета; и *пшеница польская* (*Tr. polonicum* L.), выделяющаяся своим внешним видом. Ее колос крупный — 15—18 см длиной и 2 см и более шириной; колосковые чешуи длинные, тонкие, бумажистые, а зерна часто достигают в длину 13 мм и очень твердые. Сорты этого вида, как и пшеницы твердой, есть только яровые.

Все виды пшеницы — однолетние растения. Корневая система у пшеницы мочковатая, в основном она размещается на глубине пахотного слоя. Надземная часть (стебли, листья, колосья) достигает 0,5—2 м высотой. Стебель содержит 5—7 узлов.

Все виды пшеницы в практическом плане делят на две группы: *голозерные* и *полбяные (пленчатые)*. Голозерные имеют неломкий колосовой стержень, у них колос не распадается на отдельные колоски и зерно легко освобождается от чешуй. Полбяные пшеницы имеют ломкий колосовой стержень, у них колос при созревании распадается на колоски (с коленовидными члениками колосового стержня), а зерно при обмолоте остается в колосках и чешуйках.

К *голозерным* видам пшеницы относятся следующие: мягкая пшеница (*Tr. vulgare* Host.), твердая пшеница (*Tr. durum* Desf.), пшеница польская (*Tr. polonicum* L.), пшеница тургидум (*Tr. turgidum* L.), ванская пшеница (*Tr. vavilovii* Jakubz.), картлинская пшеница (*Tr. carthlicum* Nevski), карликовая пшеница (*Tr. compactum* Host.), круглозерная пшеница (*Tr. phaeococcum* Perc.), туранская пшеница (*Tr. turanicum* Jakubz.), широколистная пшеница (*Tr. amplissifolium* Zhuk.) и грибовойная пшеница (*Tr. fungicidum* Zhuk.).

К *полбяным (пленчатым)* видам пшеницы относят остальные 11 видов: дикая однозернянка (*Tr. aegilopoides* Link.), культурная однозернянка (*Tr. monococcum* L.), дикая двузернянка (*Tr. dicoccoides* Aar.), эммер (полба) (*Tr. dicoccum* Schubl.), пшеница спельта (*Tr. spelta* L.), абиссинская пшеница (*Tr. aethiopicum* Jakubz.), халдская пшеница (*Tr. araraticum* Zhuk.), пшеница Урарту (*Tr. urarthu* Тит.), зандури (*Tr. timopheevii* Zhuk.), колхидская двузернянка (*Tr. paleo-colchicum* Men.), пшеница Маха (*Tr. macha* Dek. et Men.).

Различают *озимые, яровые* и *полуозимые* пшеницы (*двуручки*). Озимые требуют для нормального плодоношения довольно длительного действия пониженных температур на ранней стадии развития (т. е. яровизации). Озимую пшеницу сеют осенью и убирают следующим летом. Это наиболее распространенная пшеница во всем мире. Начиная развиваться раньше яровой пшеницы, высеваемой весной, озимая быстрее поспевает и дает более высокий урожай. Полуозимым формам для нормального плодообразования требуется только кратковременное охлаждение в этот же начальный период

онтогенеза, а яровые пшеницы нормально развиваются и плодоносят, если весь период начального развития протекает при температуре выше 0 °С.

Сами названия — *мягкая* и *твердая* пшеницы — метко характеризуют различия между ними.

Твердая пшеница имеет следующие морфологические и биологические признаки: *колос* грубый, плотный, остистый; двурядная сторона колоса шире лицевой или равна ей. *Ости* длинные, параллельно вытянутые вверх. *Чешуи* жесткие, твердые. *Зерно* удлинненное, стекловидное без хохолка, плотно заключенное в цветковые и колосковые чешуи, не осыпающиеся при созревании. *Стебли* у видов твердой пшеницы выше, чем у мягкой; *соломина* под колосом целиком заполнена паренхимой или с узким просветом. *Листья* гладкие, кожистые. Растения устойчивы против полегания, осыпания, мало поражаются вредителями и болезнями (ржавчиной, мучнистой росой, пыльной и твердой головней), но иммунитета к этим патогенам не имеют. Во влажные годы твердые пшеницы могут поражаться спорыньей.

Среди видов *твердой* пшеницы в производстве используют главным образом *яровые* формы, которыми в России засевают около 4 млн га. Реже встречаются полуозимые формы. В 50-е гг. XX в. в СССР в Селекционно-генетическом институте (Одесса) впервые была создана озимая твердая пшеница *Мичуринка*, обладающая высокими урожайными и хлебопекарными качествами; впоследствии были выведены и другие озимые сорта твердой пшеницы. Твердая пшеница представлена формами как с очень короткой стадией яровизации (5 дней), так и с очень длинной световой стадией — до 40—45 дней.

Сорта твердой пшеницы возделывают также в Северной и Южной Африке, Австралии, Испании, Франции, Италии, Турции, в степных районах США, Канады и Аргентины.

Мягкие пшеницы если и несут ости, то обычно не превышающие длину колоса; *колос* мягче, чешуи короче и неплотно закрывают зерно; большая часть видов мягкой пшеницы легко обмолачивается, а при перестое на корню осыпается (рис. 15). *Стебли* мягкой пшеницы менее рослые, с полой соломиной и опушенной поверхностью листьев. Все формы мягкой пшеницы восприимчивы к стеблевой (черной), листовой (бурой) и желтой ржавчинам и мучнистой росе.

Виды *мягкой пшеницы* отличаются высоким полиморфизмом и количеством сортов (до 4000), пополняющиеся новыми качественными сортами. Экологическая пластичность видов мягкой пшеницы не имеет себе равной: теперь они возделываются на солонцеватых почвах полупустынь, в лесостепной зоне, Нечерноземье. У видов *мягкой* пшеницы различают две основные формы: *озимую* и *яровую*.

Озимые мягкие пшеницы распространены в умеренно-прохладных широтах с устойчивым снежным покровом и относительно теплой зимой, яровые — в зонах континентального климата, где зима слишком сурова.

Рост пшеницы стартует при температуре 3—4 °С. При своевременном появлении всходов кушение у озимой пшеницы наступает через 15 дней (при 12—15 °С). Для набухания и начала прорастания семян требуется 45—50 % воды к массе воздушно-сухого зерна. Озимая пшеница хорошо использует осеннюю и весеннюю влагу. Наибольшее количество влаги озимая пшеница потребляет в период от выхода в трубку до цветения. Цветение и оплодотворение протекают при температуре 12—30 °С.

Продолжительность вегетационного периода составляет 275—350 дней (включая зиму), сумма положительных температур — 1850—2200 °С.



а



б



в



г

Рис. 15. Мягкая озимая безостая пшеница на поле в июле (*а*), в августе (*б*) и ее зерновки (*в*); твердая пшеница в августе (*г*)

Яровая пшеница медленно развивается в первые фазы (первые 15 дней являются критическим периодом) и нуждается в уходе — снабжении влагой, кислородом, минеральным питанием.

Озимая пшеница более требовательна к климату, плодородию почв и условиям агротехники, чем озимая рожь. В отличие от нее она более засухоустойчива и жаровынослива. Пшеница меньше кустится и меньше затеняет почву, чем рожь, а потому сильнее угнетается сорной растительностью. Весной пшеница отрастает позже и медленнее, чем рожь. Для нормального развития требует достаточно увлажненной и плодородной, чистой от сорняков почвы.

У *твердой пшеницы* различают два подвида: *средиземноморский* — длинноостый, крупноколосый, крупнозерный, позднеспелый; *абиссинский* — скороспелый, низкорослый и малокустистый.

Виды твердой и мягкой пшеницы подразделяются еще на *разновидности*, которые различаются между собой наличием или отсутствием остей, опушенностью колосковых чешуй, окраской колоса, остей и зерна. Большинство сортов мягкой пшеницы относится к разновидностям эритроспермум, ферругинеум, лютесценс, альбидум, мильтурум и цезиум, а большинство сортов твердой пшеницы — к разновидностям гордеиформе и мелянопус.

Каждая из разновидностей включает ряд сортов, иногда сходных между собой по морфологическим признакам, но различающихся по биологическим и хозяйственным свойствам. Названия сортов часто дают по названию этих разновидностей с прибавлением селекционного номера.

Товарная классификация пшеницы предусматривает деление на *типы* в зависимости от ботанических (твердая, мягкая, краснозерная, белозерная) и биологических (яровая, озимая) особенностей и на подтипы в зависимости от окраски зерна и общей стекловидности. С делением зерна на типы и подтипы связана технологическая характеристика пшеницы, показывающая дальнейшее ее использование [4].

В 1 кг пшеничного хлеба содержится 2000—2500 ккал, в ржаном — около 1800 ккал. В сухом веществе пшеничного хлеба белок составляет 16—17 % (в ржаном — 14—15 %), усвояемость пшеничного белка — 95 %, углеводы составляют 77—78 %, липиды — 1,2—1,5 %. В муке пшеницы содержатся также витамины В₁, В₂, РР, минеральные элементы (Са, Р, Fe).

Зерно пшеницы отличается высоким содержанием эндосперма (80—84 %), что дает высокий выход сортовой муки. При размоле зерна твердой пшеницы мука имеет крупчатую структуру, что легко определяется на ощупь; у мягкой же пшеницы крупчатость муки не чувствуется. Цвет муки из твердой пшеницы желтоватый, несколько блестящий, а из мягкой — белый (или слабо-коричневатый). Тесто из муки твердой пшеницы желтоватого цвета, более крутое, труднее замешивается (меньше требует муки). Для хлебопечения мука из твердой пшеницы применяется лишь в смеси с мукой

из мягкой пшеницы. Это связано с тем, что только у мягкой пшеницы клейковина состоит на 80 % из глиадина и глютеина и потому длинная, растяжимая, что обеспечивает рост теста, увеличение его объема. Но в горячей воде этот хлеб не сохраняет формы, разваливается. У твердой же пшеницы клейковина короткая, упругая, поэтому она идет на производство макарон и вермишели, которые, как известно, в горячей воде сохраняют свою форму. Твердая пшеница используется также для производства манной крупы, кондитерских изделий. Кроме того, будучи примешанной к слабосклеивинной муке в количестве 25—30 %, зерно сортов сильной пшеницы резко повышает качество хлеба, пористость и форму, увеличивает его объем.

Хлебопекарные качества пшеничного хлеба зависят от количества и от качества клейковины. В оценке сортов большую роль играет хлебопекарная сила муки, под которой понимают удельную работу деформации грамма теста, выраженную в эргах.

Сорта пшеницы, обладающие высокой хлебопекарной силой, называют сильными. У этих сортов пшеницы содержание белка не ниже 16 %, стекловидность не менее 70 %, а клейковина сочетает в себе высокую упругость и хорошую растяжимость. Хлебопекарную силу муки определяют специальным прибором — альвеографом. У очень сильных сортов пшеницы этот показатель превышает 400 эргов, у сильных составляет 301—400, у средних — 221—300 эргов. К сильным яровым сортам пшеницы относят *Пшенично-пырейные гибриды* (выведенные в СССР академиком Н. В. Цициным), а к сильным озимым сортам пшеницы — сорта *Новоукраинка 83*, *Безостая 1*, *Безостая 4* (созданные академиком П. П. Лукьяненко), *Мионовская 808* и *Саратовская 29* (которые создали академики В. Н. Ремесло и А. П. Шехурдина соответственно).

На территории Российской Федерации выращивают:

- мягкую пшеницу (90 % посевов): зерно мягкой пшеницы используют для выработки хлебопекарной и кондитерской продукции, в небольшом количестве — макаронной муки;
- твердую пшеницу (10 % посевов): зерно твердой пшеницы используют для производства макаронной муки и в качестве улучшителя для хлебопекарной муки из мягкой пшеницы.

В Украине сосредоточена почти половина всей площади озимопшеничных посевов СНГ. В последние годы посевы этой культуры стали занимать значительные площади в нечерноземной полосе — в центральных районах России и Беларуси. Средняя урожайность зерна пшеницы в России в 2003—2005 гг. составляла 30—40 ц/га.

Сорта озимой пшеницы занимают в хозяйствах агропромышленного комплекса Республики Беларусь 70 % посевных площадей.

Селекция озимой пшеницы направлена на получение сортов с многоцветковым продуктивным колосом и высокими хлебопекарными качествами, устойчивых к полеганию, поражению болезнями и вредителями.

При выведении новых отечественных сортов пшеницы и тритикале используется ценный наследственный потенциал пшеничных сортов, созданных ранее в СССР, таких как *Ленинградка*, *Мионовская 808*, *Дальчик* (короткостебельный неполегающий сорт) и др.

В Государственный реестр Республики Беларусь включено 26 сортов озимой пшеницы, из которых более половины — белорусской селекции: *Сузор'е*, *Прэм'ера*, *Узлет*, *Капылянка*, *Гармонія*, *Легенда*, *Каравай*, *Быліна*, *Сюіта*, *Шара*, *Завет*, *Спектр*, *Саната*, *Фантазія*, *Гродзенская 7*; *Декан*, *Кубус*, *Ларс*, *Сукцес* — германской; *Саква*, *Танація* — польской. Среди сортов имеются скороспелые — *Шара*, среднеспелые — *Капылянка*, *Саната*, *Ларс*, среднепоздние — *Завет*, *Прэм'ера*, *Узлет*, *Спектр*, позднеспелые — *Гармонія*, *Легенда*, *Каравай*, *Быліна*. Все они обладают высоким потенциалом продуктивности. Сорта *Быліна*, *Легенда* и *Капылянка* внесены в список наиболее ценных по качеству зерна сортов для хлебопекарной промышленности [9].

Средняя урожайность новых сортов озимой пшеницы в 2006—2007 гг. составляла (в ц/га): *Декан* — 80,8 (максимальная — 108,4), *Кубус* — 80,1 (107,9), *Тонація* — 78,3 (107,3), *Ларс* — 70,3 (97,8), *Фантазія* — 68,8 (93,6). Обладая высокой урожайностью, названные сорта обнаруживали хорошую зимостойкость, короткостебельность и слабую полегаемость, среднюю устойчивость к мучнистой росе, септориозу, снежной плесени, корневым гнилям.

Наиболее высокую среднюю урожайность яровой пшеницы получили на сельскохозяйственной опытной станции г. Гродно — 89,5 ц/га. Среди перспективных сортов высокой урожайностью выделялись (в ц/га): *Кокса* — 68,1, *Софья* — 62, *Тома* — 61. Названные сорта обладают средней устойчивостью к снежной плесени, корневым гнилям и мучнистой росе [10].

1.1.3.4. Особенности технологии выращивания мягкой пшеницы

Подготовка семян. Большой вред посевам причиняют болезни, например ржавчина, головня, корневая гниль. Для обеззараживания семян от возбудителей болезней их протравливают современными эффективными и экологически щадящими препаратами. Для лучшего удержания препарата на семенах применяют прилипатели: концентрат сульфитно-спиртовой барды — 0,7—1,0 кг, казеин технический — 0,1—0,5 кг на 1 т семян. Наиболее эффективно протравливание с пленкообразователями (инкрустация семян), которые прочно закрепляют препарат на семенах. В качестве пленкообразователя используют 2 % раствор клея NaКМЦ. Меры борьбы заключаются прежде всего во внедрении устойчивых к болезням и вредителям сортов озимой пшеницы.

Протравливание посевного материала — эффективное, экономически выгодное мероприятие. Преимущество этого метода защиты от болезней заключается в сравнительно небольших затратах в расчете на 1 га. Для надежной защиты растений на этапе предпосевной обработки семян необходимо правильно выбрать протравитель. Во-первых, следует провести фитозэкспертизу семенного материала на зараженность и выявить состав возбудителей и степень зараженности семян. Во-вторых, нужно иметь перечень эффективных протравителей, спектр действия которых наиболее полно соответствует установленным возбудителям инфекции. Руководствуясь «Каталогом пестицидов, допущенных к использованию на территории Республики Беларусь» [11, 12], необходимо из подходящих протравителей выбрать экономически выгодный.

Система обработки почвы для озимой пшеницы зависит от предшественника, засоренности полей и почвенно-климатических условий района. Обработке почвы под озимую пшеницу принадлежит исключительно важное значение, поскольку посев в недоброкачественно подготовленную почву нельзя нивелировать более высокой нормой высева семян, внесением повышенных доз удобрений и т. п. мероприятиями.

Обработка паров, занятых однолетними или многолетними травами после укоса, зерновыми бобовыми, пропашными культурами, начинается с лущения стерни, а затем глубокой вспашки плугом с предплужником и боронования. Почву перед вспашкой, особенно после уборки многолетних трав, обязательно дискуюют в двух направлениях дисковыми боронами, что способствует хорошей разделке почвы и сохранению влаги. В дальнейшем до посева озимой пшеницы поле обрабатывают по типу пара, т. е. по мере появления сорняков проводят культивацию с одновременным боронованием. После уборки парозанимающих пропашных культур, если поле чистое от сорняков, достаточно провести культивацию на глубину 10—12 см с боронованием. Для лучшей осадки почвы (в сухое лето) хорошие результаты дает прикатывание с боронованием, при достаточном увлажнении — использование комбинированных пахотных агрегатов.

На почвах с малым запасом органических веществ проводят глубокую зяблевую вспашку глубиной 20—22 см. Вспашка должна проводиться как минимум за 3—4 недели до посева, поскольку озимая пшеница сильно страдает при севе в неосевшую после вспашки почву. Недостаточное оседание, грубокомковатая структура почвы приводят к неравномерности размещения семян по глубине и к плохой перезимовке растений.

На почвах, слабозасоренных после предшественника, одновременно ведут культивацию на глубину 5 см, боронование и посев посевными агрегатами. Весной проводят боронование для сохранения влаги.

Озимая пшеница хорошо растет на нейтральных почвах (рН 6—7,5). Наиболее устойчивые и высокие урожаи она дает на плодородных, достаточно влажных и чистых от сорняков темно-каштановых почвах.

В Нечерноземье довольно неплохо растет на слабоподзоленных, средне-суглинистых и серых лесных почвах. Вегетирует от 240 до 320 суток.

В севообороте озимая пшеница зависит от предшественников, которые в разных почвенно-климатических зонах различны. Так, в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения лучший предшественник озимой пшеницы — черные пары; в условиях достаточного увлажнения — пары, занятые многолетними травами, вико-овсяной смесью, люпином (на зеленый корм и силос), ранним картофелем, горохом.

Озимая пшеница отзывчива на удобрения, особенно на бедных оподзоленных почвах. Рост урожая здесь зависит главным образом от обогащения почв органическими удобрениями — навозом и компостом. В Нечерноземье норма внесения навоза 2,5—3,0 т/га, норма навозно-фосфатного компоста 1,5—2,0 т/га. Из минеральных удобрений на бедных почвах вносят аммиачную селитру (20—40 кг/га), суперфосфат (20—30 кг/га) и калийную соль (15—20 кг/га). Гранулированный суперфосфат смешивают при посеве с семенами. Для увеличения содержания в зерне белка и клейковины в фазе колошения проводят внекорневую подкормку азотом, используя аммиачную селитру или мочевины.

Большое значение имеет припосевное рядковое внесение гранулированного суперфосфата, что повышает урожайность, прежде всего, на дерново-подзолистых почвах. Подкормку проводят весной и осенью. Весной, как только растения тронулись в рост, проводят корневую подкормку, заделывая минеральные удобрения с помощью зерновых сеялок на глубину 4—6 см. Дозы подкормки озимой пшеницы примерно 40—60 кг/га. Подкормка азотными удобрениями проводится весной — в начале вегетации, в фазе кущения — корневая и в фазе колошения — для повышения качества зерна.

Микроудобрения улучшают обмен веществ в растениях, повышают фотосинтетическую деятельность, устойчивость к болезням, увеличивают урожайность и улучшают качество продукции. Необходимость их применения зависит от содержания подвижных микроэлементов в почве. Чаще всего удобрения, содержащие медь, вносят на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, марганец и цинк — на каштановых, осушенных торфянистых и легкосуглинистых почвах. Нормы микроудобрений зависят от содержания этих микроэлементов в почве. Метод визуальной диагностики питания растений и потребность в микроэлементах является основной оценкой их недостатка в почве. При нехватке меди растения приобретают светло-зеленую окраску. При марганцевом голодании на листьях появляются некрозы, происходит слабое развитие корневой системы, поражение болезнями.

Их внесение совмещают с протравливанием семян или обработкой посевов фунгицидами, гербицидами и регуляторами роста.

Семена озимой пшеницы начинают прорастание при температуре 1—2 °С. Дружное прорастание и появление всходов наблюдается при тем-

температуре 12—15 °С. При такой температуре и наличии влаги в поверхностном слое почвы всходы появляются через 7—9 суток. Продолжительность стадии яровизации у озимых может достигать 70 дней, у яровых форм, как правило, не превышает 10 дней. Кустистость изменяется от 1 до 15 и более стеблей (озимые формы). Озимая пшеница кустится осенью и зимой. Усиленное кушение наблюдается при достаточной влажности и температуре 8—10 °С. При внесении азотных удобрений кустистость резко повышается. Обычно осенью из узла кушения отрастает 4-5 побегов. К началу зимы у озимой пшеницы развивается мощная корневая система, длина которой достигает 1,5 м. В зимне-весенний период озимая пшеница чувствительна к низким температурам и резким ее колебаниям. Без снега озимая пшеница гибнет при температуре -16...-18 °С. Однако сорт *Мироновская 808* выдерживает зимние морозы до -30 °С.

Среди мягких пшениц есть сорта с короткой соломиной (около 45 см — сорт *Дальчик* российской селекции) и высокорослые, достигающие 200 см. Соломина по всей длине полая, имеет 5-6 междоузлий. Такие растения часто полегают, полегание предотвращают обработкой ретардантами.

Большое разнообразие форм пшеницы наблюдается по длине световой стадии. Длина световой стадии колеблется у разных форм от 5 до 25 дней и более. Имеются сорта яровой пшеницы от самых скороспелых (70 дней) до очень позднеспелых (120—130 дней).

Озимую пшеницу убирают комбайнами в фазе восковой спелости раздельным способом, а в фазе полной спелости — прямым комбайнированием, а также в зависимости от величины территории, густоты посева, высоты растений в фазе полной спелости. Уборка должна быть проведена в сжатые сроки, за 6—7 дней, и без потерь.

Система обработки почвы под яровую пшеницу. Яровой пшенице необходимы легкодоступные из почвы питательные вещества. Поэтому в относительно бедные дерново-подзолистые почвы надо вносить органоминеральные удобрения и известь. Хорошие урожаи можно получить на нейтральных и слабокислых почвах. Недостаток почвенной влаги, повышенная кислотность почвы, болезни семян являются причинами изнеженных, недружных всходов. Период вегетации в зависимости от сорта и района возделывания — от 75 до 115 дней.

Место в севообороте для яровой пшеницы — чистые пары, особенно в степных районах, или после пара, загруженного многолетними травами с преобладанием бобовых.

Яровая пшеница положительно реагирует на внесение удобрений. В качестве органических для нее используют навоз, торфяно-навозный компост и другие удобрения. Из минеральных с осени под основную обработку почвы вносят фосфорные и калийные, весной под культивацию — азотные удобрения. В засушливой зоне следует вносить полное удобрение, его вносят под вспашку или при посеве вместе с семенами. Подкормки азотными удобрениями проводят в период кушения.

Поскольку развитие яровой пшеницы, особенно на начальных этапах, зависит от почвенной влаги, то целесообразно проводить на полях снегозадержание. Важный прием накопления влаги в почве — задержание талых вод глубокой гребнистой зяблевой вспашкой.

Яровая пшеница относится к культурам самых ранних сроков посева, запаздывание с которыми резко снижает урожайность. Способы посева — узкорядный и перекрестный, что способствует неполегамости и меньшей изреженности. Норма высева зависит от крупности семян и способа посева. При узкорядном способе на 1 га высевают 7—7,5 млн всхожих зерен, а при обычном рядовом — 6—6,5 млн, что составляет 2—2,5 ц. Глубина посева семян также различна в разных районах: на тяжелых и средних суглинках ее проводят на 3—4 см. На торфяно-болотных почвах перед посевом и после него почву прикатывают катком.

Уход за посевами включает прикатывание, боронование, борьбу с сорняками, болезнями, вредителями и полеганием.

К недостаткам яровой пшеницы относятся несколько замедленный рост и изреженность всходов. В южных районах это вызывается иссушением верхнего горизонта почвы, поражением всходов шведской и гессенской мухами, проволочником, а в северных — повышенной кислотностью почв и поражением семян фузариозом.

Против однолетних злаковых и двудольных сорняков через 2 дня после сева до всходов культуры или в фазе кушения посевы опрыскивают гербицидами: кугар, марафон и др. Против осота, ромашки, горцев посевы опрыскивают в фазе кушения весной лонтрелом 300.

При появлении на посевах озимой пшеницы вредителей и болезней проводят обработку требуемыми пестицидами и ретардантами. Против злаковых трипсов в период выхода в трубку посевы опрыскивают инсектицидами: актеллик, каратэ и др. Против возбудителей мучнистой росы, ржавчины и септориоза применяют фунгициды рекс, спортак, тилт и др.

Уборка урожая однофазная и двухфазная в зависимости от сорта, вида пшеницы, погодных условий, стойкости стеблей, степени созревания. Как правило, урожай убирают двухфазным (в период восковой спелости) или однофазным (в период полной спелости) способами. Убирают зерно, влажность которого не менее 15—20 %.

1.1.4. Рожь

1.1.4.1. Хозяйственное значение

В мировом земледелии ржи принадлежит пятое место среди зерновых культур. Площадь посева ее на земном шаре составляет около 11 млн га. В настоящее время, по данным ФАО, лидерами по выращиванию ржи являются Польша, Россия и Германия (табл. 2).

Таблица 2

Мировое производство зерна ржи (тыс. т в г.)

Страна	1985	1995	2005
Польша	7600	6288	3359
Россия		4098	2932
Германия	4326	4521	2812
Украина		1208	1300
Беларусь		2143	1250
Китай	1283	1200	748
Канада	569	310	367
Турция	360	240	260
Чехия		262	193
США	518	256	191

В Беларуси в полях севооборота озимые занимают ~30 % пашни, а урожаи ржи составляют ~1,1—1,4 млн т, т. е. около 20 % валового сбора зерна колосовых культур. Озимые рожь, пшеница и тритикале возделываются как основные продовольственные культуры. Обычно урожаи ржи несколько ниже, чем пшеницы и тритикале.

Рожь посевная широко распространена в мировом земледелии как:

- *важнейшая продовольственная культура*, вторая по значению хлебная культура. В зерне ржи в зависимости от условий выращивания и сорта содержатся: белки — 9—17 %, крахмал — 52—63,5 %, жир — 1,6—1,9 %;

- *кормовая культура*. Мука, отруби, дробленое зерно — хороший концентрированный корм (1 кг зерна содержит 0,34 кормов. ед.);

- *техническая культура*. Зерно ржи перерабатывается на спирт и крахмал; из соломы получают кристаллический сахар, целлюлозу, фурфурол, уксус, лигнин.

Хотя по калорийности, переваримости и усвояемости ржаной хлеб уступает пшеничному, содержит меньше белка и клейковины, однако превосходит его по биологической ценности белка, поскольку содержит в 1,5 раза больше лизина и несколько больше треонина и тирозина. Он содержит также витамины группы А₁, В₁, В₂, Е, РР и пользуется спросом у населения. Хлеб из ржаной муки обладает специфическим ароматом и вкусом. Особенно хорошими вкусовыми качествами обладает ржаной хлеб из отсевной (пеклеванной) муки. Имеются сведения, что употребление его способствует работе желудочно-кишечного тракта.

Ржаную муку широко применяют также для откорма свиней, а отруби — для кормления крупного рогатого скота и других животных. Солому ржи, как и солому пшеницы, в запаренном и обработанном аммиачной водой виде используют как грубый корм (100 кг соломы содержит 0,5—1,0 кг перевариваемого протеина и 20—22 кормовых единиц), но чаще солому и половину употребляют в качестве примеси при силосовании сочных кормов (кормовой арбуз, тыква, турнепс и др.). Ржаная солома идет для различных поделок в соломоплетении, на производство оберточной бумаги и на подстилку скоту. Немаловажно значение зерна ржи как технического сырья.

Большая кустистость и быстрый рост озимой ржи способствуют подавлению сорных растений (осот и овсюг). В силу этого она играет роль очищающей культуры. Озимая рожь — хороший предшественник для пропашных и яровых культур. Озимая рожь как быстрорастущее растение весной дает самый ранний зеленый корм (посев с осени в чистом виде или в смеси с викой и другими культурами). После использования ржи можно выращивать в тот же год кукурузу, просо, гречиху, картофель. Возможны раннелетние и пожнивные посевы озимой ржи на корм в чистом виде и в смеси с горохом, викой и другими культурами, а также весенние посевы озимой ржи в смеси с яровым ячменем. После уборки ячменя на поле остается озимая рожь, которая после перезимовки дает урожай зерна. Эти посевы могут применяться с целью минимизации процессов обработки почвы, труда и энергозатрат. Заслуживают внимания весенние посевы озимой ржи совместно с яровой пшеницей и другими яровыми культурами как разновидность занятого пара.

В Беларуси в 2008 г. площадь посева ржи составляла 545 тыс. га, более 90 % площадей под рожью занимают сорта отечественной селекции, из них 70 % — тетраплоидные сорта (*Верасень*, *Геуменская*, *Пуховчанка*, *Сяброўка*) и 30 % — диплоидные (*Ясельда* и др.). Из 27 сортов ржи, включенных в Государственный реестр на 2010 г., 19 созданы в Беларуси [9]. Селекция озимой ржи направлена на создание сортов, используемых в хлебопечении, производстве кормов, крахмала и спирта.

Сорта, имеющие хлебопекарное применение, характеризуются следующими показателями: высокая устойчивость к полеганию; низкая активность амиллолитических ферментов; устойчивость к предуборочному прорастанию; высокое содержание общих и растворимых пентозанов (некрахмальные полисахариды). Такими свойствами обладают диплоидные сорта *Зарніца*, *Зуброўка*, *Лота*, *Юбилейная*, *Ясельда*.

Тетраплоидные сорта *Верасень*, *Геуменская*, *Спадчына*, *Сяброўка*, *Завя-2* отличаются повышенным содержанием белка и крахмала, устойчивостью к предуборочному прорастанию, низким содержанием общих и растворимых пептозанов, слабой водопоглотительной способностью. Они выращиваются с целью получения комбикормов и крахмала.

Рентабельность спиртового производства обеспечивают сорта ржи, имеющие высокий вес зерновок, повышенное содержание крахмала, высокое содержание общих и низкое содержание растворимых пентозанов (диплоидные сорта: *Бирюза*, *Калинка*, *Нива*, *Радзіма*, *Талисман*). На зеленый корм, как сидератная культура, а также как источник генов устойчивости к болезням используется сорт многолетней ржи *Державинская 29*.

Как показало Государственное сортоиспытание [10], потенциал продуктивности современных сортов озимой ржи достаточно высокий: у сорта *Лобел-103* средняя урожайность составляет 87,4 ц/га (максимальная — 108,3 ц/га), у сортов *Лота* и *Зарница* средняя урожайность составляет 67 и 63 ц/га (максимальная соответственно 100,8 и 100,5 ц/га). Среди диплоидной ржи высокой урожайностью (ц/га) на сельскохозяйственных опытных станциях выделялись также сорта: *Пикассо* — 114,8; среди тетраплоидной — сорта *Полновесная* — 90,8, *Завая* — 89,8, *Искра* — 88,1, *Спадчына* — 85,9, *Дубинская* — 85,7.

Однако в производственных условиях всей страны этот потенциал реализуется менее чем на 50 %: средняя урожайность в большинстве хозяйств находится пока на уровне 30—35 ц/га.

Поражаемость диплоидных сортов ржи (*Лобел-103*) составляла: снежной плесенью — примерно 10 %, бурой ржавчиной — 5—10 %, спорыньей — 0,6 %. Поражаемость тетраплоидных сортов (*Искра*) составляла: снежной плесенью — 10 %, мучнистой росой — 5 %, бурой ржавчиной — 3,5 %, септориозом — 2,8 %.

Новым перспективным направлением развития программ селекции ржи является создание межлинейных гетерозисных гибридов F₁, которые позволяют повысить урожайность этой культуры на 20—30 % по сравнению с лучшими популяционными сортами. Гетерозисные гибриды обладают более высоким генетическим потенциалом адаптивности, устойчивости к болезням, качества зерна и стабильной урожайности.

1.1.4.2. Происхождение культуры

Существуют различные точки зрения о происхождении культурной ржи. А. Варминг и другие ученые предполагают, что рожь *Secale cereale* L. происходит из *Secale montanum* Guss., дико растущей в Юго-Западной и Центральной Азии, южной Европе и отличающейся ломкой соломиной, зернами, срастающимися с пленками, и многолетним развитием. Профессор А. Ф. Баталин также полагает, что рожь *S. cereale* произошла из многолетнего дикого вида и только благодаря культуре стала однолетней. По его наблюдениям, рожь на юге, после скашивания, может давать побеги, т. е. оказывается растением многолетним. Такая рожь сходна с диким видом ржи — *Secale anatolicum* Roshev., растущим в диком виде в Туркестане [13].

Большинство ученых считает, что рожь является культурой более молодой, чем пшеница. Хотя истинное место и время происхождения культурной ржи неизвестно, имеются сведения, что она, наряду с пшеницей, сеялась в Древнем Египте за 4 тыс. до н. э. и возделывалась многими народами того времени. В других древнейших государствах: Ассирии, Вавилоне, Китае, Индии — рожь отдельно не возделывалась. В Иране, Афганистане, Аравии, Палестине, Малой и Средней Азии рожь была известна как сорное растение пшеничных и других посевов. На основании этого было сделано предположение, что культурная рожь произошла от дикой сорно-полевой ржи, засоряющей посевы пшеницы и ячменя в Передней Азии и в Закавказье и морфологически не отличающейся от культурного вида.

Озимая рожь появилась в культуре позже пшеницы — за 2 тыс. до н. э.

Исторические данные свидетельствуют, что рожь сеялась в Малой Азии, Греции, Кавказе и в Крыму уже в III—IV вв. Славянские племена Древней Руси издревле занимались возделыванием ржи (жита). В XII в. культура ржи была распространена в Поволжье (Булгарское царство). Из южных районов рожь России постепенно перемещалась на север и северо-запад страны — области с суровыми зимами. В Сибирь озимая рожь проникла из европейской части в период освоения Сибири русскими поселенцами. В настоящее время озимая рожь возделывается от тундры до южных районов Украины и от Германии и западных районов Беларуси до Забайкалья. В степных зонах Западной и Восточной Сибири озимая рожь дает низкие урожаи и заменяется яровой рожью и пшеницей. В нечерноземной полосе СНГ сосредоточено более 35 % посева озимых, где озимые рожь и пшеница занимают почти равные площади.

1.1.4.3. Биологическая характеристика

Рожь принадлежит к роду *Secale*, который включает 10 видов. Из них возделывается только один вид — *Secale cereale* L. — рожь посевная, или культурная, — злак, разводимый во многих странах, но не известный в диком состоянии (рис. 16). Рожь посевная — однолетнее травянистое растение. Как кормовое растение выращивают также культурную многолетнюю рожь *Secale derzhanovii*, полученную А. И. Державиным при скрещивании многолетней ржи *Secale montanum* Guss. с однолетней посевной рожью.

Вид *S. cereale* L. объединяет более 40 разновидностей. Разновидности ржи различают по признакам: ломкость колосового стержня, плотность заключения зерна в чешуях, окраска колоса и опушенность цветковых чешуй. Распространенные в культуре сорта ржи принадлежат к одной разновидности — var. *vulgare* Körn. (колос белый, колосовой стержень неломкий, наружная цветочная чешуя голая, зерно открытое или полукрытое). Рожь посевная — единственный вид культурной ржи, который широко

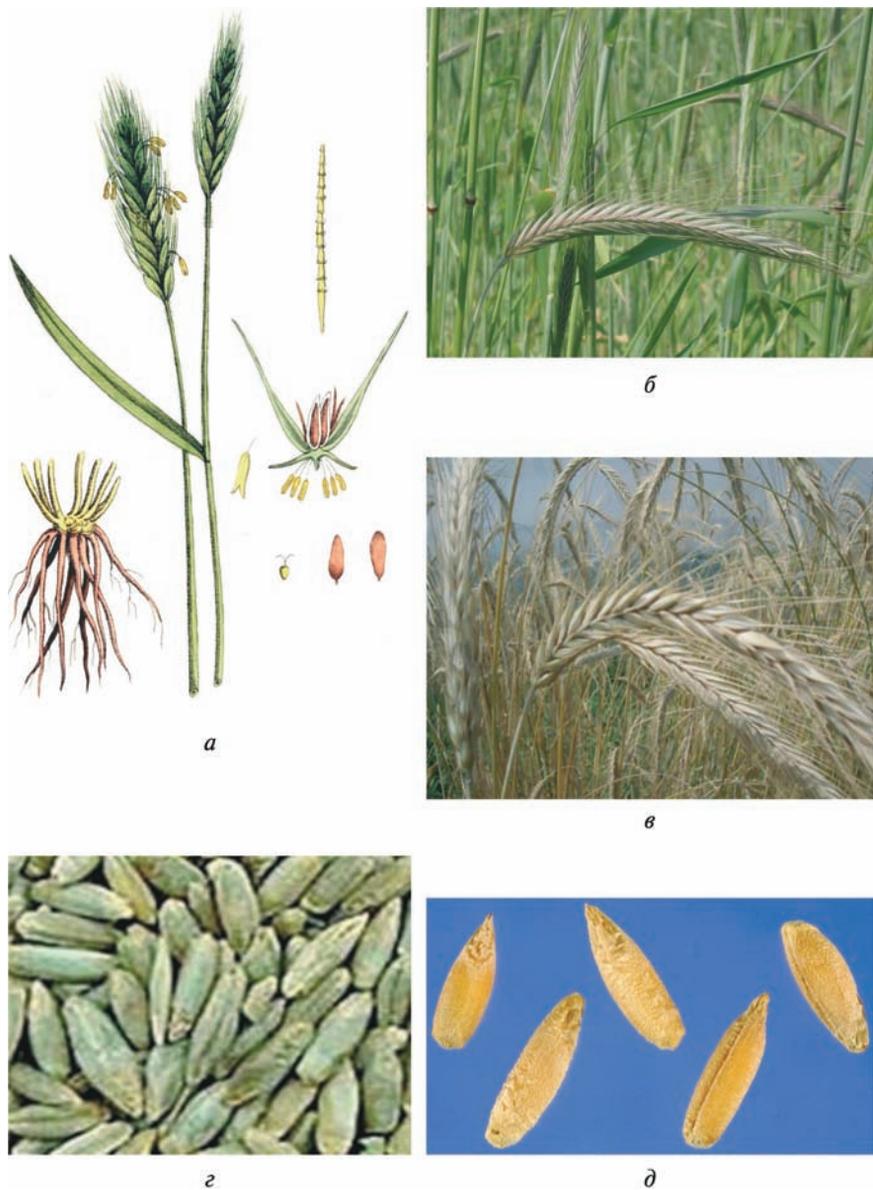


Рис. 16. Рожь: морфологические особенности (а);
на поле в июле (б); в августе (в); ее зерновки восковой (г)
и полной (д) степени зрелости

распространен в мировом земледелии как важнейшая продовольственная и кормовая культура.

S. cereale L. как природный вид содержит диплоидный набор хромосом ($2n = 14$). В конце XX в. селекционерами получена и широко культивируется тетраплоидная рожь ($2n = 28$), сорта которой имеют мощную, стойкую против полегания соломину и крупное зерно (масса 1000 зерен достигает 50—55 г) [14].

К условиям выращивания, в особенности к почвам, рожь менее требовательна, чем пшеница. Хорошо растет при кислых рН 5,3—6,5. Поэтому ее можно выращивать на малопригодных для пшеницы подзолистых почвах. Плохо растет на тяжелых глинах, заболоченных, засоленных почвах. Т. Ремер называет рожь «пионером», т. к. она хорошо растет на новых землях, вводимых в культуру. Типичные «ржаные» почвы — легкие песчаные маловлажоемкие почвы. Рожь в течение нескольких лет подряд можно сеять на одном месте, если под нее вносить удобрения. Но лучшими являются плодородные черноземы и серые лесные почвы среднего и легкого суглинистого механического состава. Озимая рожь прекрасно отзывается на все приемы агротехники, направленные на повышение плодородия почвы. Озимая рожь лучше многих других культур усваивает фосфорную кислоту фосфоритов. В отношении усвоения из почвы калия рожь только несколько уступает овсу.

Коэффициент транспирации ржи — 340—450, на формирование 1 ц зерна из почвы забирает 2,9—3,3 кг N, 1,1—1,4 кг P, 2,2—3 кг K.

Из всех хлебных злаков рожь наиболее широко адаптирована, и ее можно выращивать в Скандинавии до Полярного круга и в южных широтах Чили. Ее выращивают и в Гималаях на высоте до 4300 м. Столь широкое распространение объясняется ее экстремальной зимостойкостью и способностью произрастать на очень бедных почвах. Рожь и наиболее засухоустойчива из всех хлебных злаков, что объясняется обширным развитием ее корневой системы и способностью регулировать созревание в зависимости от условий влажности.

Рожь более зимостойкая, чем другие озимые хлеба. Выдерживает температуры на уровне узла кущения до $-19... -21$ °C. Семена начинают прорастать при $0,5-2$ °C. Заканчивает вегетацию осенью и возобновляет весной при $3-4$ °C.

Экстремальная зимостойкость ржи и ее способность произрастать на малоплодородных почвах делает ее особенно привлекательной для некоторых районов мира, а также в тяжелые военные периоды. Данные свойства могут оказаться теми важными чертами, которые помогут быстро преодолеть другие недостатки этого растения при выведении сортов с улучшенным качеством и обладающих лучшими агрономическими характеристиками.

Таким образом, к ценным свойствам озимой ржи как зерновой культуры нужно отнести высокую холодостойкость и засухоустойчивость, сильное кущение с осени и быстрое отрастание весной, более полное использование запасов влаги и плодородия почвы, сравнительную нетребовательность к плодородию почвы, климату и предшественникам, высокую способность подавления сорной растительности, большую отзывчивость на улучшение условий агротехники, устойчивость урожая.

Озимая рожь проходит те же фенологические фазы и этапы органогенеза, что и озимая пшеница. *Стебель* у ржи посевной полый, с 5-6 междоузлиями, прямой, разделенный стеблевыми узлами. Вершина последнего междоузлия опущена. Высота стебля в зависимости от условий выращивания и сорта колеблется от 70 до 180—200 см (в среднем 80—100 см).

Интенсивность кущения у ржи достаточно высока — каждое растение образует 4—8 побегов, а при благоприятных условиях — даже 50—90. *Узел кущения* у ржи формируется на глубине 1,7—2 см, т. е. немного меньшей глубине от поверхности почвы, чем у пшеницы (2—3 см). Когда семя помещается в почву глубоко, рожь закладывает два узла кущения: первый — глубоко, а позже второй — ближе к поверхности почвы, который становится главным. Рожь развивает *мочковатую корневую систему*, проникающую на глубину до 1,2—2 м, поэтому она легко переносит легкие песчаные почвы, а благодаря высокой физиологической активности быстро усваивает из почвы полезные вещества из труднорастворимых соединений (например, фосфатов).

Листья узкие, линейные, с длинными *влагалищами* и, как и стебель, зелено-сизые (от покрывающих поверхность восковых чешуек). Флагилист более короткий. В основании пластинки размещается короткий язычок и короткие голые или опушенные ушки (*auriculate*), охватывающие стебель. Стебель несет на верхушке соцветие — один удлинённый, немного поникающий сложный *колос*. Колоски в колосьях 2-3-цветковые. Наружная цветочная чешуя с килем прямая, сверху переходящая в зазубренную ость 1—5 см длиной. Ости прижаты к колосу или расходящиеся. Завязь с двумя перистыми рыльцами. Тычинок три с длинными свисающими пыльниками. Рожь — перекрестноопыляющееся растение длинного светового дня. Пыльца переносится воздухом. Чтобы избежать переопыления, семенные деланки диплоидных сортов должны иметь пространственную изоляцию 200—300 м, тетраплоидных — более 500 м. Зерновка продолговатая, немного сжатая с боков, с глубокой бороздкой посередине; после созревания она вываливается из колоска. Зерно ржи различается по размеру, форме и окраске (белое, зеленоватое, серое, желтое, темно-коричневое) (рис. 16, г, д).

Род *Secale* L. (культурные и дикие виды ржи) наряду с родами *Triticum* L., *Aegilops* L., *Agropyron* Gaertn. и *Haynaldia* Schur. был выделен в субтрибу *Triticinae* трибы *Triticeae* семейства злаков *Gramineae*. У членов трибы

Triticeae основное (гаплоидное) число хромосом $n = 7$. Полиплоидия, т. е. кратное увеличение нормального диплоидного числа хромосом, сыграла важную роль в эволюции большинства указанных родов.

После того как хромосомный набор пшеницы был подразделен на три генома, каждый из которых состоял из семи гомеологичных групп из трех хромосом, стало ясно, что геном ржи гомеологичен трем геномам пшеницы и что хромосомы ржи можно отнести к специфическим гомеологическим группам и пронумеровать от 1R до 7R. Впоследствии были составлены генетические карты хромосом ржи. Ученым с помощью методов молекулярной генетики удалось расшифровать геном пшеницы, и теперь они подошли к описанию генома ржи.

В частности, показано, что хромосома 1R принимает участие в генетическом контроле белка эндосперма. Хромосомы 3R, 4R, 6R и 7R повышали общее содержание белка на 3—4 %. Хромосома 5R увеличивала содержание лизина на 9 % и цистина на 11 %, хромосома 6R повышала содержание пролина на 9 % и снижала содержание аспарагиновой кислоты на 9 %. Остальные хромосомы оказывали малое влияние на содержание белка и аминокислот. Изучение местоположения в хромосомах ржи генов, контролирующих устойчивость к возбудителям болезней пшеницы выявило, что устойчивость к *Puccinia striiformis* West., *Erysiphe graminis* DC, *Cercospora herpotrichoides* Fron. и *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. связана с определенными хромосомами ржи, что может использоваться в селекции ржи, пшеницы и тритикале [2, 13, 15].

Метод межвидовой гибридизации используют для получения ржи с высоким содержанием белка. В частности, у *Secale montanum* Guss. содержание белка вдвое выше, чем у *Secale cereale* L., а их гибрид по содержанию белка сходен с дикой рожью.

Рож скрещивали с другими пятью родами субтрибы *Triticinae*, но в F_1 конъюгация происходила редко или совсем не наблюдалась, и гибриды были стерильными. Успешными оказались скрещивания между *Secale cereale* L. и *Hordeum jubatum* L. (дикий ячмень) и *Elymus arenarius* L., но растения F_1 были стерильными, хотя в результате естественного или искусственного удвоения числа хромосом удалось получить некоторое количество фертильных амфилоидов. Практическое значение имеют только межродовые гибриды тритикале и секалотритикум, полученные от скрещивания *Triticum* с *Secale*.

Рож является перекрестноопылителем. Инбредные линии растут слабыми, что не позволяет связать некоторые специфические признаки с определенными хромосомами ржи. Однако ломкость колосового стержня — признак дикой ржи, вредящий культурной форме, у *S. cereale* был устранен. Этот доминантный признак контролируется одним геном. Установлено, что ломкость стержня и многолетний тип развития тесно сцеплены между собой. Ветвление колоса контролирует один рецессивный

ген, который очень чувствителен к внешним условиям среды. Карликовость расценивается как средство для улучшения сортов ржи. Антоциановые пигменты могут содержаться в алейроновом слое зерна, в колеоптиле, первом листе, в основании стебля и узлах, в верхнем междоузлии и пыльниках. Эти пигменты, вероятно, играют роль в механизмах защиты ржи от болезней. Другие вещества аналогичного действия (ингибиторы трипсина, алкил-резорцины) в высоких концентрациях ухудшают вкусовые и кормовые качества ржи [13].

1.1.4.4. Особенности технологии выращивания озимой ржи

Лучшие предшественники под озимую рожь — многолетние бобовые травы, бобово-злаковые смеси, раннеспелые сорта гречихи, люпин на зеленую массу, ранний картофель.

Система обработки почвы включает основную (вспашка, культивация), предпосевную (культивация с боронованием) и послепосевную (прикатывание почвы и весеннее боронование) обработки.

В качестве основного используют органические удобрения (20—30 т/га). Более высокий эффект дает совместное внесение их с минеральными удобрениями (фосфорные — 60—80 кг/га, калийные — 90—120 кг/га).

Доза азотных удобрений — 90—100 кг/га действующего вещества (д. в.) вносится в виде подкормок: первая — весной (60 кг/га), вторая — в начале выхода в трубку (30 кг/га), третья — в период колошения (10 кг/га).

Для сева используют семена не ниже третьей репродукции, масса 1000 зерен не менее 40 г, чистота 98 %, всхожесть не менее 87 %, стандартная влажность 15,5 %.

Для предупреждения заболеваний применяют протравливание семян (из числа протравителей, изученных в НПЦ НАН Беларуси по земледелию; высокую эффективность показали байтан-универсал, витавакс, кинто дуо, максим и др.). Вместе с протравливанием проводят обработку семян микроудобрениями, внося Cu, Mo, Mn, B (60—90 г/ц семян).

В Беларуси оптимальные сроки сева озимой ржи с 25 августа по 20 сентября при среднесуточной температуре 14 °С.

Способ сева — сплошной рядовой с шириной междурядий 15 см и узкорядный с междурядьями 7,5—10 см.

Норма высева: 4—5 млн всхожих семян на 1 га на супесчаных и суглинистых почвах, 3,0—3,5 млн/га — на торфяно-болотных. Семена сеют на глубину 4,5 см на легких почвах и 2—3 см на суглинках.

К числу основных мероприятий по уходу за посевами можно отнести прикатывание, снегозадержание, весеннее боронование, борьбу с сорняками, вредителями, болезнями, а также полеганием растений.

Сразу после уборки предшественника проводят обработку посевов гербицидами против многолетних сорняков (пырей ползучий, осот). Перед

уходом на зиму (конец октября) озимую рожь обрабатывают фунгицидом против снежной плесени.

В фазе кушения-колошения проводят химическую прополку ржи против однолетних двудольных сорняков. Одновременно со второй подкормкой посевы озимой ржи обрабатывают от полегания ретардантами.

Для борьбы с вредителями (пьявица, большая злаковая тля) применяют инсектициды.

Инфекционные заболевания не составляют важной проблемы для культурной ржи, за исключением, может быть, спорыньи, вызываемой грибом *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., но источник устойчивости к этому возбудителю пока не обнаружен.

Озимая рожь созревает на 8—10 дней раньше озимой пшеницы. Озимую рожь убирают однофазным (прямое комбайнирование) и двухфазным (раздельная уборка) способами. Прямое комбайнирование проводится в фазе полной спелости, при влажности зерна 18—20 %.

При сильной засоренности, неравномерном созревании, полегании посевов необходима двухфазная уборка. Сначала растения скашивают в валки в фазе восковой спелости при влажности зерна 36—40 %. Затем через 3—5 дней валки обмолачивают комбайнами с подборщиками.

1.1.5. Тритикале

1.1.5.1. Хозяйственное значение

Тритикале (*Triticale*) — новая сельскохозяйственная культура, выведенная селекционерами в результате межродовой гибридизации пшеницы (*Triticum*) с рожью (*Secale*). Это растение обладает повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды и болезням.

Тритикале получают, используя в качестве материнской формы пшеницу (она сохраняет свою цитоплазму). По характеру происхождения тритикале делят на три группы:

- двухвидовые 56-хромосомные, получаемые от скрещивания мягкой пшеницы (*Tr. aestivum* L.) с рожью;
- двухвидовые 42-хромосомные, получаемые от скрещивания твердой озимой пшеницы (*Tr. durum* Desf.) с рожью;
- трехвидовые 42-хромосомные, которые получают от скрещивания озимой твердой пшеницы, озимой мягкой пшеницы и ржи.

Сорта тритикале, в зависимости от их биологических свойств, делят на три группы: *зерновые*, *кормовые* и *зерно-кормовые*. В их зерне содержится на 1,5 % белка больше, чем у пшеницы. Содержание клейковины такое же или на 3—4 % выше, чем у пшеницы, однако качество ее ниже. Тритикале характеризуется повышенным содержанием незаменимых аминокислот (лизин, триптофан).

Зерно озимого тритикале используется:

• *в хлебопечении*. Хлебопекарные достоинства тритикале несколько ниже, чем у пшеницы. Хлеб имеет меньший объем, низкую пористость мякиша и более высокую расплываемость. Хлеб лучшего качества получается из смеси пшеничной муки (70—80 %) и муки тритикале (20—30 %);

- *кондитерской промышленности;*
- *производстве пива, спирта, крахмала;*
- *как концентрированный корм для животных.*

Кормовые сорта тритикале высевают для получения зеленого корма, раннего силоса, травяной муки. Зеленая масса и силос из тритикале содержат на 0,5—1 % больше сырого белка, чем из пшеницы и ржи, и они хорошо поедаются скотом. Травяная мука богаче белками, каратиноидами (провитамином А) и минеральными солями, чем травяная мука из пшеницы и ржи.

Солому применяют на корм скоту и в качестве подстилки.

Использование потенциала новой зерновой культуры — тритикале, в которой удачно сочетаются высокая экологическая пластичность ржи с урожайностью и качеством пшеницы, является одним из путей увеличения производства в республике высококачественного кормового зерна. Посевные площади озимого тритикале в республике стабилизировались в последние годы на оптимальном уровне в 350—400 тыс. га. По этому показателю, по данным ФАО, Беларусь вышла на третье место в мире, уступая только Польше и Германии, где возделывается 1195 и 480 тыс. га соответственно (2005).

Культура озимого тритикале внесла значительный вклад в баланс кормового зерна Республики Беларусь, посевы его за последнее десятилетие увеличились с 12 до 400 тыс. га и на 95 % представлены белорусскими сортами (*Михась* — 48 % площадей под культурой, *Дубрава* — 17 %, *Мара* — 6 %, *Рунь* — 4 %, и на меньших площадях *Жыцень*, *Идея*, *Модуль*, *Сокол*, *Янко*), а также ярового тритикале — *Ванад*, *Лана*, *Кастусь*. Валовый сбор тритикале в 2005 г. составил 1,12 млн т, средняя урожайность — 31,4 ц/га. На сортоиспытательных участках сорта озимого тритикале имели среднюю и максимальную урожайность (ц/га) соответственно: *Кастусь* — 76,3 и 109,9; *Витон* — 83,4 и 114,1; *Вольтарио* — 80,2 и 111,5, *Мешко* — 72,9 и 96 [10].

По аналогии с озимым, яровое тритикале, созданное путем гибридизации яровой пшеницы с яровой рожью, широко возделывается в Мексике, Китае, Австралии, Канаде, Польше. Получили распространение гексаплоидные тритикале ($2n = 42$). За последние 3 года посевные площади ярового тритикале в Республике Беларусь увеличились с 2,7 до 13,1 тыс. га, с перспективой дальнейшего расширения до 100 тыс. га. По урожайности зерна яровое тритикале значительно превышает яровую пшеницу и овес и находится на уровне ячменя [8, Т. 2].

Зерно ярового тритикале, как и озимого, может использоваться для производства муки и выпечки кондитерских изделий, производства крахмала, в бродильной промышленности, однако основное использование — зернофураж, так как яровое тритикале существенно превосходит другие яровые культуры по кормовым достоинствам. По содержанию незаменимых аминокислот (лизина, метионина и цистеина) зерно тритикале превосходит другие зерновые.

Зерновой сорт тритикале *Амфидиплоид 206* выведен Украинским НИИ растениеводства. Он среднеспелый, устойчив к полеганию, противостоит твердой и пыльной головне, корневым гнилям и мучнистой росе. В Российской Федерации этот сорт районирован в Ростовской области, на Северном Кавказе и в Республике Марий Эл. Сорт *Амфидиплоид 201* районирован в Украине. Из кормовых сортов хорошо зарекомендовали себя *Амфидиплоид 1* и *Одесская кормовая*. В Беларуси высеваются также сорта тритикале польской селекции: *Бого*, *Витон*, *Вольтарио*, *Марко*, *Мешко*, *Прадо*, *Торнадо* [9].

В НПЦ НАН Беларуси по земледелию действует лаборатория тритикале, направления научно-исследовательской работы которой следующие:

- селекция сортов озимого и ярового тритикале, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, предуборочному прорастанию зерна на корню и наиболее вредоносным болезням (бурой ржавчине, корневым гнилям и септориозу колоса), с высокими кормовыми и технологическими достоинствами зерна;
- создание нового исходного материала методами отдаленной гибридизации;
- первичное семеноводство районированных и перспективных сортов;
- разработка сортовой агротехники, позволяющей реализовать потенциал продуктивности сорта.

1.1.5.2. История создания культуры

Первые гибриды между пшеницей и рожью были выделены в 1881 г. в Германии. Однако их достоинства не были оценены и практического значения они не получили.

В 1918 г. Г. К. Мейстер на Саратовской сельскохозяйственной опытной станции наблюдал образование таких гибридов в посевах ржи при спонтанной гибридизации ее с пшеницей.

В 1925 г. В. Н. Лебедевым на Белоцерковской опытно-селекционной станции были найдены естественные ржано-пшеничные гибриды.

В. Е. Писаревым в НИИСХ центральных районов нечерноземной зоны путем скрещивания мягкой озимой пшеницы с рожью и мягкой яровой пшеницы с рожью были экспериментально получены октаплоидные 56-хромосомные тритикале, т. е. гибрид мягкой пшеницы и ржи.

Одним из пионеров в области изучения гексаплоидных тритикале был А. И. Державин. В 1933 г. он получил первый амфидиплоид от скрещивания твердой пшеницы с рожью.

Интенсивная работа с тритикале началась после того, как были получены гексаплоидные тритикале и возникла идея использования их в производстве в районах с песчаными почвами. Интерес к этим гибридам возник в России, Германии, Венгрии, Испании, Болгарии, Польше, США, Канаде, Мексике и других странах.

Секалотритикум — ржано-пшеничные амфидиплоиды. Они совмещают в себе достоинства тритикале (повышенную зимостойкость и устойчивость к болезням, высокое содержание белка) с продуктивностью, не уступающей продуктивности озимой пшеницы.

В результате исследований полученных аллоплазматической ржи, пшеницы, тритикале (ядро ржи в цитоплазме пшеницы) и секалотритикума (ядра пшеницы в цитоплазме ржи) ученые пришли к выводу, что по своим качествам формы с цитоплазмой ржи хуже.

1.1.5.3. Особенности биологии и технологии выращивания

Тритикале — самоопыляющееся растение, но не исключено и перекрестное опыление. Тритикале имеет более крупное зерно, чем озимая рожь и пшеница (рис. 17). Способность тритикале давать более высокие урожаи по сравнению с пшеницей на бедных почвах делает его перспективной культурой в условиях дефицита средств интенсификации сельскохозяйственного производства [16].

Из биологических особенностей нужно отметить, что минимальная температура прорастания семян тритикале 1—3 °С, оптимальная — 20 °С. Всходы появляются на 5—7-е сутки после посева, кустятся осенью и продолжают рост весной. Период вегетации — 250—325 суток. При оптимально ранних сроках сева яровое тритикале созревает на 7—10 дней позже других яровых зерновых. Это снижает напряженность уборочных работ и уменьшает потери урожая от осыпания.

Наиболее высокую урожайность озимое тритикале формирует на почвах со слабокислой или нейтральной реакцией среды (рН 5,5—7,0). Максимальная потребность во влаге — в период интенсивного роста от выхода в трубку до формирования и налива зерновок. В качестве основных удобрений под тритикале применяют органические и минеральные, а также ранневесенние подкормки азотными удобрениями.

Лучшие предшественники тритикале в севообороте — черный пар, зерновые бобовые, зернобобовые смеси на зеленый корм, скороспелые диплоидные сорта гречихи, ранний картофель, однолетние травы, кукуруза на зеленый корм, рапс. Очень неблагоприятным является посев этой культуры по стерновым предшественникам — ячменю и озимой пшени-

це, после которых тритикале подвергается болезням, поражающим основание стебля и корни растений.

Обработка почвы для озимого тритикале такая же, как и для озимых ржи и пшеницы. Предшественника убирают не позднее, чем за месяц до сева озимого тритикале. После уборки культур проводят лушение на глубину 6—8 см. За 2—3 недели до сева проводят вспашку на глубину пахотного горизонта.

*а**б**в**г*

Рис. 17. Тритикале: растения на поле в начале и в конце июля (*а, б*); колосья пшеницы, тритикале и ржи (*в*); зерновки тритикале (*г*)

Сеют рядовым способом с междурядьями шириной 7,5—10 или 15 см в середине или конце посева озимой пшеницы (в северной части Беларуси это последняя декада августа, в центральной — первая декада сентября, в южной — с 10 по 20 сентября).

Посев ведут отсортированными семенами с чистотой не менее 97 %. Растения озимого тритикале, выращенные из крупных семян, закладывают узел кушения глубже, что способствует повышению зимостойкости культуры, развитию более мощной корневой системы. Они быстрее растут, меньше подвергаются воздействию засух, слабее поражаются болезнями и дают более высокий урожай.

Эффективный прием подготовки семян к севу — обработка их регуляторами роста. Это способствует повышению устойчивости тритикале к неблагоприятным условиям зимовки, полеганию и повышает урожайность на 2—5 ц/га.

Нормы высева — от 0,35 до 0,75 кг/м² в зависимости от зоны возделывания. Глубина заделки семян зависит от механического состава почвы: на легких почвах — 4—6 см и 2—3 см на суглинистых.

В качестве удобрения под тритикале вносят органические удобрения — 20—30 т/га полуперепревшего навоза или 30—40 т/га торфонавозного компоста, а также минеральные (фосфорные — 60—70 кг/га, калийные — 70—90 кг/га).

Азотные удобрения вносят в виде подкормок: первая — весной в период активной вегетации растений (60—70 кг д. в./га), вторая — в начале выхода в трубку (30—40 кг/га действующего вещества). При севе в рядки вносятся также 10—15 кг/га P₂O₅. Доза рядкового удобрения входит в общую норму.

К числу основных мероприятий по уходу за посевами можно отнести прикатывание, снегозадержание, весеннее боронование, подкормки, борьбу с сорняками, вредителями, болезнями.

Сразу после уборки предшественника проводят обработку посевов гербицидами (раундап или др.). При этом уничтожаются многолетние сорняки (пырей ползучий, осот, бодяк полевой). Если посевы тритикале засорены однолетними двудольными сорняками, то весной в фазу кушения их необходимо обработать гербицидами агритокс, ковбой, диален-супер против снежной плесени (третья декада октября).

В период вегетации для борьбы с болезнями (септориоз, фузариоз колоса) посевы тритикале необходимо обработать фунгицидами (импакт и др.). Против корневых гнилей, мучнистой росы, церкоспореллеза, сетчатой пятнистости защищает препарат феразим. От полегания предохраняют ретарданты.

Уборка однофазным и двухфазным способами. Опыт передовых хозяйств показывает, что при правильной технологии возделывания тритикале дает ежегодно в среднем урожае на уровне 50 ц/га.

1.1.6. Ячмень

1.1.6.1. Хозяйственное значение

Яровой ячмень, яровая пшеница и овес относятся к группе ранних яровых хлебов. По урожайности яровые хлеба во многих регионах уступают озимым, но дают высококачественное продовольственное и фуражное зерно и по валовому сбору занимают первое место.

В Беларуси яровой ячмень возделывают в основном как:

- *продовольственную культуру*. Из зерен ячменя готовят перловую и ячневую крупы, суррогат кофе, иногда хлеб. Чистая ячменная мука для хлебопечения малопригодна, при необходимости ячневую муку добавляют к ржаной или пшеничной в количестве 20—25 %. В Китае и Японии ячмень как продукт питания имеет особенно большое значение в районах, где прохладно и не вызревает рис; ячмень удобен здесь тем, что может произрастать в зимний период (отсюда большой процент озимых форм);

- *зернофуражную культуру*. Ячмень дают на корм лошадям вместо овса. В размолотом виде он идет в корм крупному рогатому скоту. Ячменное зерно дает концентрированный корм (100 кг зерна равны 120 кормовым единицам) для сельскохозяйственных животных, особенно для откорма свиней и птицы;

- *техническую культуру*. Ячмень используется в пивоваренной, спиртовой, кондитерской отраслях промышленности. Его зерно содержит мало белка (10—11 %), поэтому оно используется пивоварами как сырье для получения пива. Для приготовления пивного солода особенно ценным сырьем являются двурядные ячмени, которые обладают крупным и ровным зерном с пониженной пленчатостью и высокой энергией прорастания.

В состав зерна ячменя входят (в процентах на сухое вещество): белок — 12 %, жир — 2,1 %, безазотистые экстрактивные вещества — 64,6 %, клетчатка — 5,5 %, зола — 2,8 %. Белок ячменя содержит все незаменимые аминокислоты, включая особо дефицитные и наиболее ценные — триптофан и лизин. Некоторые сорта в протеиновой фракции содержат 4,5—5,0 % лизина.

Высота и облиственность растений (количество и ширина листьев) имеет важное значение при использовании ячменя на зеленый корм в чистом виде. Чрезвычайно эффективно использование на корм скоту зеленой массы ячменя в виде витаминной подкормки или сена — при выращивании ячменя в смеси с зернобобовыми (соя, пелюшка, чечевица, чина, вика яровая и озимая). Солома и мякина ячменя после предварительной подготовки (запаривание, особенно с аммиаком) широко используются на корм скоту. По питательности ячменная солома ниже овсяной, но не

уступает пшеничной. В ячменной соломе содержится 4,4 % протеина, в мякине — 6,2 %.

В СНГ условно можно выделить *три основные ячменные зоны*: с е в е р н у ю — продовольственной культуры; ю ж н у ю — в основном кормового ячменя; з а п а д н у ю — пивоваренного ячменя.

В Беларуси ячменем, преимущественно сортами пивоваренными, засеваются значительные площади (в 2004 г. 416, 6 тыс. га, 2008 г. — 612,6 тыс. га, что составляет до 15—20 % всех зерновых). В 2005 г. преобладали следующие сорта ячменя: *Тюрингия* (20 % от посевов под культурой), *Гонар* (15 %), *Атаман* (13 %), *Баронесса* (12 %); из пивоваренных сортов — *Гасцінец*, *Атаман*, *Сябра*, *Бровар*; из кормового направления — *Якуб*, *Гонар*, *Буриштын*.

Из перспективных сортов ячменя в 2007 г. на Гродненском сортоиспытательном участке высокой урожайностью (ц/га) выделялись: *Бровар* — 110,7, *Дзівосны* — 109,5, *Сябра* — 107,9, *Филадельфия* — 105,0, *Пасадена* — 102,5, *Гонар* — 100,4, *Атаман* — 99,2, *Гасцінец* — 98,2, *Фонтейн* — 97,1, *FDO 96007-505* — 97,0, *Сильфид* — 96,0, *Зубр* — 95,0, *Якуб* — 94,0 [9, 10].

1.1.6.2. Происхождение культуры

Ячмень принадлежит к древнейшим культурам и был известен человеку еще в каменном веке. Происхождение культурного ячменя связывают с Переднеазиатским центром, включающим Кавказ, Турцию, Сирию, Палестину, Ирак, Иран, Афганистан, Среднюю Азию. Видимо, из этих стран ячмень продвинулся далее на восток и запад, образовав там вторичные очаги происхождения — в Китае и Эфиопии, характеризующиеся исключительно большим разнообразием форм. Наиболее близкий к культурному ячменю дикий ячмень (*Hordeum spontaneum* L.) обладает теми же основными признаками, что и культурные его формы, но отличается сильной волосистостью элементов колоса и большой его ломкостью.

Самые первые доказательства использования ячменя как культурного растения относятся к эпохе неолита. Он описывается в Древнем Египте, Ассирии, Вавилонии, Закавказье и Средней Азии. В 1953 г. при раскопках в Анау близ Ашхабада среди обломков жилищ древних племен, населявших эти районы, обнаружены окаменевшие зерна многорядного культурного ячменя. Эти находки относятся примерно к 5—4 тыс. до н. э. Материалы раскопок в южной части Туркмении свидетельствуют о широкой культуре ячменя здесь и позже — при поливном земледелии за 3 тыс. до н. э. С доисторических времен была известна культура ячменя и у народов Закавказья. В Армении ячмень возделывали в 3—2 тыс. до н. э. В развалинах древних землянок трипольских селений (Украина) найдены отпечатки зерна ячменя, относящиеся также примерно к 3—2 тыс. до н. э.

1.1.6.3. Биологическая характеристика

Ячмень бывает *озимый* и *яровой*.

Яровой ячмень в СНГ возделывают от южных границ до Заполярья. Благодаря короткому вегетационному периоду и невысокой требовательности к теплу яровой ячмень возделывают в самых северных и высокогорных районах земледелия, а быстрый темп развития делает эту культуру ценной не только для зон с коротким периодом вегетации, но и для засушливых южных районов. Среди ранних яровых зерновых культур яровой ячмень дает наиболее высокие и устойчивые урожаи. Среди зерновых культур яровой ячмень по посевным площадям занимает первое место, а по валовому сбору зерна — второе, уступая лишь озимой пшенице. Яровой ячмень широко используют в качестве страховой культуры для пересева озимых. Яровой ячмень — наиболее скороспелая и пластичная культура с большим разнообразием форм.

Озимый ячмень по урожайности немного превосходит яровой. К преимуществам озимого ячменя следует отнести его раннее созревание, лучшее использование осенне-весенних запасов влаги в почве и большую засухоустойчивость по сравнению с яровым ячменем, хорошую сопротивляемость сорной растительности, высокое качество зерна как сырья для пивоварения. Среди всех зерновых озимый ячмень — самая скороспелая культура (вегетация длится 80—110 дней). Вегетативный период озимого ячменя на 2 недели короче, чем ярового, и на неделю короче, чем озимой пшеницы. Посев ячменя осенью и очень ранняя уборка дают возможность более равномерно использовать рабочую силу и технику, сеять после него пожнивные культуры (просо, кукурузу, однолетние травы), а также другие озимые культуры. Однако озимый ячмень менее зимостоек, чем озимая пшеница, а тем более рожь. Продолжительные морозы сильнее $-12...-15^{\circ}\text{C}$ уже опасны для него. Поэтому выращивают его лишь в районах с мягкими зимами, и посевы его находятся, в основном, в Средней Азии, Крыму, на Северном Кавказе.

В СНГ на долю озимого ячменя приходится 4 % всех посевов ячменя. В Беларуси он возделывается фрагментарно в южных районах.

Род ячмень (*Hordeum* L.) включает 28 видов, разделяемых на 6 секций. К культурному ячменю, кроме обыкновенного, или посевного *Hordeum vulgare* L. (*H. sativum* Lessen.) (рис. 18), относят еще 2 вида: *H. humile* Vav. et Bacht. — ячмень низкорослый и *H. aethiopicum* Vav. et Bacht. — ячмень эфиопский. Но в Беларуси два последних вида ячменя используют только в селекции.

Основной вид *H. sativum* агрономы подразделяют на 3 подвида: *ssp. vulgare* L. — многорядные, или 6-рядные (паллидум); *ssp. distichum* — 2-рядные (нутанс); иногда выделяют еще *ssp. intermedium* — промежуточные ячмени, содержащие на уступах стержня от 1 до 3 плодущих колосков. Последний подвид не имеет большого производственного значения.

Культурный ячмень — однолетнее растение. Ячмень — самоопылятель. Нередко цветение заканчивается до выколашивания, когда колос еще находится во влагалищной трубке листьев.

Соцветие — колос, состоящий из коленчатого плоского стержня и колосков, расположенных попеременно в его выемках. Колосовой стержень у культурных ячменей сравнительно прочный, у диких форм — распадающийся при созревании на отдельные колоски. У ячменя колоски одно-



Рис. 18. Ячмень: морфологические особенности разновидности паллидум (шестирядного — а), колосья на поле в июле (б), в августе (в) и его зерновки (г)

цветковые, расположены тройчатками с двух плоских сторон стержня. В зависимости от числа колосков в выемках колосового стержня и различают ячмени *двурядные, шестирядные (многорядные) и промежуточные*.

Шестирядный ячмень имеет на каждом уступе колоскового стержня по 3 плодущих колоска. Двурядный ячмень несет на каждом уступе колоскового стержня тоже по три колоска, но из них плодущий — только один — средний; два боковых колоска недоразвиты. Имеются пленчатые и голозерные формы двурядного ячменя. Цветковые чешуи у пленчатых сортов срстаются с зерновкой, у голозерных — чешуи несросшиеся. Наружная цветковая чешуя у плодущих переходит на конце в ость — зазубренную или гладкую, короткую или длинную; у некоторых форм наружная цветковая чешуя вместо ости несет лопастные придатки — фурки, реже она не имеет ни остей, ни фурок (безостые ячмени).

1.1.6.4. Особенности технологии выращивания ярового ячменя

Для посева следует использовать крупные отборные семена с силой роста не менее 80 % и массой около 50 г. Такие семена дают более дружные всходы и обеспечивают лучший их рост. Для обеззараживания семян ячменя от возбудителей болезней необходимо провести протравливание препаратами, представленными в Госреестре и разрешенными к применению на территории Республики Беларусь [11, 12] (такими как гранозан, байтан-универсал, фундазол, витавакс или др.). Мокрое и полусухое протравливание формалином применяют для пленчатых сортов ячменя в концентрации 1 : 300.

Одно из условий получения высоких урожаев зерна ярового ячменя — ранние сроки сева — при температуре почвы + 5 °С. Это первые 5—7 дней начала полевых работ, его высевают после яровой пшеницы или одновременно с ней. Прохладная погода и достаточное количество влаги в почве способствуют дружному появлению всходов и хорошему развитию корневой системы. При ранних сроках посева ячмень меньше поражается грибными болезнями и успевает раскуститься до массового вылета шведской мухи, почти не подвергается действию засухи. К тому же уборка урожая ранних сроков посева обычно проходит при благоприятных метеорологических условиях.

Зерно ячменя прорастает при температуре 2—4 °С, но процесс идет медленно; оптимальная температура прорастания 6—12 °С. Всходы могут выдерживать заморозки до –8...–9 °С. Однако снижения температуры до –2...–3 °С в фазы цветения и созревания опасны растениям.

Через 18—20 дней после всходов проростки ячменя начинают куститься, причем сильнее, чем яровая пшеница и овес (4–5 стеблей на растение). Растения быстро развивают зеленую массу и хорошо угнетают сорняки.

Яровой ячмень — культура умеренных температур. Он более устойчив к высоким температурам, чем пшеница и овес. Но нежаростоек, подвержен действию высоких температур. При температуре воздуха 38—40 °С через 25—35 ч наступает паралич устьиц, после чего листья засыхают — проявляются признаки теплового ожога.

Яровой ячмень — самая засухоустойчивая культура. Для прорастания семян необходимо 48—50 % воды от массы семян. Из-за слабой корневой системы и ее медленного развития способность усваивать питательные вещества у ячменя слабая и он плохо переносит весеннюю засуху. Наибольшее количество воды потребляет в период выхода в трубку и колошения. Вместе с тем, ячмень чувствителен к избыточному увлажнению. При избытке в почве влаги и азота полегает.

Требователен к плодородию почвы и предшественникам: здесь озимый ячмень приближается к озимой пшенице. Для получения высоких урожаев ячменя необходимы хорошо обработанные и удобренные почвы с достаточным количеством легкоусвояемых элементов питания. Наиболее пригодны среднесвязанные суглинистые почвы. На песчаных почвах ячмень развивается хуже, чем рожь и овес. На сильнозасоленных почвах культура ячменя не удастся. Ячмень не переносит также повышенной кислотности почвы, поэтому при посеве на кислых почвах их надо известковать.

У ячменя в отличие от других зерновых культур поглощение основных элементов питания происходит за короткий период. При недостатке элементов питания в первые 15—30 дней после посева задерживаются рост и развитие растений, нарушаются нормальный процесс образования углеводов и формирование генеративных органов, ослабляется устойчивость к полеганию и болезням. Ко времени выхода в трубку он потребляет почти 67 % калия, используемого за весь вегетационный период, до 46 % фосфора и значительное количество азота. К началу цветения поглощение питательных веществ почти заканчивается.

Для получения высоких урожаев этой культуры очень важно, чтобы растения были обеспечены в полной мере доступными элементами с самого начала их развития. Компенсировать недостаток питания позже практически невозможно. Такая биологическая особенность определяет специфику применения удобрений. Ячмень — наиболее отзывчивая на удобрения культура.

Лучшие предшественники ярового ячменя — хорошо удобренные пропашные культуры, оставляющие чистые от сорняков поля. Хорошими предшественниками считаются озимые зерновые, идущие по удобренному чистому или занятому пару. Для продовольственных и кормовых целей ячмень можно высевать после зернобобовых культур, оставляющих в почве достаточное количество азота. Нередко в нечерноземной зоне в качестве предшественника для ячменя используют лен-долгунец, оборот пласта многолетних трав.

Плохими предшественниками служат озимые зерновые, ячмень из-за повреждения корневыми гнилями, а также многолетние мятликовые травы.

Ячмень, выращиваемый для пивоварения, не следует высевать после предшественников, оставляющих в почве много азота (клевер, зернобобовые). Пивоваренный ячмень, как правило, размещают после удобренных пропашных культур. В этом случае ячмень хорошо использует последнее действие органических удобрений и дает высокий урожай зерна хорошего качества.

Для пивоваренного ячменя особенно большое значение имеют фосфорно-калийные удобрения — они способствуют лучшему накоплению крахмала и снижению белка в зерне. Средние нормы их внесения — 50—60 кг фосфорной кислоты и 35—45 кг окиси калия на 1 га.

В условиях Беларуси доза азотных удобрений под ячмень составляет 60—110 кг/га. Эту дозу вносят под предпосевную культивацию.

Органические удобрения вносят в основном под предшествующую культуру.

Калийные удобрения в полной дозе (70—120 кг д. в./га) вносят под основную обработку почвы. Фосфорные удобрения вносят в дозе 60—80 кг/га под основную обработку почвы и 10—15 кг/га — в рядки при посеве ячменя.

Для повышения содержания белка в зерне ячменя, используемого на кормовые цели, применяют поздние подкормки в фазе колошения — например, мочевиной (20—25 кг/га): расход раствора 300 л/га.

Для нормального развития ярового ячменя необходимо наличие в почве микроэлементов (бор, марганец, медь, цинк и др.), которые вносят в почву или дражируют в процессе предпосевной обработки семян: бор — 10 г/т, медь — 30 г/т, марганец — 18 г/т, цинк — 12 г/т.

Лучший способ сева — сплошной рядовой с шириной междурядий 15 см и узкорядный с междурядиями 7,5—10 см.

Норма высева: 4,0—4,5 млн/га всхожих семян. На высоких агрофонах норму высева следует снижать до 3,5 млн семян на 1 га.

Глубина заделки семян 3—4 см, на средних и тяжелых суглинках — 2—3 см, на легких — 5—6 см.

Эффективным приемом сохранения влаги в почве и борьбы с сорняками является довсходовое (проводят через 3—5 дней после посева) и послевсходовое (необходимо в фазе 3-4 листьев) боронование.

При высокой засоренности посевов проводят химическую прополку. Для уничтожения сорняков посева в фазе 2-3 листьев (начало кущения) обрабатывают соответствующими гербицидами.

Из вредителей ячмень поражается шведской и гессенской мухами, злаковой тлей, особенно поражаются запоздалые посева. При угрозе поражения ячменя злаковыми мухами, злаковой тлей посева обрабатывают инсектицидами.

Для защиты посевов от грибных инфекций (ржавчина, мучнистая роса, гельминтоспориоз) в фазе колошения-цветения проводят обработку фунгицидами.

Для борьбы с полеганием в конце фазы выхода в трубку применяют ретарданты.

В свою очередь, ячмень — хороший предшественник для многих яровых, а в некоторых районах и для озимых культур. Благодаря короткому вегетационному периоду ячмень является ценной покровной культурой для многолетних бобовых и злаковых трав.

Ячмень созревает дружно. При наступлении полной спелости колосья поникают и становятся ломкими. Яровой ячмень убирают в фазе полной спелости.

Способ уборки определяется состоянием посевов и погодными условиями. На полях с ровным стеблестоем и влажностью зерна не более 22 % уборку проводят прямым комбайнированием. При сильной засоренности посевов или их полегании применяют отдельную уборку. При этом продолжительность нахождения массы в валках не должна превышать пяти дней.

1.1.7. Овес

1.1.7.1. Хозяйственное значение

Овес — ценная продовольственная и кормовая культура. В зерне овса содержится 12—15 % белка, 40—45 % крахмала, 4,0—6,0 % липидов. Белок легко усваивается и отличается повышенным содержанием необходимых для организма человека аминокислот (аргинин, гистидин, лизин, триптофан). По сравнению с другими хлебными злаками зерно овса содержит значительно больше липидов, особенно в зародыше; в их составе преобладают линоленовая и олеиновая кислоты. Кроме того, зерно овса богато витаминами В₁, В₂, соединениями железа, кальция и фосфора.

Часть зерна высшего качества используется непосредственно человеком для своих продовольственных целей — крупа, толокно, хлопья, геркулес, детское питание, печенье и пр. Продукты, изготовленные из переработанного зерна овса, отличаются высокой питательностью, калорийностью и легко усваиваются организмом человека. Их широко используют в диетическом и детском питании. В хлебопекарной промышленности муку овса примешивают в небольших количествах к пшеничной или ржаной муке. Для хлебопечения одна овсяная мука малоприспособна из-за отсутствия в ней клейковины.

Овес — важнейшая зернофуражная культура Республики Беларусь. Принято считать, что 1 кг зерна овса соответствует 1 кормовой единице (стандарт). Зерно овса используют как незаменимый концентрирован-

ный и хорошо усваиваемый корм для лошадей, птицы, племенных животных. Переработанное зерно овса включают как обязательный компонент в комбикорма. Включение в рацион кур-несушек до 40 % голозерного овса приводит к повышению яйценоскости, что обеспечит дополнительную прибыль до 250 долл. США в расчете на 1000 голов. Голозерный овес при добавлении ферментов может быть также использован как монокорм при откорме бройлеров.

Овес широко используется на зеленый корм, силос, сено, особенно в смеси с однолетними бобовыми культурами (вика яровая, горох, пелюшка). Это лучшая культура для посева в смеси с бобовыми растениями — викией, горохом, чиньей. Вико-овсяные, горохо-овсяные и другие смеси используют как основные компоненты зеленого конвейера. Смешанные посевы овса с бобовыми культурами широко применяют в качестве парозанимающих культур, а также в качестве основных предшественников озимых культур в районах достаточного увлажнения. Большую ценность в пищевом отношении представляет голозерный овес, содержащий намного больше белка, жира и крахмала, чем пленчатый овес.

Овсяная солома и полова — самые питательные из зерновых культур, они полностью используются на корм скоту.

В мировом земледелии овес занимает около 13 млн га и по сумме посевных площадей находится на пятом месте в мире после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Основное мировое производство овса сосредоточено сейчас в среднеширотной полосе Северного полушария — в России, Беларуси, Казахстане, США, Польше, Германии и Канаде. В Северной Америке его выращивают во всех провинциях Канады и штатах США. В России в 2003 г. площадь его посева составила 3,72 млн га, причем основные площади посева овса находятся в нечерноземной зоне европейской части и Сибири. Преимущественно возделывают яровой овес, в меньшей степени распространены полуозимые, озимые формы и двуручки. По урожайности они превосходят яровой овес, но из-за низкой зимостойкости не получили распространения.

Средняя урожайность овса в мире 20,2 ц/га.

В Беларуси в 2005 г. выращивали следующие сорта овса: *Эрбграф* (23,3 % от посевов под культурой), *Полонез* (15,7 %), *Альф* (13 %), *Стралец* (12 %). В 2003—2006 гг. овес высевался на площади 200—250 тыс. га, валовые сборы составляли 550—700 тыс. т, урожайность — около 25—29 ц/га.

Вместе с тем, опыты показывают, что при соблюдении технологии возделывания овес может давать в республике более 50 ц/га: 83,2 на Гродненской, 79,4 на Шучинской и 74,7 на Мозырской сельскохозяйственных опытных станциях. Из перспективных сортов овса урожайностью (ц/га) выделялись: *Стралец* — 93,0, *Запавет* — 87,5, *Синельниковский-68* — 88,0, *Синельниковский-59* — 84,0, *Крепыш* — 77,0 [10].

В Беларуси выведены также новые перспективные сорта овса — пленчатые: *Асілак*, *Богач*, *Буг*, *Запавет*, *Золак*, *Полонез*, *Юбiляр* и голозерные: *Белорусский голозерный*, *Вандроўнік*, *Гоша* [9].

1.1.7.2. Происхождение культуры

Овес относится к числу древних культур, но возделывать его начали значительно позже, чем пшеницу и ячмень. Точное место окультуривания овса неизвестно, но предположительно это Восточная или Южная Европа, где его выращивали еще в бронзовом веке, за 1500—1700 лет до н. э. Первые письменные упоминания о нем имеются в трудах древнегреческого врача Диетихиса. Вначале овес встречался как сорное растение в посевах пшеницы и ячменя. По мере продвижения к северу и в горы овес, будучи более выносливым, вытеснял их и таким путем входил в культуру. Раскопки археологов свидетельствуют о том, что его выращивали с VII в. н. э. в северо-западных районах России (под Новгородом и Псковом). В Беларуси овес распространен повсеместно с очень давних времен.

1.1.7.3. Биологическая характеристика

Род *Avena* представлен большим количеством видов (более 76), среди которых имеются культурные и дикие виды (овсюги).

Наибольшее распространение из культурных овсов получили два вида: овес посевной (*Avena sativa* L.) (рис. 19) и овес византийский (*A. byzantina* C. Koch); встречаются также овес песчаный (*A. strigosa* Schreb.), овсюг обыкновенный, или северный (*A. fatua* L.), и овсюг южный (*A. ludoviciana* Dur.), засоряющие посевы.

Овсюги от культурных овсов отличаются наличием подковки у основания зерна, обуславливающей быстрое осыпание семян. У культурных овсов подковки нет. У овсюга обыкновенного (северного) подковка имеется на каждом зерне в колоске, у овсюга южного — только на нижнем зерне в колоске. Цветковая чешуя диких овсов покрыта густыми волосками, особенно у овсюга южного, на спинной части имеется коленчато-изогнутая, в нижней части спирально скрученная ость, которая в зависимости от влажности скручивается или раскручивается, что способствует заглублению семян в почву.

Овес посевной (*A. sativa* L.) имеет пленчатые и голозерные формы. У пленчатых форм в колоске 2 или 3 (реже 4) цветка, у голозерных — цветков 7 и более. Колоски безостые или остистые. При отделении колоска от веточки метелки площадка излома прямая. При отделении первого зерна от второго стерженек (ножка второго цветка) остается при первом зерне. Овес посевной по форме метелки и характеру зерна делится на три группы разновидностей:

*a**б**в**г*

Рис. 19. Овес: морфологические особенности растения (*a*); на поле в июле (*б*) и августе (*в*); его зерновки (*г*)

- овес посевной метельчатый, или развесистый (*A. sativa patula* Al., или *A. sativa diffusae* Al.), — с пленчатым зерном и раскидистой метелкой;
- овес посевной одногривый (односторонний), или сжатый (*A. sativa orientalis* Schreb.), — с пленчатым зерном и одногривой метелкой (ветви более или менее сжаты и обращены в одну сторону);
- овес посевной голозерный (*A. sativa nuda* Al.) — с голым зерном (после созревания зерна выпадают из пленок).

Основные площади в Беларуси занимают пленчатые овсы, а голозерные из-за невысокой урожайности и требовательности к влаге распространены незначительно. В зависимости от строения метелки, окраски цветковых чешуй, пленчатости и остистости у овса посевного выделяют еще разновидности: *A. sativa mutica* AL, *A. sativa aristata* Kt., *A. sativa aurea* Korn., которые не имеют пока практического значения.

Овес византийский — *A. byzanthina* Thell. — колоски 2—4-цветковые, крупные. Два нижних цветка в колоске остистые. Ости тонкие, прямые. Имеются голозерные формы. Стебли вначале лежачие, позже прямостоячие. Растения культурные или полусорные. Встречаются как яровые, так и озимые формы. Характеризуются засухоустойчивостью, иммунитетом к корончатой ржавчине, твердой и пыльной головне, а также к мучнистой росе. Возделывается в Средиземноморских странах, в южных штатах США. *Овес византийский* отличается от *посевного* прежде всего наличием остей на всех зернах в колоске. При отделении колоска от веточки метелки площадка излома скошенная. При отделении первого зерна от второго стерженек разламывается, и часть остается у первого зерна, часть — у второго.

Овес песчаный — сорный вид, имеет мелкое зерно и на каждом — коленчато-изогнутую ость. Верх наружной цветковой чешуи расщеплен и заканчивается остевидными заострениями (стригами). При отделении колоска от веточки метелки площадка излома точечная, едва заметная. При отделении первого зерна от второго стерженек остается при первом зерне.

Овес — культура длинного дня и умеренного климата. Продолжительность вегетационного периода у возделываемых сортов составляет 70—130 дней. С продвижением на север вегетационный период овса сокращается.

Овес — сравнительно холодостойкая культура. Семена этой культуры начинают прорастать при температуре 2—3 °С, при такой температуре всходы появляются через 18—24 дней. При температуре почвы 10 °С всходы появляются через 8—10 дней. Всходы способны переносить кратковременные заморозки до -6...-8 °С, но в фазе цветения растения повреждаются заморозками -1,5...-2 °С.

Высокую температуру овес переносит хуже, чем пшеница и ячмень. Наиболее благоприятная температура для роста и развития овса в период формирования вегетативных органов 10—15 °С, в период выметывания метелки 16—22 °С, налива и созревания зерна 18—25 °С. Овес подверга-

ется «захватам» и «запалам», паралич устьиц у него наступает при температуре 38—40 °С через 4—5 ч, тогда как у ячменя — через 25—30 ч.

Овес лучше переносит весеннюю засуху, чем ячмень и пшеница, благодаря быстроразвивающейся корневой системе, но сильнее страдает от летней засухи. При одновременном появлении всходов овес образует вторичные корни на 6—8 дней раньше ячменя. На корнях овса большое количество корневых волосков, поверхность которых составляет более 90 % поверхности всей корневой системы. Эти волоски обладают повышенной активностью, поэтому корневая система овса отличается высокой поглощательной способностью.

В отличие от ячменя у овса более растянут критический период потребления элементов питания и влаги, который захватывает фазы выхода в трубку, выметывания и цветения. Отсутствие осадков в это время резко снижает его урожайность. Недостаток влаги в фазу кущения — начала колосения и высокие температуры ограничивают возделывание овса в жарких, засушливых районах Полесья.

К почвам овес предъявляет невысокие требования и может возделываться на супесчаных, суглинистых, глинистых и заболоченных почвах. Овес мирится с повышенными до 5—6 значениями рН, поэтому его можно возделывать при освоении торфяников и новых подзолистых земель. Корневая система его мочковатая, хорошо развитая, обладает способностью извлекать из почвы труднорастворимые элементы питания (например, фосфорную кислоту фосфоритов). Он хорошо реагирует на известкование почвы и внесение азотных и других удобрений. Овес успешно произрастает на песчаных почвах, достаточно обеспеченных влагой, уступая в этом отношении только ржи. На солонцеватых почвах растет плохо.

Продуктивная кустистость овса выше, чем у пшеницы, но слабее, чем у ячменя. Лучше, чем пшеница и ячмень, выносит затенение. Это позволяет произрастать при относительной засоренности почвы, а также в смеси с бобовыми культурами.

Овес — самоопыляющееся растение. Цветение у него обычно закрытое, однако теплая солнечная погода с кратковременными дождями способствует обильному образованию пыльцы и открытому цветению. Как цветение, так и созревание овса идет постепенно от верхних колосков метелки к нижним. Самое крупное и тяжеловесное зерно формируется в верхних колосках. Семена, образовавшиеся в соцветии первыми, наиболее крупные и тяжелые и обладают лучшими посевными качествами.

1.1.7.4. Особенности технологии выращивания

Для посева необходимо использовать семена лучших сортов. Они должны быть отсортированными, достаточно крупными и откалиброванными. Последнее особенно важно для овса, так как он отличается

растянутым цветением и формированием зерен в метелке. Верхние зерна, которые созревают в метелке раньше, в 1,5—2,0 раза крупнее и тяжелее нижних.

Для обеззараживания семян против возбудителей грибных и бактериальных заболеваний используют соответствующие препараты (см. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь) [11, 12]. Протравливание проводят сухим или полусухим способом. Сухое протравливание проводят с семенами с влажностью не более 14 % за 2—3 мес. до посева. При влажности выше 17 % семена обрабатывают за 2—3 дня до посева полусухим способом, при этом дозу протравителя, необходимую для обработки 1 т семян, разводят в 10 л воды с прилипателем (NaКМЦ — 0,2 кг/т, расход воды — 10 л/т) и полученной суспензией смачивают семена.

Одновременно с протравливанием семян проводят обработку микроэлементами. Обработку семян микроэлементами проводят, если содержание их в почве меньше следующих значений: бора — 0,3 мг/кг почвы, меди — 1,5 мг/кг, цинка — 1,0 мг/кг. Для обработки используют борную кислоту — 100 г/т, сернокислую медь — 300 г/т, сернокислый цинк — 180 г/т, сернокислый марганец — 120 г/т.

Для повышения устойчивости к болезням добавляют регулятор роста (агат-25 К, 55 г/т семян).

Овес в севообороте обычно высевают заключительной культурой после других зерновых по тем же предшественникам, что и ячмень, но чаще по зернобобовым, озимой и яровой пшенице, идущей по пару. Хорошими предшественниками являются пропашные культуры, особенно картофель и кукуруза; допустимыми — зерновые колосовые, гречиха, мятликовые травы. В льносеющих районах получают высокие урожаи овса после льна, по обороту пласта. Не рекомендуется размещать его два года подряд на одном и том же поле после свеклы, так как это ведет к распространению общего вредителя — нематоды. В связи с малой чувствительностью овса к кислотности почвы с его посева обычно начинают освоение болотных и подзолистых почв.

В качестве первого приема подготовки почвы к посеву овса применяют послеуборочное лущение стерни после зерновых предшественников. Если поле засорено однолетними сорняками, глубина лущения составляет 5—7 см, при засорении корневищными или корнеотпрысковыми сорняками — 10—12 см.

Важнейший элемент системы обработки почвы — зяблевая вспашка. Она проводится на глубину пахотного слоя через 2—3 недели после лущения при появлении всходов сорняков. Это делают в конце августа или осенью до 15 сентября. После появления сорняков проводят культивацию с боронованием.

При весенней обработке почвы проводят две культивации: первая (для предотвращения быстрого испарения влаги) — на глубину 5—7 см, вторая (для заделки минеральных удобрений) — на глубину 5—8 см.

Органические удобрения под овес не вносятся, за исключением покровов его на семена или на очень бедных и кислых почвах. Органические удобрения вносят под предыдущие культуры.

В условиях Беларуси под овес фосфорные удобрения вносят из расчета 50—60 кг д. в./га, калийные — 80—120 кг/га. Оптимальной дозой азота для овса является 60—90 кг/га. Его вносят под предпосевную культивацию. Дробное внесение азотных удобрений под данную культуру неэффективно.

В смеси с однолетними бобовыми овес относится к числу лучших парозанимающих культур. Сам овес из-за большого количества корневых остатков может быть неплохим предшественником для других культур. В условиях специализации севооборотов, когда насыщенность зерновыми культурами достигает 65—70 %, овес выполняет функции «санитарной» культуры, так как он обладает повышенной устойчивостью к корневым гнилям. Овес гораздо меньше повреждается шведской и гессенской мухами, чем ячмень и пшеница.

Овес — культура раннего сева, его высевают при наступлении физической спелости почвы, т. е. в первые дни начала полевых работ. В южной части Беларуси его высевают в начале апреля, в центральной — в середине, в северной — в конце апреля. Особенно нужно торопиться с высевом овса на супесчаных и торфяно-болотистых почвах. Ранние сроки сева повышают полевую всхожесть и кустистость, снижают степень поражения фузариозом, ржавчиной, шведской и гессенской мухами. Но вред, наносимый ими овсу, меньше, чем ячменю и пшенице.

Норма посева семян составляет 5,0—5,5 млн всхожих зерен на 1 га пленчатых сортов и 5—6 млн/га — голозерных.

Овес нужно высевать сплошным рядковым или узкорядным способом, с междурядьями 7,5; 12,5; 15 см на глубину 2—3 см (на тяжелых почвах), 3—4 см (на легких суглинках) и 4—5 см (на супесчаных почвах).

Уход за посевами складывается из довсходового боронования через 3—5 дней после сева. При сильной засоренности необходимо проводить послевсходовое боронование в фазе 3-4 листьев.

Для химической прополки в фазу кушения проводят обработки против однолетних двудольных сорняков, осота, ромашки, горца препаратами соответствующих гербицидов.

Овес, по сравнению с ячменем, отличается растянутым периодом потребления основных элементов питания, поэтому он сильнее отзывается на внесение минеральных удобрений, особенно азотных. Фосфорные и калийные удобрения вносят под основную обработку почвы, азотные — под предпосевную культивацию (50—60 %), остальную часть — в виде под-

кормки в период кущения — начала выхода в трубку. Наибольший эффект дают азотные удобрения в фазе кущения или начала выхода в трубку в дозе 30—50 % азота от расчетной нормы.

При угрозе поражения злаковыми мухами и злаковой тлей посевы в фазу 2-3 листьев (кущение) необходимо обработать инсектицидами (такими как децис-экстра, каратэ, суми-альфа и др.). Основной вредитель посевов овса — шведская муха. Весеннее поколение ее развивается на стеблях овса, летнее — в метелках.

Для борьбы с грибными болезнями (ржавчина корончатая, красно-бурая пятнистость, мучнистая роса) применяют фунгицидные препараты (импакт, фоликур, феразим и др.).

При возделывании овса для детского питания пестициды и удобрения в высоких нормах не применяют.

Уборку овса проводят комбайнированием за 4—5 календарных дней при полной спелости зерна в верхушке метелки, не дожидаясь созревания его в нижней части метелки. Созревание начинается с верхних колосков метелки и с периферии и распространяется вниз и к центру метелки.

1.2. ЗЕРНОВЫЕ ЗЛАКОВЫЕ КУЛЬТУРЫ ВТОРОЙ ГРУППЫ

К группе зерновых злаковых культур 2-й группы (или просовидных хлебов) относятся: *кукуруза*, *рис*, *просо*, *сорго*, *чумиза* и др. Наибольшие площади занимает кукуруза, ставшая важнейшей продовольственной и кормовой культурой. В засушливой и полузасушливой зонах, преимущественно в черноземной полосе, широко распространено просо. Меньшие площади занимает рис, возделываемый в поливных условиях. Сорго выращивается в ограниченных размерах в острозасушливых районах, преимущественно на песчаных и солонцеватых почвах (в частности, при орошении в Средней Азии). Еще меньше распространена чумиза.

Просовидные хлеба отличаются от типичных хлебных злаков рядом биологических и морфологических особенностей. Все они теплолюбивые и светолубивые растения короткого дня, отличающиеся высокой засухоустойчивостью (кроме риса) и меньшей требовательностью к плодородию почвы, чем, например, пшеница и ячмень.

Просовидные хлеба при благоприятных условиях способны давать высокие урожаи.

Соцветия просовидных хлебов — метелки (у кукурузы женское соцветие — початок). Нижние цветки колосков обычно редуцированы и бесплодны. Зерно не имеет бороздки и хохолка, прорастает одним корешком. Узлы кущения расположены у поверхности почвы.

1.2.1. Кукуруза

1.2.1.1. Хозяйственное значение

Кукуруза — одна из основных культур современного мирового земледелия. Это растение характеризуется разносторонним использованием и высокой урожайностью. В зерне кукурузы нормальной влажности (14—15 %) содержится 65—70 % углеводов, 9—12 % белков, 4—6 % липидов, витамины и минеральные вещества.

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

Кукурузная мука в качестве примеси к пшеничной и ржаной идет для выпечки хлеба, из нее готовят специальное кушанье — мамалыгу (широко употребляется на Кавказе, в Молдавии, Закарпатье), используют как необходимый компонент бисквитов, кексов и других кондитерских изделий. Из зерна кукурузы вырабатывают несколько сортов крупы (ее выход — до 64 %), в том числе «кукурузную манку», заменяющую манную крупу из пшеницы, а также используют ее в производстве крахмала, глюкозы, патоки, пива, спирта, сахарного сиропа, кукурузных хлопьев и т. д.

Выделяемые при переработке кукурузы зародыши зерна содержат 30—40 % липидов, которые идут для получения пищевого масла, витамина Е, лечебных препаратов из пестичных цветков (столбиков и рылец). В пищу употребляются отваренные и консервированные початки и зерна кукурузы в фазе молочной спелости.

Однако как *пищевой продукт* белок зерна кукурузы беден незаменимыми аминокислотами (лизином и триптофаном) и богат малоценным в кормовом отношении белком зеином.

Кукуруза — важнейшая *кормовая культура*. Из общего мирового производства зерна кукурузы на корм скоту потребляется 60 %. Это ценный компонент комбикормов. Как концентрированный корм зерно кукурузы скармливают всем видам животных, особенно свиньям и молочному скоту, а также птице. В 1 кг зерна содержится 1,34 кормовых единиц (корм. ед.) и 78 г перевариваемого белка.

В стеблях кукурузы соответственно (на 1 кг) приходится 0,37 корм. ед. и 20 г перевариваемого протеина. По сбору кормовых единиц с гектара (6280 кг корм. ед. и 413 кг протеина) кукуруза вместе с сахарной свеклой занимает первое место, превосходя в этом отношении все другие культуры, в особенности с учетом меньших трудозатрат на ее производство. Кукурузу используют на зеленый корм, который богат каротином. На корм идут и остающиеся после уборки на зерно сухие листья, стебли и стерж-

ни початков кукурузы. Кукуруза занимает первое место среди силосных культур. Силос имеет хорошую перевариваемость и обладает диетическими свойствами.

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

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

Пестичные столбики кукурузы используют в медицине. Из стеблей и початковых стержней получают активированный уголь, анестезирующие средства.

Как высокоурожайная полевая пропашная культура кукуруза имеет большое агротехническое и организационно-хозяйственное значение: она способствует очищению полей от сорняков, улучшению водного режима почвы и повышению ее плодородия и поэтому служит ценным предшественником зерновых и других культур, после которых она, в свою очередь, хорошо растет. Кукуруза также является ценной культурой в пожнивных, повторных, смешанных и уплотненных посевах.

По урожайности зерна кукуруза превосходит все зерновые хлеба, уступая только рису. В мировом производстве зерна кукуруза занимает 3 место (после пшеницы и риса). По данным ФАО, в 2005 г. лидерами по выращиванию кукурузы были США и Китай (табл. 3). В США кукуруза дает 60 % валового сбора зерна.

Таблица 3

Мировое производство зерна кукурузы (тыс. т в г.)

Страна	1995	2000	2005
США	225 453	187 969	280 228
Китай	64 102	112 362	131 145
Бразилия	22 018	36 267	34 860
Мексика	14 103	18 353	20 500
Аргентина	11 900	11 404	19 500
Индия	6 644	9 534	14 500

Окончание табл. 3

Страна	1995	2000	2005
Франция	12 409	12 740	13 226
Индонезия	4 330	8 246	12 014
Южная Африка	8 444	4 866	11 996
Италия	6 357	8 454	10 622

В 2005 г. в мире кукурузу на зерно возделывали на площади более 142,68 млн га, около 35 % мировой площади ее приходится на США. Среднемировая урожайность ее зерна приблизилась к 50 ц/га. Во многих странах Европы она в два и более раза превышает мировую. Рекордный урожай зерна кукурузы в мире составил 232,2 ц/га.

В США в 2006 г. был собран третий по величине урожай за всю историю страны. Несмотря на это, цена бушеля зерна на Чикагской бирже в начале ноября составила 3,44 долл. США против 1,8 долл. в начале сентября. Причина подорожания кроется в том, что кукуруза идет на изготовление этанола, спрос на который существенно вырос в последние годы в связи с ростом цен на нефть. Поэтому мировые площади под культурой постоянно расширяются.

В Российской Федерации кукуруза возделывается по 2 основным направлениям:

- на зерно в основном в Северо-Кавказском, Нижневолжском, Центральном-Черноземном регионах, где площадь посева составила 720 тыс. га, средняя урожайность — 32,5 ц/га;
- на силос и зеленый корм кукурузу выращивают практически повсеместно, за исключением Северного региона и других северных районов, и за последние 5 лет площадь составила около 3 млн га, а урожайность — 170 ц/га.

Почвенно-климатические условия Беларуси позволяют получать 350—400 ц/га зеленой массы и 50—70 ц/га зерна кукурузы.

В Беларуси кукуруза возделывается в основном как силосная культура. Значительные площади заняты ей для получения зеленой массы на подкормку скота. В последние годы наблюдается тенденция к расширению посевов кукурузы и выращиванию ее на зерно (в частности, в Брестской, Гродненской, Гомельской и Минской областях республики). В 2008 г. в Беларуси посевы кукурузы на зерно были размещены на 100,3 тыс. га, что на 1,3 % больше, чем планировалось. Собрано 668,5 тыс. т зерна кукурузы при средней урожайности 66,7 ц/га. В будущем году площадь кукурузы по зерновой технологии будет увеличена до 200 тыс. га, что позволит получить не менее 1 млн т зерна.

Кукуруза на зеленый корм и силос в Республике Беларусь в 2008 г. высеяна на площади свыше 615,3 тыс. га, что составляет 97,7 % к плану. Собрано 14,5 млн т зеленой массы при средней урожайности 235,8 ц/га. Перед хозяйствами Беларуси поставлена задача до конца 2010 г. довести среднюю урожайность кукурузы до 300 ц/га и получать валовой сбор зеленой массы на уровне 13—14 млн т.

В 2005 г. районированный в Беларуси сорт-стандарт кукурузы сахарной *Парумбень-340* на Гродненской сельскохозяйственной опытной станции показал среднюю урожайность 197 ц/га. Среди других перспективных высокоурожайных сортов в 2005 г. на Кобринской сельскохозяйственной опытной станции отмечены: *Парумбень-198MBF1* — 182 ц/га и *Людмила* — 190 ц/га [10].

В НПЦ НАН Беларуси по земледелию впервые созданы белорусские холодостойкие, скороспелые гибриды кукурузы, позволяющие производить на юге республики свои высококачественные семена в два раза дешевле, чем ввозимые из-за пределов страны. С их появлением зона возделывания кукурузы на зерно продвинулась на 100 км севернее. В 2004 г. произведены семена родительских форм гибрида *Белиз*. В 2005 г. впервые в истории Беларуси произведено 2,5 тыс. т белорусских гибридных семян кукурузы на основе собственных (не привозных) родительских форм, что покрывает потребности Гомельской области в гибридных семенах кукурузы. В ближайшие годы с вводом в строй заводов по доработке семян кукурузы (в городах Мозырь и Ивацевичи) Беларусь планирует производить ежегодно до 7,5 тыс. т семян и полностью покрыть свои потребности в семенах.

Созданы гибриды кукурузы белорусской селекции: *Белиз*, *Полесский 212CB*, совместные (белорусско-молдавские): *Бемо 160 MB*, *Бемо 181CB*, *Бемо 182CB*, *Бемо 210CB*, *Бемо 172CB*; белорусско-украинские: *Адонис 180CB*, *Адонис 224CB*, *МОС 182CB*, *МЕЛ 272CB*, *ВАР 330MB* [9].

1.2.1.2. Происхождение культуры

Кукуруза — древнейшая культура стран жаркого, достаточно влажного климата; обнаруженные в раскопках Мехико початки ее датируются по углероду в 3,5 тыс. до н. э., а пыльца в раскопках Перу и Боливии имеет возраст 5—10 тыс. до н. э. Как в Перу и Боливии, так и в Мексике кукуруза служила в те времена главным продуктом питания, и ко времени открытия Нового Света (1492) она была основным культивируемым растением в южной и северной частях континента Америки.

О месте и времени появления кукурузы в культуре точных сведений нет. Кукуруза (маис) — *Zea mays* L. — известна только в культурном состоянии, и диких предков этого растения найти не удалось. Скорее всего, кукуруза произошла гибридогенным путем в результате скрещивания вымершего предка маиса с представителем рода трипсакум. Предполагаемый далекий прародитель кукурузы — «тесинте» американского про-

исхождения. Наиболее вероятными областями происхождения кукурузы считают Мексику или Гватемалу в Центральной Америке.

Возделывания кукурузы в Старом Свете до открытия Америки не установлено. Образцы кукурузы были доставлены в Испанию участниками второго путешествия Колумба в Америку, и после публикации отчета П. Мартайра в 1511 г. и 1516 г. обратили внимание на это растение ботаников Европы.

Испанские писатели, следуя примеру карибских индейцев, обычно называли кукурузу маисом. Ботаническое название кукурузы, данное К. Линнеем, — *Zea* (Дзея) от греч. «дзао» — жить. В самом деле, кукуруза — жизненно важная культура, как и все хлеба, которые называли словом «жито». На других европейских языках кукуруза имела различные названия: в Вене и Берлине — маис, в Будапеште — кукурица, в Варшаве — кукурудза, в Бухаресте, Софии — кукуруз, что от турецкого «кокороз» — высокостебельное растение. Кукуруза быстро распространилась в Европе и Средиземноморье. Португальцы завезли кукурузу в Индию, Китай, Гвинею, на остров Яву (1496).

Несколько позже кукуруза распространилась на территории Российского государства — в Грузии (XVII в.), на Северном Кавказе, в Украине, Молдавии, затем в Средней Азии, Нижнем Поволжье и более северных районах (например, в Орловской, Тульской, Калужской губерниях — XIX в.). Однако в России кукуруза долгое время большого хозяйственного значения не имела, и в 1913 г. под ее посевами было занято лишь 1,3 млн га. Только в середине XX в. по инициативе Н. С. Хрущева вопросу широкого распространения посевов кукурузы для продовольственных и кормовых целей было уделено серьезное внимание. В настоящее время в СНГ основные площади посевов кукурузы на зерно расположены в Украине (преимущественно в ее южной части), Северном Кавказе, Молдавии и Закавказье. Культура кукурузы простирается приблизительно до 50° с. ш.

Широкое распространение кукурузы в мировой земледелии обусловлено следующими причинами:

- кукуруза — одно из наиболее продуктивных растений;
- она обладает большой способностью приспосабливаться к различным почвенно-климатическим условиям.

1.2.1.3. Биологическая характеристика

Кукуруза относится к семейству Злаковые, или Мятликовые (*Gramineae*, или *Poaceae*) и имеет лишь один вид — кукуруза обыкновенная, или маис (*Zea mays* L.) (рис. 20). Кукуруза — культурное растение, и дикие предки ее не установлены.

Кукуруза — однолетнее, однодомное, раздельнополое растение. Женские цветки ее собраны в соцветие початок, мужские — в метелку.

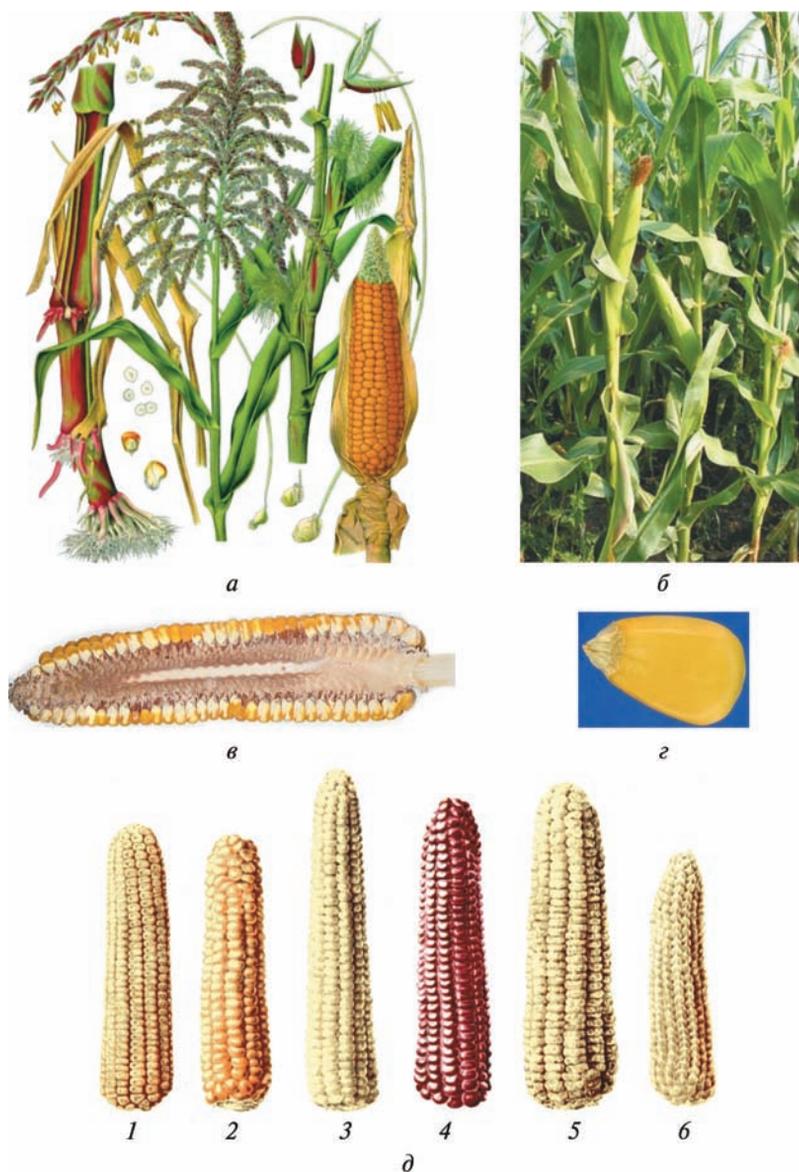


Рис. 20. Кукуруза: морфологические особенности (*а*); на поле в июле (*б*); початок в разрезе (*в*); отдельная зерновка (*г*); подвиды кукурузы (*д*) — зубовидная (*1*), кремнистая (*2, 4*), крахмалистая (*3*), сахарная (*5*), рисовая, или лопающаяся (*6*)

Корневая система мощная, мочковатая, многоярусная, корни уходят на глубину до 3 м. Анатомическая особенность строения корневой системы кукурузы — наличие воздушных полостей, свидетельствующих о повышенной чувствительности корней к наличию кислорода.

Стебель толстый, мясистый, сочный, в диаметре до 7 см. Высота растения обычно от 60 см до 6 м в зависимости от разных почвенно-климатических условий. Цветки мужские расположены попарно на верхушке растения на кистеобразных ветвях метелки, женские сидят початками в углах листьев на боковых поверхностях стебля, рыльце одно и очень длинное.

Кукуруза — перекрестноопыляющаяся (с помощью ветра) культура. Мужские и женские цветки зацветают не одновременно, что также является важным условием для перекрестного опыления. Метелка зацветает на 3—8 дней раньше выхода рылец столбиков из початков. Для опыления благоприятна теплая влажная погода с легким ветром. При дождливой погоде пыльца смывается, а чрезмерная сухость убивает ее. Неблагоприятные условия ведут к образованию череззерницы.

Плод — крупная зерновка, как правило, голая, гладкая. Зерно состоит из оболочки, эндосперма и зародыша. В эндосперме различают мучнистую и роговидную части.

Зерновки кукурузы разных групп и сортов (гибридов) имеют различную окраску — белую, кремовую, желтую, оранжевую, красную, фиолетовую. В початке в зависимости от сорта и условий выращивания образуется 200—1000 зерен, в среднем початок имеет 500—600 зерен.

По форме, строению и химическому составу зерновок выделяют девять подвидов кукурузы: зубовидная (самый распространенный подвид); полузубовидная; кремнистая; крахмалистая; крахмалисто-сахарная; сахарная; лопающаяся; восковидная; пленчатая. В результате длительного отбора человек создал более 10 тыс. различных форм, сортов и гибридов кукурузы, имеющих разное хозяйственное назначение: продовольственное, кормовое и техническое.

Зубовидная кукуруза (indentata) (рис. 20, д — 1) — самый распространенный подвид, сравнительно новый в культуре. Зерно крупное, удлиненно-призматическое, с вмятиной на верхушке, по форме напоминает конский зуб. Эндосперм на боковых сторонах зерновок стекловидный, в центре зерна и на верхушке мучнистый. Крахмала в зерне 68—76 %, белка 8—10, жира около 5 %. Сорта и гибриды, относящиеся к этому подвиду, сравнительно позднеспелые.

Кремнистая кукуруза (indurata) (рис. 20, д — 2, 4) по происхождению является одним из наиболее древних подвидов, имеет самый широкий ареал на земном шаре. Отличается холодостойкостью, неполегаемостью, устойчивостью к болезням и меньшей требовательностью к условиям произрастания, имеет как исключительно позднеспелые, так и предельно скороспелые формы. Зерно округлое, сдавленное, гладкое, блестящее. Эндосперм

стекловидный и лишь в центральной части зерновки мучнистый. Крахмала в зерне 65—83 %, белка 8—18 %, жира до 5 %. Ценное сырье для производства муки, из которой готовят мамалыгу, хлебные изделия и крупы.

Крахмалистая кукуруза (amylazea) (рис. 20, д — 3) имеет такую же форму зерна, как кремнистая. Зерновка почти вся наполнена мучнистой массой. Роговидный эндосперм отсутствует или представлен лишь тонким наружным слоем. Крахмала в зерне 72—83 %, белка 7—12, жира 5 %. Зерно — ценное сырье для крахмалопаточной, спиртоводочной и маслособойной промышленности.

Сахарная кукуруза (saccharata) (рис. 20, д — 5) возникла как мутант зубовидных и кремнистых сортов. Считается сравнительно молодой в культуре. Имеет крупную морщинистую зерновку, состоящую из полупрозрачного стекловидного эндосперма с характерным блеском на изломе. В эндосперме сахарных сортов кроме различных форм крахмала содержится водорастворимый декстрин и белок. Белка в зерне до 18—20 %, углеводов до 64%, из них половина (32 %) приходится на долю декстрина, жира 8—9 %. Сахарная кукуруза — овощная культура, ее используют в консервной промышленности. На пищевые цели зерно идет в молочной спелости. Особенность сахарной кукурузы — многостебельность.

Лопашая кукуруза (everta) (рис. 20, д — 6) — наиболее древний подвид. Зерно мелкое, эндосперм целиком роговидный. При поджаривании сухое зерно лопается, образуя белые хлопья. Есть две формы: рисовая (с остроконечными зерновками) и перловая (с округлыми зерновками). Крахмала в зернах 62—72 %, белка 10—14 %. Из лопающейся кукурузы делают крупу и хлопья. Растения отличаются хорошей кустистостью, облиственностью и многопочатковостью.

Восковидная кукуруза (ceratina) сравнительно недавно введена в культуру. Зерно по форме и твердости похоже на зерно кремнистой кукурузы. Наружная часть эндосперма непрозрачна и из-за матового оттенка внешне похожа на воск. Восковидную кукурузу возделывают в США и в некоторых европейских странах, используют для получения декстрина.

Пленчатая кукуруза (tunicata) имеет характерный признак — сильно развитые прицветники женских цветков, плотно прикрывающие зерновку. Производственного значения не имеет.

Кукуруза — светолюбивое растение короткого дня, быстрее всего зацветает при 8—9-часовом дне. При продолжительности дня свыше 12—14 ч период вегетации удлиняется. Кукуруза требует интенсивного солнечного освещения, особенно в первый период вегетации.

Кукуруза — теплолюбивое растение. Ее семена прорастают при температуре почвы на глубине заделки семян 8—10 °С. Всходы появляются при температуре 10—12 °С через 15—20 дней после посева. Интенсивность роста резко снижается при 14—15 °С, а при 10 °С рост прекращается. До появления генеративных органов повышение температуры до 25 °С не вредит

росту и развитию кукурузы. Со времени цветения метелок и появления нитей на початках температура 25 °С и более неблагоприятна, а свыше 30 °С нарушает цветение и оплодотворение: сокращается период жизнеспособности пыльцы, подсыхают нити початков. Оптимальная температура для роста и развития культуры от цветения до созревания 22—23 °С. Заморозки до минус 2—3 °С повреждают всходы.

Кукуруза использует большое количество влаги благодаря мощно развитой корневой системе и способности листьев потреблять воду из воздуха.

Для прорастания семян кукурузы требуется 60 % воды от массы семени. Оптимальная влажность почвы в период активного роста растений составляет 75—80 % от полной влагоемкости.

Кукуруза эффективно использует осадки второй половины лета. Критический период потребности в воде приходится на фазы выметывание метелки — середина молочной спелости зерна. В это время расходуется до 70 % воды, а до полной спелости — остальные 30 %.

Высокие урожаи кукуруза дает на чистых, рыхлых, воздухопроницаемых почвах с глубоким гумусовым слоем, обеспеченных питательными веществами и влагой, с рН 5,5—7,0. Это черноземные, темно-каштановые, темно-серые суглинистые и супесчаные, а также пойменные почвы.

Сумма активных температур 2100—2400 °С (для скороспелых сортов); 2600—3000 °С (для средне- и позднеспелых).

Продолжительность периода вегетации у кукурузы — 75—180 дней и более.

Каждой группе спелости кукурузы соответствует определенная сумма эффективных температур, необходимая для достижения той или иной фазы спелости зерна.

У кукурузы выделяют следующие фазы роста и развития:

- начало и полное появление всходов;
- начало и полное появление метелок;
- начало и полное появление початков (появление нитей);
- молочное, молочно-восковое состояние зерна;
- восковая спелость;
- полная спелость.

Длительность межфазных периодов определяется сортовыми особенностями, погодными условиями и агротехникой.

1.2.1.4. Особенности технологии выращивания

Кукуруза относится к культурам, которые можно возделывать на одном и том же участке несколько лет (но не более 3—5).

Лучшими предшественниками для кукурузы являются пропашные, зернобобовые, однолетние и многолетние бобовые травы, а также удобренные навозом зерновые культуры.

Кукуруза — хороший предшественник почти всех культур, поэтому ее целесообразно возделывать в условиях Беларуси в севообороте.

Система обработки почвы зависит от предшественника, засоренности, гранулометрического состава почвы и складывается из основной и предпосевной.

Основную обработку (лущение, вспашка на глубину пахотного слоя) проводят для создания оптимальных агрофизических свойств почвы, уничтожения сорняков, заделки растительных остатков предшествующей культуры, удобрений.

Предпосевная обработка (раннее боронование зяби, одна-две предпосевные культивации с выравниванием почвы, прикатывание перед севом и после него) направлена на сохранение влаги, улучшение воздушного, теплового режимов, обеспечения качественного размещения семян при посеве на заданную глубину и проведение необходимых мер для борьбы с сорняками.

При вспашке зяби под кукурузу вносят органические удобрения из расчета 35—40 т/га на окультуренных суглинистых и 40—50 т/га на супесчаных почвах. На постоянных участках возделывания кукурузы рекомендуется вносить 100—120 т/га органических удобрений один раз в 3—4 года.

Доза азотных удобрений составляет 90—120 кг д. в./га на легких почвах — 1/3 часть вносят в предпосевную культивацию и 2/3 — во время рыхления междурядий, на связных — в предпосевную культивацию.

Фосфорные удобрения в количестве 60—90 кг д. в./га вносят до сева и 10—15 кг/га д. в. при севе.

Дозу калийных удобрений (90—120 кг д. в./га) вносят под вспашку на связных почвах или под культивацию весной на легких почвах.

Для посева кукурузы используют семена гибридов не ниже первого поколения, протравленные и инкрустированные обычным способом на специальных заводах.

К посеву кукурузы приступают при прогревании почвы на глубине заделки семян до 8—10 °С. Оптимальные сроки посева в северной зоне Беларуси — 1—10 мая, центральной — 25 апреля — 10 мая, в южной — 25 апреля — 5 мая. Продолжительность сева составляет 10—12 дней.

Кукурузу высевают широкорядным, пунктирным способом. Ширина междурядий — 70 см.

Глубина заделки семян кукурузы на почвах легкого гранулометрического состава составляет 5—6 см, на связных — 3—5 см.

Оптимальная густота стояния растений при возделывании на зерно колеблется от 80 до 90 тыс./га для раннеспелых гибридов, 70—80 — для среднеспелых; на силос — 110—120 для среднеранних, 100—110 — для среднеспелых и 90—100 тыс./га — для среднепоздних.

Боронование на глубину 1—2 см проводят на 4—6 день после посева. Повторное довсходовое боронование проводят через 4—6 дней после первого. Третье довсходовое боронование рекомендовано при задержке всхо-

дов. Повсходное боронование проводят в фазе 3—6 листьев. Этот прием обработки почвы способствует уничтожению сорняков.

После обозначения рядков приступают к культивации междурядий. Для борьбы с сорняками в критический для кукурузы период развития используют гербициды — примэкстра голд TZV, кларисс [11, 12, 16].

Уборку кукурузы проводят обычно в сентябре.

Кукурузу на силос убирают в молочно-восковой или восковой спелости зерна, но стебли и листья в это время еще зеленые (эта фаза длится около 10 дней), растения содержат ~70 % воды (в зерне 35—55 %). При уборке позже начала восковой спелости силосная масса получается более грубой и сухой. Для повышения белковости силосуемой массы целесообразно проводить смешанные посевы кукурузы с бобами, соей, лобией или другими бобовыми. В последнее время такие посевы получили широкое распространение. Лучшие результаты получаются, когда бобовые растения и кукуруза высеваются чередующимися рядами (широкорядным способом). Уборка проводится в один прием, и зеленая масса силосуется вместе.

Кукурузу на зерно убирают при полной спелости. В это время все растение становится желтым, обертки початков подсыхают, зерно затвердевает и приобретает блеск. Для ускорения подсыхания початков раскрывают уже пожелтевшие обертки или опрыскивают посев 15 % раствором $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Хотя зерна кукурузы не осыпаются при полном созревании растений, растягивать уборку початков не следует, так как задержка с уборкой ведет к поражению зерна болезнями, повреждению вредителями и грачами, обламыванию початков. К тому же длительное оставление созревших початков на растениях, а также при туманах и в дождливую погоду приводит к повышению их влажности. Уборку на зерно осуществляют двумя способами: в початках (начинают при влажности зерна 40 %) и в зерне (при влажности не выше 32 %). Листостебельную массу в обоих случаях собирают одновременно с уборкой зерновой части урожая. Продолжительность уборки не должна превышать 15 дней.

1.2.2. Рис

1.2.2.1. Хозяйственное значение

Рис — одна из важнейших зерновых культур пищевого назначения на земном шаре. В переводе с санскрита рис означает «основа питания человека». Свыше 60 стран мира возделывают рис, более половины человечества питаются им. Он занимает второе место после пшеницы по площади посевов и по валовому сбору зерна. Рисовая крупа состоит в основном из углеводов, в ней мало белка, жира и золы. Она отличается высокими вкусовыми качествами, легко переваривается и служит диетическим продуктом, а рисовый отвар обладает целебными свойствами. Белок риса по сравнению с другими зерновыми культурами содержит повышенное количество

незаменимых кислот, таких как лизин, валин, метионин. Но однообразное и продолжительное питание одним рисом приводит к заболеванию «бери-бери» (авитаминоз, болезнь нервной и сосудистой системы), поскольку крупа бедна белковыми веществами и витаминами.

Из зерна риса получают муку, которая не подходит для хлебопечения. Из нее вырабатывают фитин, витамин Е и другие фармацевтические препараты.

Рис имеет *кормовое назначение*. Рисовую солому используют на корм скоту. По кормовой ценности она превосходит пшеничную солому — в 1 кг ее содержится 0,24 корм. ед. и 22 г сырого белка. Рисовые отруби используются в животноводстве как корм для скота.

Рис имеет также *техническое назначение*. Из него получают рисовый крахмал, который имеет большую ценность для текстильной, парфюмерной и медицинской промышленности.

Из зародышей риса получают рисовое масло, применяемое для мыловарения и производства свечей.

Рисовая солома идет на изготовление бумаги, тонкой и прочной папиросной бумаги, картона, веревок, мешков, циновок, шляп, сандалий, корзин.

В Китае очень популярно традиционное рисовое вино. В Японии из риса производят национальный спиртной напиток — рисовую водку (саке).

Средняя урожайность риса в мире — 19 ц/га. Мировыми лидерами по производству риса являются Китай и Индия (табл. 4). В России рис возделывают при орошении в сухостепных районах на Кубани, Дальнем Востоке, в низовьях Волги, Дона.

Таблица 4

Мировое производство зерна риса (тыс. т в г.)

Страна	1995	2000	2005
Китай	171 319	187 298	184 254
Индия	95 818	115 440	129 000
Индонезия	39 033	49 744	53 985
Бангладеш	22 556	26 399	40 054
Вьетнам	15 875	24 964	36 341
Таиланд	20 264	22 016	27 000
Мьянма	14 317	17 957	22 000
Филиппины	8 806	10 541	14 800
Бразилия	9 025	11 226	13 141
Япония	14 578	13 435	10 989

Природно-климатические условия Республики Беларусь недостаточны благоприятны для возделывания риса.

1.2.2.2. Происхождение культуры

Ранее в России и в Европе риса не знали. Небольшое количество риса поступало с караванами из Ирана и Средней Азии (под названием *сарацинская пшеница*). Зато в Индии и Китае отваренный рис был и остается основной пищей, заменяя собой пшеничный и ржаной хлеб. О том, что Индия — родина риса, говорит его большое сортовое разнообразие, а также наличие дикорастущих видов. Агроботаники Индии доказывают, что тамилы культивировали рис на юге Индостана еще за 4 тыс. до н. э. Агроботаники Китая настаивают на том, что впервые рис стали культивировать в их стране — документированные сведения об этом (посевную кампанию открывал сам император) относятся к началу 3 тыс. до н. э. В Индии рис называют «арихи», в Персии — «арыз», а линнеевское название «ориза» взято из греческого языка, в который корень этого слова перешел, по видимому, из персидского названия.

На территории Закавказья и в Центральной Азии рис начали выращивать во 2—3 вв. до н. э. В Европе рис как сельскохозяйственная культура появился в VIII в. н. э., а в Америке — в XV—XVI вв. н. э. В Россию культуру риса проникла через Венгрию и Украину в XV в.

В Африке выращивают африканский, или голый, рис (*Oryza glaberrima* Steud.). Местное население в Африке также использует в пищу зерно ряда дикорастущих видов риса, в первую очередь риса точечного (*Oryza punctata* Kotschy ex Steud.) и короткоязычкового (*Oryza barthii* A. Chev.). Есть основания полагать, что культурный рис возник из дикого осыпающегося риса — *Oryza fatua* L., отличающегося ботаническим разнообразием. По исследованиям Дин Ин (Китай), культурный рис возник из дикого риса — *Oryza sativa* L. f. *spontanea*, произрастающего в Южном Китае.

1.2.2.3. Биологическая характеристика

Существует около 20 видов риса, произрастающих главным образом в тропиках и субтропиках Азии, Африки, Америки, Австралии.

Культурный рис (*Oryza sativa* L.) (рис. 21) подразделяется на 3 подвида:

- индийский (*indica*) — с длинными и тонкими зерновками (отношение их длины к ширине 3,0—3,5 : 1);
- китайско-японский (*sino-japonica*) — с короткими и широкими зерновками (1,4—2,9 : 1);
- яванский (*javanica*), возделываемый главным образом в Индонезии.

Каждый подвид по ряду признаков делится еще на разновидности.

В России наиболее распространен китайско-японский подвид риса. Один и тот же сорт риса, обработанный по-разному, имеет разный цвет, вкус, питательные свойства и время приготовления. По виду обработки

рис разделяют на коричневый (минимальная обработка с сохранением большей части питательных веществ зерна), белый (шлифованный белоснежный рис — самый распространенный тип обработки) и пропаренный (специально обработанный паром в целях удержания витаминов и минералов в зерне, а не в отрубной оболочке).

Красный рис. Этот традиционный тайский вариант в последнее время стали также возделывать на юге Франции. Красные круглые неочищенные зерна следует варить около 45 мин. Если замочить рис на ночь, время варки сокращается до 25 мин.

Коричневый рис. В Азии коричневый рис употребляют в пищу в основном дети и старики, в то время как в Европе и Америке его ценят сторонники здорового образа жизни за повышенное содержание питательных веществ по сравнению с обычным рисом. Коричневый рис в процессе обработки сохраняет питательную отрубную оболочку, что объясняет его

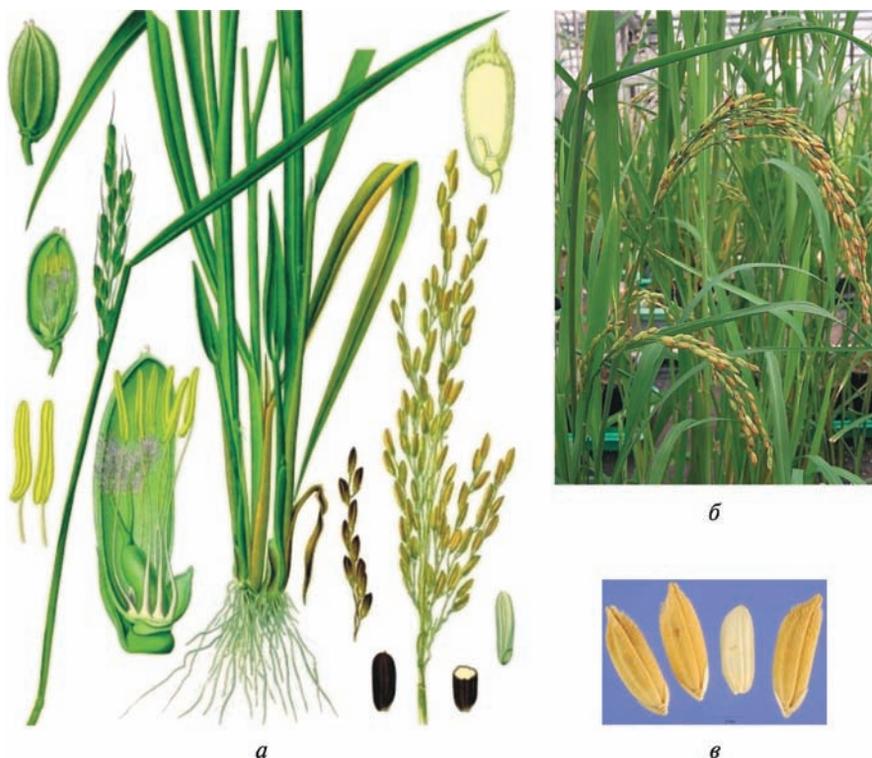


Рис. 21. Рис: морфологические особенности растения (а); вид на поле в июле (б); зерновки (в)

непривычный светло-коричневый цвет. Он намного полезнее, чем белый рис, так как львиная доля питательных веществ содержится именно в оболочке зерна. Правда, срок хранения такого риса сокращается из-за того, что на зернах остается маслосодержащая оболочка.

Белый рис — это рис, прошедший все стадии шлифовки. Его зерна имеют гладкую и ровную поверхность, белоснежный цвет и полупрозрачность, однако отдельные зерна могут быть и непрозрачными, потому что они содержат мельчайшие пузырьки воздуха. По содержанию витаминов и минералов белый рис проигрывает коричневому или пропаренному рису, однако именно он является основным типом риса, потребляемым во всем мире. Время приготовления такого риса 10—15 мин, а готовые блюда из белого риса обладают превосходными вкусом и внешним видом.

Желтый (пропаренный) рис. Обработка паром — специальная технология повышения качественных характеристик риса. Необрушенный рис замачивают в воде, а затем обрабатывают горячим паром под давлением. Прошедшие эту процедуру зерна сушат и шлифуют, как обычный рис. После обработки зерна пропаренного риса приобретают янтарно-желтый оттенок и становятся полупрозрачными. Пропаренный рис имеет свои преимущества: при обработке паром до 80 % витаминов и минералов, содержащихся в отрубной оболочке, переходит в зерно риса, а сами зерна становятся менее ломкими. Желтоватый оттенок пропаренного риса исчезает при готовке, и он становится таким же белоснежным, как и белый шлифованный рис. Однако время готовки пропаренного риса составляет 20—25 мин из-за того, что зерна после обработки становятся тверже и развариваются медленнее обычного риса. После варки зерна пропаренного риса никогда не слипаются, кроме того, он остается таким же вкусным и рассыпчатым даже после повторного разогрева блюда.

Длиннозерный рис — самый распространенный вид риса, употребляемый для пловов, гарниров и десертов. Самые лучшие сорта — басмати, выращиваемый у подножия Гималаев на севере Индии и в некоторых районах Пакистана, и жасмин, выращиваемый в Таиланде. Время приготовления 20 мин.

Круглозерный рис иногда называют молочным, потому что именно этот сорт риса используют в первую очередь для приготовления каши. Круглозерный рис выращивают преимущественно в Италии, поэтому он встречается почти во всех средиземноморских блюдах от ризотто до супов. Благодаря большой «клейкости» этот рис используют для суши. Время варки 20 мин.

Рис — самоопыляющееся однолетнее теплолюбивое яровое растение короткого дня. Семена риса прорастают при температуре 10 °С. Физиологически активная температура, при которой появляется проросток, со-

ставляет 15 °С, оптимальная 22—25 °С. Оптимальная температура для роста растений 25—30 °С, а максимальная 40 °С.

Сумма эффективных температур за период вегетации у различных по скороспелости сортов колеблется от 2200 до 3200 °С. Продолжительность вегетационного периода 90—140 дней.

Одно растение дает до 300 корней с небольшим числом корневых волосков, распространяющихся в верхнем (25 см) слое почвы. Стебель — полая соломина высотой 80—120 см. Листья линейно-ланцетные, края их пильчато-заостренные, длиной до 35 см и шириной до 2 см. Соцветие — верхушечная метелка.

Рис по своей природе — гигрофит, т. е. очень влаголюбивое растение, выращиваемое при орошении или в районах со значительным (не менее 1800 мм в год) количеством осадков. В анатомическом плане гигрофитная особенность риса заключается в том, что его ткани имеют много межклетников и воздушных полостей, по которым воздух доставляется в нижние части растений, погруженные в воду.

Наибольшая потребность в воде отмечается в критический период — в фазах кущение—выметывание, поэтому без орошения рис дает низкие урожаи даже в сильно увлажненных районах.

Лучше всего рис произрастает на черноземах и пойменных почвах.

При набухании зерновки кислород воздуха в нее не проникает и наклевание происходит в анаэробных условиях, под слоем воды. Потребность в кислороде возникает у семян после наклевания. В этот период чеки освобождают от воды.

Всходы появляются на 5—15 день. Фаза всходов охватывает время появления 1—3 листьев. В этот период быстро развивается корневая система. Рис должен расти без слоя воды. Низкие температуры сильно тормозят рост и развитие риса. Заморозки до $-0,5$ °С опасны для всходов, а до -1 °С совершенно губительны для него.

Кущение начинается с образованием у проростков риса 3-4 листьев и заканчивается с формированием 8-9 листьев. Эта фаза длится 25—30 дней. Минимальная температура для нормального прохождения фазы кущения 12 °С, оптимальная 23—26 °С. Подкормка азотом в разгар кущения риса способствует формированию крупных метелок на боковых побегах.

Выход в трубку начинается с появлением у риса 8—9 листьев. Внешний признак выхода в трубку — появление флагового листа (вырастает последний лист, расположенный перпендикулярно к солоmine растения).

Выметывание: из влагалища верхнего листа появляется соцветие. Цветки риса могут опыляться даже при закрытых цветковых чешуях. Цветение главной метелки продолжается 5—7 дней.

Формирование, налив и созревание зерна длится 30—40 дней.

1.2.2.4. Особенности технологии выращивания

Перед посевом проводят зяблевую вспашку на глубину до 27 см. Вспаханную с осени почву оставляют на просушивание и усиление аэрации. Поля, засоренные прибрежно-водными сорняками, рекомендуется обрабатывать мелкой зяблевой вспашкой на глубину 12—14 см и гербицидами. Водоросли и сорняки в посевах уничтожают опрыскиванием медного купороса и гербицидов. Семена перед посевом протравливают гранозаном с красителем — 2 кг/т семян.

Рис хорошо реагирует на удобрения, из которых наибольшее значение для него имеют азотные. Органические удобрения вносят в паровом поле или занятом пару в норме 30—40 т/га с заделкой на глубину 12—14 см. Фосфорные удобрения вместе с калийными вносят за 10—12 дней до посева с заделкой на глубину до 12 см. Основное азотное удобрение вносят не ранее чем за 5—6 дней до сева и заделывают на глубину 10—12 см.

Высевают рис при температуре поверхностного слоя почвы и воды 12—15 °С в период с 25 апреля по 15 мая.

Посев рядовой, глубина заделки 1,5—2 см и немедленное затопление водой слоем 5—7 см. Семена его прорастают при температуре 11—12 °С. Хорошие всходы появляются при температуре 14—15 °С. Оптимальная температура для роста 25—30 °С. В начале вегетации рис растет медленно. Он выдерживает длительное затопление слоем воды в 10—15 см, так как его ткани имеют много межклетников и воздушных полостей. Лучшие почвы для риса — наносы речных долин, связные, тяжелые, глинистые, хорошо удерживающие воду, с высоким содержанием органического вещества. Оптимальная реакция почвы слабокислая — рН 5—6,5. Уборку риса проводят двухфазным способом в период полной спелости в средней части метелки.

При возделывании риса применяют специализированные 5—9-польные севообороты. В этих целях делают перерывы выводом полей под сукходольные растения, люцерну, клевер, донник, а также под чистый или занятый пар. Таким образом севооборот включает травяное и паровое звенья. После парового поля рис беспрерывно возделывают не более 2 лет, после выращивания многолетних бобовых трав — 3 года. Основное назначение травяного звена — обогащение почвы свежим органическим веществом, борьба с болотными сорняками, производство высокобелковых кормов.

Пар служит в первую очередь для проведения мелиоративно-ремонтных работ, выращивания промежуточных культур, а также борьбы с сорно-полевыми (краснозерными) формами риса. Лучшие парозанимающие культуры — рапс озимый, горох, чина, вика, соя, а также бобово-злаковые смеси, гречиха.

Рис отзывчив на органические удобрения (30—40 т навоза/га), вносимые в почву парового или мелиоративного поля под зяблевую вспашку.

Из всех элементов питания наиболее сильно рис реагирует на азот. Растения риса поглощают его почти на протяжении всей вегетации. Потребность в азоте увеличивается до выметывания, затем снижается. Недостаток азота в почве в период «всходы — кушение» приводит к резкому снижению урожая. Избыточное азотное питание приводит к израстанию и полеганию, поражению пирикулярриозом. Азотные удобрения применяют дробно: 20—30 % — до посева или при посеве локально; 45—55 % — при появлении 3—5 листьев и 25 % — в фазе выхода в трубку.

При применении калия на повышенном азотном-фосфорном фоне уменьшаются полегание и поражаемость растений патогенами (альтернарией, гельминтоспориумом, пирикуляррией, фузариумом), ускоряется созревание. Калийные удобрения применяют следующим образом: 50 % — до посева под культивацию и 50 % — в подкормку в фазе выхода в трубку. Фосфорные удобрения вносят в качестве основного, а также при посеве в норме 30—40 кг/га.

Рис очень влаголюбив. Затопление не нужно лишь во время прорастания и образования корней и в период от начала восковой спелости до полного созревания, когда дыхание и деятельность корней затухает. Больше всего рис нуждается в воде в фазу «кушение — колошение». Поэтому его выращивают на полях, где возможно напускание и поддержание на поле определенного слоя воды. Корневая система риса мочковатая и поверхностная (до глубины 25 см).

Уборку урожая начинают, когда в метелках поспеет 80—90 % зерна. Внешним признаком спелости служит превращение зеленой окраски оболочками зерновок в желто-бурую.

Основной способ уборки риса из-за недружного созревания и из-за трудности обмолота — раздельный (двухфазный). Рис скашивают на высоте 15—20 см, но если посевы полегли, то стерню уменьшают до 5—8 см. Обмолот скошенного риса начинают через 3—5 дней при влажности зерна 15 %.

На полях с урожайностью 5,5 т/га и более даже при использовании двухбарабанных отечественных комбайнов необходим двойной обмолот. После первого обмолота зерностебельная масса вновь укладывается в валки и повторно обмолачивается, что сокращает потери от недомолота и снижает повреждение зерен.

1.2.3. Просо

1.2.3.1. Хозяйственное значение

Просо относится к основным крупяным культурам, из зерна которого получают пшено. В пшене содержится 12 % белка, 81 % крахмала, 3,5 % жира, 0,15 % сахара и 1,04 % клетчатки. По содержанию белка (12 %) пшено по сравнению с рисом (6 %), перловой (9,6 %) и гречневой (10 %)

крупями занимает первое место, но несколько уступает в этом отношении овсяной крупе (16 %). К достоинствам пшеницы надо отнести быстроту его разваривания — в этом отношении оно не может конкурировать только с манной крупой. Наряду с крупой просо дает муку, которая употребляется в чистом виде или как примесь, например, ко ржаной муке для повышения ее пищевых качеств.

В непереработанном виде просо используется как концентрированный корм для домашней птицы и при откорме свиней; частично оно идет также для приготовления солода в пивоваренной промышленности.

Просо можно высевать на зеленый корм и сено. При подкашивании просо может давать два укоса. Просынную солому и полову также используют на корм, они обладают высокими кормовыми качествами, содержат соответственно 0,51 и 0,42 корм. ед. в 1 кг.

Большое значение просо имеет как главная «страховая» пересевная культура (пересев площадей погибших озимых, яровых или других культур), а также как пожнивное растение (после уборки озимых или других рано созревающих культур). Будучи засухоустойчивым растением, просо занимает одно из первых мест по урожайности среди зерновых культур.

Оно имеет значение и как пропашное растение (при широкорядных посевах) в качестве предшественника яровых зерновых культур. Значительный интерес представляет просо для совместных посевов с другими растениями: например, в смешанном посеве с морковью урожай зерна проса составил 16,8 ц с 1 га, и, кроме того, было получено 81,8 ц с 1 га моркови.

Просо — распространенная крупяная культура в мировом земледелии. По данным ФАО, в мире в 2003 г. посевная площадь проса составила более 36,3 млн га. Средняя мировая урожайность проса около 20 ц/га. По посевным площадям и производству зерна проса первое место в мире занимает Индия, где засеивается этой культурой 18,7 млн га; в Пакистане засеивается 911 тыс. га. Его возделывают в Азии, Африке, Европе и в восточных штатах США. Основные площади посевов проса в России сосредоточены в Поволжье, Ростовской области, Центральном Черноземье, Западной Сибири, на Северном Кавказе. Ареал распространения проса от 57° с. ш. до тропиков. Нераздельные посевы проса и сорго в странах Африки составили 15,8 млн га, из них просом засеивается 4,0 млн га, урожайность культуры колеблется в пределах 6,7—11,1 ц/га.

В России этой культурой было занято 830 тыс. га, где основные площади посевов сосредоточены в Нижневолжском, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском и Западно-Сибирском регионах. Просо способно формировать высокий урожай зерна. Потенциальная урожайность проса в 2 раза выше, чем у пшеницы. Однако фактическая урожайность за 2000—2003 гг. оставалась в пределах 8—14 ц/га.

Словом «просо» называют несколько культурных растений, относящихся к разным видам и даже родам семейства Мятликовые. Кроме проса

обыкновенного или посевного, широко распространенного в России, возделывают просо головчатое, или итальянское (чумиза, могар), просо мелкое (южное), просо африканское, просо кровавое (расичка), тефф и другие культурные и сорно-полевые формы проса.

Лучшими по качеству зерна в России и Украине являлись сорта проса: *Саратовское 853*, *Казанское 506*, *Подольское 24/273*, *Кинельское 2462*, *Харьковское 436*, *Уральское 1419*.

В Беларуси возделывают сорта проса как зернового направления (*Гомельское*, *Минское* и др.), так и зернокармального направления (*Быстрое*, *Вольное*, *Галинка*, *Мирское*, *Надежное*, *Славянское*) [9].

В 2005 г. основные территории в Республики Беларусь занимали два сорта проса: *Быстрое* — 52,7% всей площади под просовидными злаками и *Минское* — 3,4% площади. Средняя наивысшая урожайность сортов проса в 2005 г. на сельскохозяйственных опытных станциях в республике составляла (в ц/га): 57,0 на Щучинской, 51,2 — на Несвижской и 42,7 — на Каменецкой. В числе высокоурожайных перспективных сортов проса названы (в ц/га) на Щучинской станции: *Квартет* — 69, *Белир* — 65, *1203/8* — 61,5 и на Каменецкой станции: *Квартет* — 46,6, *Голацкое* — 44,4, *Славянское* — 43,2, *Лукское* — 40,5, *Дружба* — 40,4 [10].

1.2.3.2. Происхождение культуры

Просо — древнейшая культура. По свидетельству историков и по другим материалам установлено, что первичными очагами культуры проса были Центральный и Западный Китай и горные районы Монголии, где она была известна за 4—3 тыс. до н. э. В этих районах было обнаружено максимальное многообразие вида *Panicum miliaceum* L. Современное географическое размещение разновидностей проса приурочено также к Восточной Азии — к горным районам Монголии, где обнаружено большое число цветных разновидностей проса.

Из этого центра просо было распространено кочевыми народами в различные страны Азии и Европы еще в эпоху неолита. В Закавказье просо культивировали уже во 2 тыс. до н. э. У кочевого населения Казахстана просо известно с глубокой древности как единственная посевная культура. По исследованиям А. Декандоля, метельчатое просо широко распространилось в Старом Свете: в Азии, Египте и на юге Европы. По свидетельству Страбона и Полибия, народы, населявшие тогда Европу от Черного моря до Бискайского залива (Атлантика), — иберийцы, галлы, скифы, аланы и др. — возделывали просо как основную пищу. О выращивании этой культуры в России и Украине упоминается в летописях, относящихся ко времени Киевской Руси (1095). На раскопках под Минском (Беларусь) также найдены зерна проса.

1.2.3.3. Биологическая характеристика

Просо (*Panicum L.*) — род однолетних травянистых растений семейства Мятликовые, объединяющий более 400 видов, распространенных в тропиках, субтропиках и умеренных зонах Азии, Америки и Африки; в СНГ произрастает 4 вида. Для получения зерна возделывают в основном 1 вид — просо обыкновенное (*Panicum miliaceum L.*) (рис. 22). Просо обыкновенное — древнее культурное растение, в диком виде оно не известно.

Корневая система проса мочковатая, с хорошо развитой проводящей тканью, проникает на глубину до 1,5 м. Основная масса корней (80 %) размещается в слое до 40 см. Образует просо и воздушные опорные корни.



Рис. 22. Просо: морфологические особенности (а); веточка метелки (б); зерновки (в)

Просо имеет простой или ветвистый, слабоопушенный стебель высотой 45—150 см. Он обладает способностью образовывать побеги как из узла кушения, так и из надземных стеблевых узлов (ветвление). На одном растении образуется до 5 побегов, а при больших площадях питания — до 20.

Листья у проса линейно-ланцетные, опушенные или голые, зеленые или красноватые (антоциановая окраска), длина их 18—65 см.

Цветки проса собраны в соцветие метелка, на концах веточек которой сидят 2-цветковые колоски (плодоносит обычно только верхний цветок). По типу метелки просо обыкновенное разделяется на 5 подвидов:

- раскидистое (*patentissimum*);
- развесистое (*effusum*);
- сжатое (*contractum*);
- овальное, или полукомовое (*ovatum*);
- комовое (*compactum*).

Резкой границы между этими подвидами установить нельзя, имеется много промежуточных форм. Тем не менее подвиды проса отличаются не только морфологией, но и биологическими свойствами.

Так, полукомовое и комовое просо отличается теплолюбивостью и засухоустойчивостью, его возделывают на юго-востоке России, а просо раскидистое и развесистое относится к северному экотипу, районы возделывания сортов этих подвидов заходят в нечерноземную зону.

Подвиды проса по окраске зерна (желтое, кремовое, красное), по наличию или отсутствию антоциановой окраски на колосковых чешуях делят на разновидности.

Просо обыкновенное (*Panicum miliaceum* L.) — однолетнее растение. Всходы (колеоптили) появляются на поверхности почвы и способны к вытягиванию. Поэтому, несмотря на малую величину и оптимальную глубину заделки 3—4 см, семена проса могут всходить с глубины 10—12 см. Просо не требовательно к влаге. Для прорастания семян необходимо 25 % воды от их массы. Эта особенность культуры очень важна при пересыхании верхнего слоя почвы в районах возделывания.

Просо относится к культурам, требующим даже на первой стадии развития 18—25 °С, хотя семена способны прорасти при 5—8 °С, но при такой температуре просо прорастает только через 15 дней. Для появления полных дружных всходов температура почвы должна быть не ниже 10—12 °С. При температуре –2 °С всходы погибают.

Сумма активных температур за период вегетации у проса составляет 1800—2300 °С. Длительность вегетационного периода колеблется от 60 до 120 дней.

Просо — растение короткого дня, поэтому при пониженных температурах замедляется прохождение генеративной стадии. Цветки проса в основном опыляются собственной пылью (самоопыление), но возможно и перекрестное опыление.

В начальный период развития просо растет очень медленно, особенно надземная его часть. В этот период при достаточном количестве влаги в верхнем слое почвы и отсутствии затенения со стороны культурного растения создаются идеальные условия для ускоренного роста сорной растительности. Эту особенность развития проса необходимо учитывать при возделывании культуры. Кушение проса при недостатке тепла может растягиваться до 35—40 дней от появления массовых всходов. При рядовом посеве просо формирует 2-3 стебля с 2—10 узлами, опущенными листьями и метелками на конце, остальные стебли непродуктивны.

При пересыхании верхнего слоя почвы узловые корни не развиваются, и просо долго существует в увядшем состоянии на зародышевых корнях. Корни проса распространяются на 1 м в сторону и на 1 м в глубину, но 80 % корней размещается в верхнем (40 см) слое почвы. На рыхлых почвах корневая система развивается сильнее, чем на плотных и тяжелых почвах. Основная масса корней разрастается в период от кушения до колошения. Просо может произрастать на различных почвах, за исключением переувлажненных.

Засухоустойчивость проса проявляется в способности временно приостанавливать рост, свертывать листья и расстилать надземную часть по земле, тем самым снижая испарение. Характерная черта проса — экономное потребление влаги в течение всего вегетационного периода — от прорастания семян до созревания. Максимум потребления влаги (критический период) приходится на период от выхода в трубку до конца колошения и образования зерна.

Жаровыносливость проса очень высокая. Устьица листьев при температуре 38—40 °С функционируют в течение 48 ч (у озимой пшеницы паралич устьиц наступает через 15—25 ч).

К почве просо не очень требовательно, удается на самых разнообразных почвах — от легких супесей до тяжелых суглинков, но наибольшие урожаи дает на рыхлых, богатых органическими веществами плодородных черноземах и каштановых почвах, имеющих нейтральную или близкую к ней реакцию почвенного раствора (рН 6,5—7,5).

Усвояющая способность корней проса больше, чем пшеницы, но меньше, чем овса. Урожай 40—50 ц/га просо дает даже на бедных почвах, что делает эту культуру очень перспективной для возделывания [16].

Просо способно за сравнительно короткий период вегетации давать высокий урожай зерна и соломы. В начальный период развития просо особенно нуждается в фосфоре, до фазы кушения — в азоте. Наиболее интенсивно растения используют питательные вещества в период «кушение — цветение», когда усиленно развивается вегетативная масса и формируются метелки. Поэтому недостаток главных элементов питания в это время приводит к снижению урожая зерна. За этот период растения потребляют 70 % азота, 60 % фосфора и весь калий.

1.2.3.4. Особенности технологии выращивания

Система обработки почвы под посев проса состоит из основной вспашки и тщательной, своевременной предпосевной обработки, при которой сохраняется влага в пахотном слое и уничтожаются всходы сорняков. Органические удобрения в дозе 40 т/га вносят под зяблевую вспашку или под предшествующую культуру.

Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под вспашку или зерносеялками на глубину 3—4 см перед обработкой почвы безотвальными орудиями, азотные — под предпосевную культивацию. В рядки при посеве вносят гранулированные фосфорные или азотно-фосфорные удобрения (10—15 кг/га). В фазе «кущение — начало выхода в трубку» рекомендуется проводить подкормку ($N_{20}P_{20}$), подкормки только азотными удобрениями неэффективны.

Просо очень требовательно к предшественникам, поскольку до кушения растет медленно и легко заглушается сорняками. Лучшими предшественниками для него являются клевер одногодичного пользования, пропашные, зернобобовые, гречиха, лен, озимые зерновые, оборот пласта многолетних трав.

Недопустима монокультура из-за поражения грибными болезнями. Возвращать просо на прежнее место можно не раньше, чем через 5—6 лет.

Просо по сравнению с другими полевыми культурами меньше страдает от болезней и вредителей. К числу засорителей проса относятся виды мышея — *Setaria glauca*, *Setaria viridis*, куриное просо — *Echinochloa crus-galli*, тысячеголовник — *Racaria sagetalis* и др. Обработка широкорядных посевов лапчатыми культиваторами на глубину 3—5 см начинается, как только обозначатся рядки всходов. Через 10—15 дней (перед началом кушения) следует провести вторую прополку междурядий на глубину 5—7 см.

За 2—3 недели до посева семена проса протравливают против болезней с применением пестицидов: фундазол (2 кг/т), беномил (2 кг/т), фенорам-супер (1,5—2,0 кг/т). Совместно с протравителями для предпосевной обработки семян проса применяют регулятор роста (гидрогумат).

Оптимальные сроки сева проса: в южной части Беларуси — первая-вторая декады мая; в центральной — вторая—третья декады мая; в северной — третья декада мая — первая декада июня.

Просо высевают в основном узкорядным способом (с междурядьями 15 см). При этом рекомендуют высевать 25—30 кг семян проса (4—5 млн всхожих зерен) на 1 га, глубина заделки семян — от 3 до 7 см. Ранневесеннее боронование проводят немедленно с подсыханием поверхности поля.

Для борьбы с сорной растительностью используют химические препараты. Для уничтожения однолетних двудольных сорняков применяют 2,4-Д, агритокс, луварам и др. Против осота, ромашки, горца используют гербицид лонтрел-300 (0,16—0,2 л/га).

При появлении тли, высокой численности трипсов, массовом лете просяных комариков посевы в фазу полного выметывания опрыскивают инсектицидами: БИ-58 новый (400 г/л), данадимом (400 г/л) и др.

К началу уборки зерно имеет влажность 18—20 %, а стебли и листья остаются зелеными с влажностью 50—60 %. Так как созревание зерен начинается с верхней части метелки и созревшее зерно легко осыпается, то рекомендуется раздельная уборка урожая проса.

1.2.4. Сорго

1.2.4.1. Хозяйственное значение

Сорго — ценная пищевая и кормовая культура для районов, в которых пшеница и другие основные зерновые культуры расти не могут либо дают небольшие урожаи из-за засушливого климата. Из зерна сорго получают крупу и муку, кроме того, это ценный корм для скота и птицы, а также сырье для комбикормовой, крахмало-паточной и спиртовой промышленности.

Зерно сорго — округлое или слегка яйцевидное, без бороздки, голое или пленчатое (в колосковых и цветковых чешуях). Вес 1000 зерен — 20—30 г. Зерно с буровой или красноватой окраской эндосперма содержит вяжущие дубильные вещества группы танина.

Сорго — ценная кормовая и отчасти пищевая культура. Зерно может быть употреблено на корм свиньям, крупному рогатому скоту, лошадям и птицам. Зерно сорго — прекрасное сырье для комбикормов. Зеленая масса сорго — хороший корм для молочного скота и растущего молодняка. Сорговый силос приближается по качеству к кукурузному. Сорговое сено (при скашивании сорго до огрубения стебля) мало отличается от сена суданской травы. Особенно ценное сено получается при посеве сорго в смеси с соей или лобией. Сорго хорошо отрастает после укуса и может с успехом использоваться в качестве пастбища. Ценным качеством сорго является сохранение листьями и стеблями зеленого цвета и сочности во время полной спелости зерна, что позволяет использовать их на силос. В зеленой массе сорго иногда содержится ядовитое вещество — дурин (глюкозид), переходящий при гидролизе в синильную кислоту (чаще в засуху).

1.2.4.2. Происхождение культуры

Обыкновенное сорго (*Sorghum vulgare Pers.*) используется с древнейших времен. Родиной сорго считают Экваториальную Африку, где оно и в настоящее время (как и во многих других странах Африки) — основное хлебное растение; здесь сосредоточено наибольшее число его разновидностей. Возделывание сорго было известно за 3 тыс. до н. э. в Индии и Китае (там

сорго называют «джовар», или «голам»). В Средней Азии культура его также насчитывает по меньшей мере 2500—3000 лет. В Италии оно было известно с XV в. В России в районе Уральска (Яицкого городка) сорго культивируется с XVII в. Первые посевы сорго на корм были сделаны на юге Украины (под Херсоном) в 1890 г., позже — на Северном Кавказе, в Нижнем Поволжье. Сорго в широких размерах возделывается в засушливых штатах США (Техас, Канзас и др.). Мировая площадь сорго около 28,6 млн га. Наибольшие площади посева его находятся в Индии, Китае и Африке.

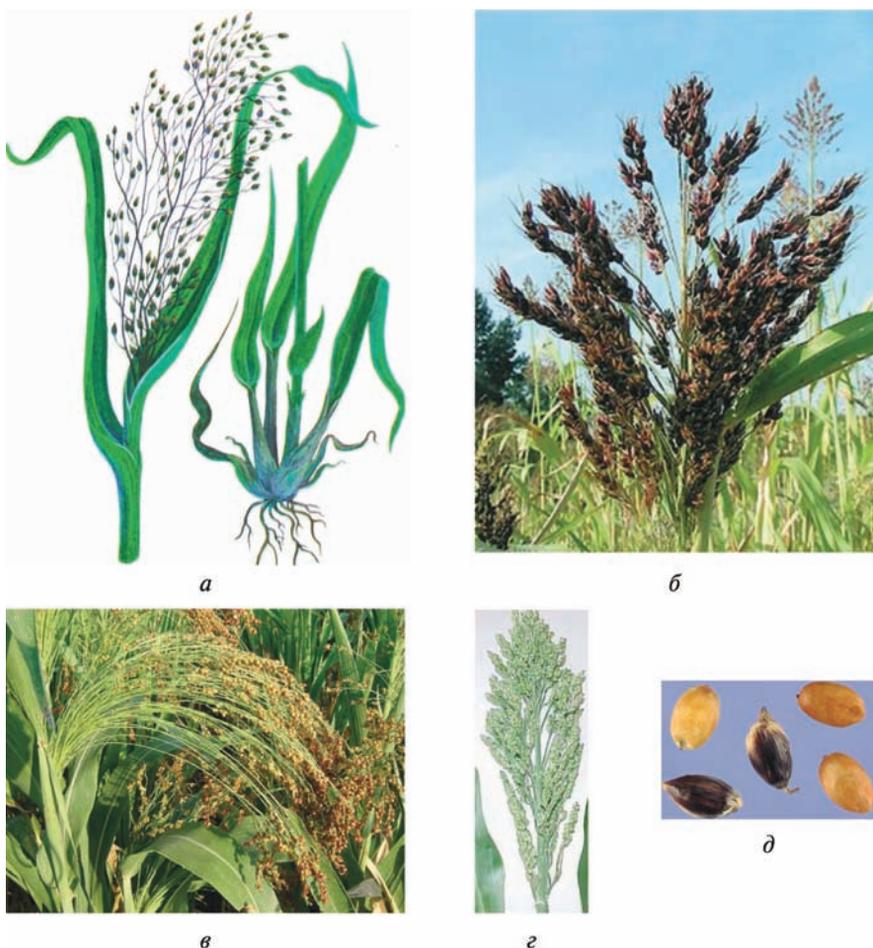


Рис. 23. Сорго: морфологические особенности растения (а); сорго образует крупные раскидистые метелки (б, в); сорго с компактной формой метелки (в); зерновки (д)

1.2.4.3. Биологическая характеристика

Среди разнообразия видов сорго преимущественное значение для СНГ имеют сорго обыкновенное (*Andropogon sorghum* Brot., или *Sorghum vulgare* Pers.) (рис. 23) и суданская трава (*Andropogon sudanensis* Piper).

Наибольшее распространение получили: сорго гвинейское (*Sorghum guineense* Stapf.); сорго кафрское (*S. caffrorum* Beauv.); дурра, дурро (*S. durra* Forsk.); джугара, среднеазиатское просо (*S. cernuum* Host.); гаолян, китайское просо (*S. chinense* Jakushev) и др.

По характеру метелки и плотности расположения веточек разных порядков можно различать три формы сорго: сорго развесистое (метельчатое) — *ssp. effusum* Kogn. — с рыхлой, удлинённой метелкой, с длинными веточками; сорго сжатое — *ssp. contractum* Kogn. — с более густой, вертикальной метелкой, имеющей короткие ветви; сорго комовое — *ssp. compactum* — с короткой, очень плотной метелкой, с прямой или изогнутой осью и прижатыми к ней очень короткими ветвями.

К зерновому сорго относится также *майло (majlo)* — с большим разнообразием форм, широко распространённое в странах Африки. Растения высокостебельные с изогнутым соцветием, бурой окраской; семена крупные, труднообмолачиваемые.

К почве оно не требовательно и мирится как с тяжелыми, так и с очень легкими почвами. По литературным данным, сорго относится к растениям, обладающим хорошей солевыносливостью. Сорго устойчиво к жаре и засухе, к сушеям и мгле. Листья сорго не прекращают ассимиляции при такой засухе и жаре, когда листья кукурузы уже теряют тургор и свертываются. Сорго хорошо использует дожди второй половины лета и начала осени.

1.2.5. Чумиза

Чумиза является зерновой (крупяной) и кормовой культурой. В крупе чумизы много растворимых углеводов (полисахаридов), она быстро разваривается, хорошо набухает и по вкусовым качествам немногим уступает пшенице. Зерно чумизы — ценный корм для птицы и животных. Кроме использования на зерно, чумиза может возделываться на зелёный корм, силос и сено для приготовления питательной сеной муки. Сено чумизы охотно поедают лошади, крупный рогатый скот и овцы.

Родиной чумизы считают Восточную Азию, Китай, Монголию, где она возделывается с глубокой древности. Сеется она также в Индии, Афганистане, Турции, Италии, Венгрии. В СНГ чумиза с давних времен возделывается в Грузии (с XV в.) и в других местах Закавказья (гоми), в Средне-

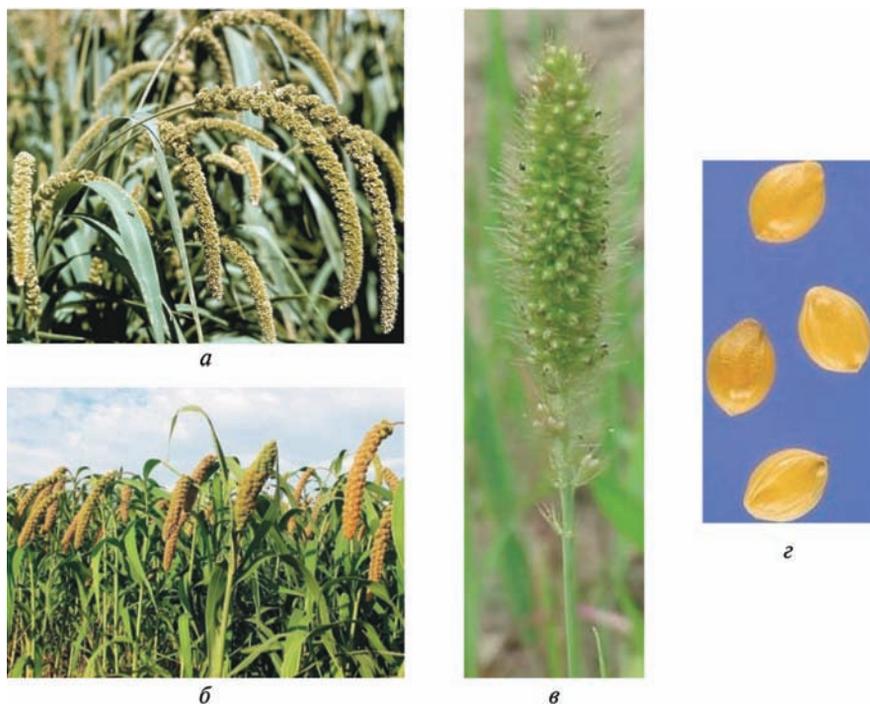


Рис. 24. Чумиза (а, б) и могар (в); зерно чумизы (з)

азиатских республиках (кунак) и в России (на Дальнем Востоке, Северном Кавказе, в Поволжье, Воронежской области).

Чумиза — *Setaria italica ssp. maxima* Alef. (*Panicum italicum* L.) — по внешнему виду больше всего похожа на могар — *Setaria italica ssp. mocharium* Alef. (рис. 24). От могоара отличается более крупными листьями, V-лопастной метелкой (султаном). Стебель — соломина от 50—70 см до 150—200 см высотой. Кущение выражено слабо. Листья в количестве 10—16 (до 25) широкие, без ушек. Соцветие — густая, сжатая колосовидная метелка (султан), обычно лопастная (реже ровная), цилиндрическая, веретенообразная, суживающаяся или расширяющаяся к вершине. (Содержит от 3—5 до 10 тыс. зерен.) Плод — зерновка округло-овальной формы, покрытая цветочными чешуями (как у проса и могоара) различной окраски — от бледно-желтой до темно-красной. Чумиза — самоопыляющееся растение.

Чумиза не требовательна к условиям возделывания, но отзывчива на улучшение агротехники. По жаровыносливости, засухоустойчивости и экономии расходования влаги чумиза приближается к просу. Сеют чумизу одновременно с просом или несколько раньше.

1.3. ГРЕЧИХА

1.3.1. Хозяйственное значение

Гречиха относится к важнейшим *крупяным культурам*. Гречневая крупа отличается хорошими вкусовыми качествами, легкой усвояемостью. Ценность гречневой крупы определяется высоким содержанием переваримых белков, углеводов и зольных веществ, значительная часть которых приходится на долю фосфора, кальция, железа, меди, витаминов (тиамина, рибофлавина, рутина). Рекомендуются как диетический продукт питания. Химический состав необработанных плодов гречихи таков: воды 13 %, белков 9—16 %, жира 1,5—3 %, крахмала 60 %, клетчатки 13 %, золы 2 %, органические кислоты (лимонная, яблочная, щавелевая). Аминокислот лизина и аргинина в семенах гречихи больше, чем в семенах пшеницы или риса. Благодаря витамину Е гречневая крупа долго хранится, не теряя пищевых достоинств. Из листьев и цветков гречихи получают лекарственный препарат рутин, применяемый при лечении атеросклероза, гипертонии и выведении из организма радиоактивных веществ.

Гречневая мука для хлебопечения не годится (так как белок гречихи не обладает свойствами клейковины), но она пригодна для выпечки блинов, лепешек и некоторых сортов печенья.

Гречиха ценится как медоносная культура. Нектар ее содержит 40 % сахара. С гектара посева гречихи можно собрать до 100 кг темного меда хорошего вкуса и приятного запаха. С другой стороны, пчелы способствуют лучшему опылению, увеличивая урожай гречихи.

Гречиху высевают и как кормовое растение в пожнивных посевах и в занятом пару. За 40—50 дней она дает до 200 ц зеленой массы. Еще лучше высевать ее на корм совместно с пелюшкой (150 кг гречихи и 140 кг пелюшки на гектар). Зеленая и сухая солома гречихи в 100 кг содержит 30 корм. ед., однако перекармливание ей животных вызывает покраснение и зуд кожи у свиней, крупного рогатого скота, овец, выпадение шерсти, поэтому солому гречихи лучше использовать для силосования вместе с сочными кормами.

Благодаря короткому периоду вегетации и возможности поздних посевов гречиха возделывается в качестве пересевной культуры после погибших озимых и ранних яровых культур, а также как пожнивное растение. Пожнивные посевы гречихи могут также запахиваться на зеленое удобрение. Зола гречневой соломы и лузги содержит свыше 40 % K_2O , более 10 % P_2O_5 и до 19 % CaO , и потому она применяется как минеральное удобрение и используется для получения поташа.

В 2005 г. площадь посевов гречихи в мире составляет более 4 млн га. Из них на долю Европы приходилось около 2,4 млн га, Китая — 0,6 млн га,

США — 0,2 млн га, России — почти 1,8 млн га. Основными районами культуры гречихи в СНГ являются Украина, Беларусь, нечерноземная полоса России (Брянская, Московская, Нижегородская губернии, Татарстан и Башкортостан). Однако благодаря скороспелости гречиха распространяется все дальше на север.

Валовый сбор гречихи в Республике Беларусь в 2003 г. составил 15 тыс. т, урожайность — около 11 ц/га. В настоящее время гречиха по-прежнему занимает небольшие площади, что обусловлено низкой и нестабильной урожайностью этой культуры. Производство гречневой крупы составляет порядка 0,7—17 кг в год в расчете на одного жителя республики, или 12—25 % от потребности, что не позволяет обеспечить население Беларуси гречневой крупой хотя бы по минимальным медицинским нормам (6 кг на человека в год).

В НПЦ НАН Беларуси по земледелию в лаборатории крупяных культур создано 27 сортов гречихи, 16 сортов районированы в Беларуси и за ее пределами: *диплоидной гречихи* ($2n = 16$): *Черноплодная*, *Жнярка*, *Анита Белорусская*, *Жалейка*, *Смуглянка*, *Волма*, *Кармен*, *Влада*; *тетраплоидной гречихи* ($4n = 32$): *Минчанка*, *Свитязянка*, *Илия*, *Лена*, *Александрына* [9].

В Беларуси в 2003—2005 гг. посевные площади занимали такие сорта гречихи диплоидной, как *Анита Белорусская* — 41,7 % площади, *Смуглянка* — 20,5 %, *Свитязянка* — 8 %. Средняя урожайность гречихи диплоидной на Щучинской сельскохозяйственной опытной станции составляла (в ц/га) 28,3, на Туровской — 25,5, на Бобруйской — 20,8.

Среди новых сортов диплоидной гречихи сорт *Влада* на Волковысской станции показал урожай (в ц/га) 21 и на Горецкой станции — 20,5. Среди новых урожайных сортов гречихи тетраплоидной на Щучинской станции отмечены (в ц/га): *Александрына* — 30,4, *Илия* — 26,9 [10].

Таким образом, по высоте и устойчивости урожая гречиха уступает не только озимым, но и яровым хлебам. Основной причиной низкой урожайности гречихи нужно считать неправильное представление как о нетребовательной к почве и агротехнике культуре.

1.3.2. Происхождение культуры

Как культурное растение гречиха сформировалась в высокогорных влажных районах Индийских Гималаев около 6 тыс. лет назад, отсюда она была занесена в XIII в. монголами в Европу, а широкое распространение получила только в XV в. Достоверных данных о происхождении культурной гречихи нет. Есть основание полагать, что культурная гречиха произошла от дикого родича — гречихи татарской (*Fagopirum tataricum* [L.] Gaertn.), но в диком состоянии гречиха обыкновенная не известна.

1.3.3. Биологическая характеристика

Гречиха обыкновенная, или посевная (*Polygonum fagopyrum* L., = *Fagopyrum sagittatum* Gilib., = *F. esculentum* Moench.), — однолетнее растение из семейства Гречишные (*Polygonaceae*) (рис. 25, а—з). Как сорняк в посевах обыкновенной гречихи повсеместно встречается и другой вид — гречиха-дикуша, или татарская (*F. tataricum* [L.] Gaertn.) (рис. 25, д).

Культурная гречиха делится на два подвида: гречиха обыкновенная (ssp. *vulgare* Stol.), возделываемая как крупяная культура и медонос, и гречиха многолистная (ssp. *multifolium* Stol.) — высокорослая и хорошо облиственная, возделываемая на Дальнем Востоке. В последнее время завоевывает признание тетраплоидная (крупноплодная) гречиха, отличающаяся повышенным содержанием белка и устойчивостью против полегания и болезней. Получены также гибриды обыкновенной и тетраплоидной гречихи.

Среди зерновых культур *гречиха отличается самым коротким вегетационным периодом* (60—75 дней). Это дает возможность использовать ее для пересева полей погибших озимых и ранних яровых культур, а также для пожнивных посевов. Возделывают гречиху почти повсеместно, кроме Крайнего Севера и засушливого юга. Основные же площади размещаются в районах достаточного увлажнения — в центральной полосе страны. Хотя по высоте и устойчивости урожаев гречиха уступает как озимым, так и яровым хлебам, передовые хозяйства получают высокие урожаи — по 25—30 ц/га и более. Несмотря на большое хозяйственное значение этой культуры, посевные площади ее остаются незначительными.

Гречиха имеет особый тип роста и развития: все фазы, кроме всходов, проходят одновременно, накладываясь одна на другую, и продолжают-ся до уборки. Их нельзя строго ограничить во времени, а можно отмечать лишь начало фазы и массовое ее наступление.

Стебель — до 1,5 м высотой, ветвящийся, ребристый, полый, окрашен антоцианом. *Листья* копьевидно-сердцевидные, верхние — сидячие, нижние — черешковые; черешки образуют раструб. *Корневая система* стержневая, с длинными корневыми волосками. Корни проникают на глубину 90 см, но главная их масса располагается в верхнем 25—30-сантиметровом слое почвы. Она хорошо усваивает труднорастворимые фосфорные соединения, недоступные другим растениям, что связано с выделением корнями органических кислот (муравьиной, уксусной, лимонной, щавелевой), способных растворять труднодоступные вещества. Гречиха обыкновенная — однолетнее травянистое растение, имеет стержневую корневую систему с длинными корневыми волосками. Корни проникают на глубину до 1 м, но основная масса корней находится в пахотном слое. Корни гречихи быстро стареют, что является одной из причин низкой ее урожайности. Ко времени полного цветения бурую окраску приобретают уже 75 % корней.

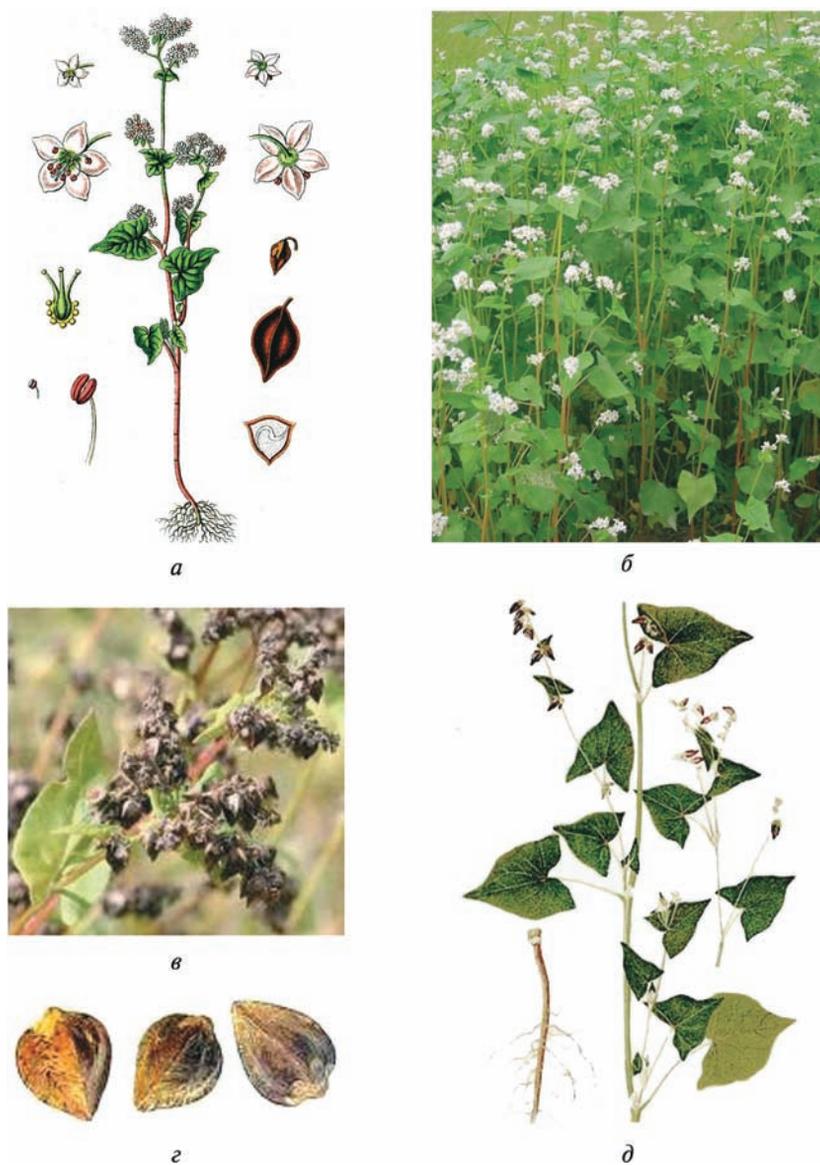


Рис. 25. Гречиха посевная (а, б, в, г) и гречиха татарская (гречиха-дикуша) (д); морфологические особенности гречихи посевной и гречихи татарской (а, д); цветение гречихи посевной (б); образование плодов гречихи посевной (в); плоды-орешки гречихи посевной (г)

Соцветие — кисть, щиток или полузонттик. *Цветки* пятерные, с бледно-розовым венчиком, обоеполые с выраженным диморфизмом, заключающемся в том, что у одних растений цветки с длинными тычинками и короткими столбиками, а у других — с короткими тычинками и длинными столбиками, что способствует перекрестному опылению. *Плод* — трехгранный орешек с несросшимся с семенем околоплодником серой, коричневой или черной окраски.

Гречиха — свето- и теплолюбивая, с коротким световым днем культура. Влаголюбива, особенно в период цветения и налива плодов.

1.3.4. Особенности технологии выращивания

Лучшими предшественниками под гречиху служат удобренные озимые, зернобобовые, пропашные культуры и многолетние травы. Гречиху не следует размещать по овсу, так как разлагающиеся пожнивные остатки препятствуют развитию корневой системы.

В свою очередь, гречиха считается хорошей предшественницей для большинства полевых культур. Благодаря поздним срокам посева и быстрому росту в начале вегетации гречиха оставляет сравнительно чистые от сорняков поля. Эта культура улучшает физико-механические свойства почвы и способствует снижению поражаемости зерновых культур корневыми гнилями.

Корневая система гречихи развита слабо, поэтому размещать ее нужно на легких суглинистых и супесчаных почвах; не следует высевать гречиху на тяжелых глинистых почвах. Гречиха мирится с кислыми почвами, осушенными торфяниками, но в целом малотребовательна к плодородию почвы, нормальный урожай ее можно получить даже на бедных почвах. Тем не менее лучшими почвами для гречихи являются плодородные, глубоко проникаемые рыхлые и хорошо прогреваемые дерново-карбонатные, дерново-подзолистые, легко- и среднесуглинистые, супесчаные почвы с рН = 5,5.

Обработка почвы такая же, как под яровые культуры. Важный момент в обработке почвы — своевременное проведение зяблевой вспашки, запаздывание с которой приводит к увеличению засоренности посевов гречихи в 2—3 раза. Вспашку рекомендуется проводить не позднее 10—15 сентября. Посев гречихи по весенней вспашке недопустим. Установлено, что ранняя августовская вспашка с последующей обработкой почвы — залог высокой урожайности гречихи. Все приемы обработки направлены на придание почве рыхлости, на сохранение влаги и уничтожение сорняков. Отличаясь быстрым ростом и развитием, гречиха требует наличия питательных веществ, особенно в первую половину вегетации.

Для этого на дерново-подзолистых почвах с низким содержанием гумуса осенью под зябь вносят органические удобрения в дозе 15—20 т/га,

а из минеральных — фосфорно-калийные (фосфаты — 25 кг/га, хлористый калий — 15 кг/га). Учитывая отрицательную реакцию гречихи на хлор, калийные хлорсодержащие удобрения (хлорид калия, калийная соль) необходимо вносить заблаговременно, под вспашку зяби, что обеспечивает вымывание хлора за пределы корнеобитаемого слоя. Из минеральных удобрений гречиха требовательна к обеспеченности азотом и лучше использует его, особенно на легких почвах, но при избыточном азотном питании происходит сильное развитие вегетативной массы и снижается урожай зерна. Дозы внесения удобрений в предпосевную культивацию: аммиачной селитры — 10 кг/га, суперфосфата — 25 кг/га и ~ 58 г/га микроэлементов — бора и молибдена.

Для посева следует отбирать крупные и тяжеловесные семена, которые обеспечивают урожайность. Для сортировки семена помещают в воду, осевшие на дно используют для посева. Одновременно с просушкой семена подвергают воздушно-тепловому обогреву.

Обязательное мероприятие — протравливание семян. Против фузариоза, пероноспороза, церкоспороза, серой гнили, плесневения семян заблаговременно или перед посевом проводят протравливание ТМТД (80 %, 2 кг/т).

Обработку семян микроэлементами проводят, если содержание их в почве меньше следующих значений: бора — 0,4 мг/кг почвы, меди — 1,5 мг/кг, цинка — 1,0 мг/кг, молибдена — 0,3 мг/кг почвы. Для обработки используют борную кислоту — 100 г/т, сернокислую медь — 1 кг/т, сульфат цинка — 300 г/т, сульфат марганца — 250 г/т, молибденовокислый аммоний — 600 г/т.

Гречиха сильно страдает от засоренности. Для борьбы с сорной растительностью проводят боронование (довсходовое — через 3—5 дней после посева и при необходимости послевсходовое).

На широкорядных посевах обязательна междурядная обработка. Ее проводят не менее двух раз: в фазу первого настоящего листа (на глубину 5—6 см) и в фазу бутонизации (на глубину 5—7 см в сухой год и 10—12 см — во влажный).

Химпрополку гречихи против сорняков проводят только в период от фазы настоящего листа до бутонизации. Более поздняя обработка негативно влияет на жизнеспособность пчел. При сильном засорении в период «посев — всходы» целесообразно применение на 2—3 день после внесения почвенного гербицида гезагард (1 л/га) проведение опрыскивания фюзиладом, тарго-супер (1—2 л/га) против пырея, однолетних злаковых сорняков. Для повышения устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды (заморозки, засуха) семена гречихи целесообразно обработать регуляторами роста: гидрогумат, мальтамин, феномелан (2—4 кг/т семян). Посев производят рядовым способом, когда почва прогреется до 10—12 °С, т. е. примерно в третьей декаде мая. Норма высева 80—100 кг/га. Глубина

заделки семян на легких почвах 4—6 см, на более тяжелых — 3—5 см. Бороновать почву можно до образования проростками листьев. Vegetирующая гречиха хорошо затеняет почву и подавляет сорную растительность. Условия периода цветения и образования плодов являются решающими для урожая гречихи. Жара и засуха, дожди и туманы, ветры и резкие понижения температуры нарушают опыление гречихи, ход налива семян и приводят к снижению урожая. В период цветения на посевы гречихи рекомендуют вывозить пчел.

По характеру развития гречиха резко отличается от колосовых хлебов: закладка бутонов начинается уже на 8—10 день после всходов, и цветение протекает в течение 25—40 дней; одновременно с цветением идет налив семян (на отцветших цветках) и продолжается рост надземной массы. Следовательно, период созревания у гречихи растянутый. Убирают гречиху, когда на растениях созреет ~ 2/3 плодов.

2. ЗЕРНОВЫЕ БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

К числу зерновых бобовых культур относятся: горох, фасоль, соя, чечевица, вика, чина, бобы, нут, вигна (коровий горох), люпин, арахис, лобия, канавалия, маш и др.

Зернобобовые культуры делят:

- на *пищевые* (фасоль, чечевица);
- *кормовые* (нут, кормовые бобы, люпин белый, желтый и узколистный, чина, вика яровая и зимующая);
- *технические* (арахис, соя);
- *универсальные* (горох, соя).

Зернобобовые культуры относятся к ботаническому семейству *Fabaceae*. По форме листьев и способности семян при прорастании выносить семядоли на поверхность почвы зернобобовые культуры разделяют на 3 группы (табл. 5).

Данные группы растений отличаются по характеру начального роста, а в связи с этим и по особенностям агротехники. Растения первой группы прорастают за счет эпикотила и поэтому не выносят семядоли на поверхность. Они допускают более глубокую заделку семян, боронование до появления всходов и после. Растения второй и третьей групп растут вначале благодаря растяжению подсемядольного колена (гипокотила) и выносят на поверхность почвы семядоли. Они требуют более мелкой заделки семян, их нельзя бороновать до всходов.

Таблица 5

Группировка и ботанические особенности зернобобовых культур

Первая группа	Вторая группа	Третья группа
Листья перистые	Листья тройчатые	Листья пальчатые (дланевидные)
Семядоли при прорастании остаются в почве: <i>горох посевной, горох полевой, чечевица, конский боб, арахис, нут, вика, чина</i>	Семядоли при прорастании выходят на поверхность почвы: <i>фасоль обыкновенная, фасоль многоцветковая, фасоль лимская, маш, соя, вигна, горох голубиный</i>	Семядоли при прорастании выходят на поверхность почвы: <i>люпин синий (узколистный), люпин желтый, люпин белый, люпин многолетний</i>

Важную роль в жизни зерновых бобовых растений и различное строение имеет стебель. У гороха, вики, чечевицы, чины и некоторых форм фасоли стебли полегающие. Верхушки перистых листьев видоизменены в усики, с помощью которых растения цепляются друг за друга. До полного налива семян стебли поддерживают вертикальное положение, но к созреванию полегают. У сои, люпина, бобов, кустовых форм фасоли стебли невысокие, прочные и сохраняют вертикальное положение в течение всей вегетации.

У зерновых бобовых отмечают следующие фазы роста и развития, которые отличают их от фаз роста и развития злаковых культур: всходы, ветвление стебля, бутонизация, цветение, образование бобов, налив семян, полный налив семян (начало созревания), полная спелость.

Химический состав семян зернобобовых растений отличается тем, что кроме большого количества белка они содержат много жира (соя, арахис, люпин), витаминов (А, В₁, В₂, С, D, Е, РР), минеральных веществ (в частности, солей кальция), что делает их особенно ценными в пищевом отношении (табл. 6). Но, прежде всего, ценность зернобобовых культур определяется высоким содержанием в белках семян необходимых человеку

Таблица 6

Питательная ценность зернобобовых культур

Культура	Кормовые единицы	В 1 кг абсолютно сухого вещества			
		сырого белка, г	жира, г	клетчатки, г	зола, г
Горох	1,16	259	18,6	85	34,5
Яровая вика	1,16	310	16,8	76	39,8
Люпин желтый	1,02	405	48,5	170	46,8
Люпин узколистный	1,10	321	39,5	145,4	38,2

незаменимых аминокислот: лизина, цистеина, триптофана, валина. Например, в 1 кг семян сои лизина содержится в 6 раз больше, чем в 1 кг пшеницы.

Преимущества зерновых бобовых перед культурами семейства Мятликовые:

- бобовые производят на единице площади больше белка с более высоким качеством и усвояемостью;

- они дают самый дешевый белок, связывая и включая в круговорот азот воздуха, недоступный для других растений. Фиксация азота воздуха происходит в процессе симбиоза бобовых с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* за счет световой энергии, аккумулированной растением.

Семена зерновых бобовых культур используют для приготовления круп и муки, кондитерских изделий, консервов, пищевых и кормовых концентратов. Помимо пищевого и кормового значения семена многих бобовых растений — прекрасное сырье для легкой и химической промышленности, например растительный казеин, клей, лаки, эмаль, пластмассы, искусственное волокно, экстракты для борьбы с вредителями и другие товары. Масло из семян сои, арахиса и люпина имеет не только пищевое, но и техническое применение, а фермент уреазы, белок фасоли и алкалоиды термопсиса и люпина — медицинское.

Белок — основа живой клетки. Из продуктов распада растительных белков в организме человека образуются ферменты и другие белки, входящие в состав тканей и органов их тела. Велика потребность в белковом корме у животных, особенно у молодых, у продуктивного и рабочего скота. Белковый корм особенно нужен, когда скармливаются сочные и грубые корма.

Кроме семян зернобобовые культуры дают также питательное сено, кормовую муку, зеленый корм, солому и полову. Зеленая масса и солома бобовых содержит 8—15 % белков, т. е. в 3—5 раз больше, чем стебли и листья кукурузы или солома злаковых хлебов. Поэтому для правильных рационов кормления животных необходимо к кукурузному корму (зерно, силос) добавлять корма, богатые белком, т. е. зернобобовые культуры. Совместные посевы бобовых культур (бобов, сои) с кукурузой повышают кормовые качества силосуемой массы, а фасоли с овсом дают дополнительный продукт — семена фасоли (табл. 5).

Агротехническое значение бобовых состоит в том, что они, обеспечивая большой сбор растительного белка, меньше истощают почву азотом, чем другие культуры. Алкалоидные сорта люпина желтого возделывают на сидеральное удобрение на песчаных, а люпина узколистного — на суглинистых почвах. При этом они формируют до 30 т зеленой массы на 1 га, что по действию на урожай последующей культуры эквивалентно внесению такого же количества органических удобрений. Запахивание алкалоидного люпина позволяет получать высокие урожаи озимых хлебов на

бедных песчаных почвах Полесья. Это способствует повышению плодородия почв.

Содержание белка в семенах зерновых бобовых культур определяется не только генотипом сорта, но и районом выращивания, условиями для симбиотической фиксации азота воздуха — агрохимическими показателями почвы, влагообеспеченностью растений. На кислых, бедных питательными веществами почвах симбиотическая фиксация азота воздуха малоактивна или не происходит совсем, растения испытывают азотное голодание, в результате содержание сырого белка в зеленой массе и семенах бывает минимальным, а урожай — низким. В связи с этим колебание содержания белка у одной и той же культуры даже в одном районе может достигать 10—15 % и более.

Изучение клубеньковых симбиотических азотфиксирующих бактерий показало, что они специфичны в отношении хозяйственных видов бобовых растений, на основании чего их разделяют на бактерии: гороха, вики, чины и конских бобов; люцерны и донника; фасоли; люпина и сераделлы; клевера; сои; нута.

В практике агрономии инкапсуляция (или дражирование) семян зернобобовых перед посевом в почву препаратами нитрагина, изготовленных заводским путем, — наиболее простой и распространенный способ заражения (инокуляции) семян и почвы клубеньковыми бактериями.

Зернобобовые культуры имеют важное организационно-хозяйственное значение. Горох, чина и другие зернобобовые являются скороспелыми растениями раннего высева, что позволяет снижать напряженность работ в посевной и уборочный периоды. После раннего скашивания или запахивания зернобобовых как зеленого удобрения можно высевать курузу, просо.

Введение бобовых в севооборот наряду с картофелем, масличными и зерновыми хлебами повышает продуктивность полеводства. Некоторые из зернобобовых имеют большое значение как парозанимающие культуры (люпин, вика, чина, горох, бобы, отчасти нут на юге России).

Зернобобовые культуры влияют не только на повышение урожаев высеваемых после них культур, но и последующих. Являясь одним из мощных средств повышения урожаев в севообороте, они способствуют интенсификации, экологизации и подъему культуры земледелия в целом.

В мировом земледелии зерновые бобовые занимают около 135 млн га, или около 14 % посева зерновых хлебов. На территории России среднегодовая площадь под зерновыми бобовыми культурами составляет около 5 млн га, из них около 4 млн га занимает горох. По посевным площадям гороха Россия занимает первое место в мире, далее идут соя и люпин. Фасоль, чечевицу, чину, нут и кормовые бобы возделывают на небольших площадях.

В Республике Беларусь в 2010 г. зернобобовыми культурами было занято около 350 тыс. га, в том числе горохом и люпином — по 135 тыс. га, соей — 45 тыс. га и викой — 35 тыс. га.

2.1. ГОРОХ

2.1.1. Хозяйственное значение

Горох имеет большое пищевое значение и возделывается, главным образом, как продовольственная культура. Зрелые и незрелые семена (зеленый горошек), а также зеленые бобы гороха используются в консервной промышленности. В зеленом горошке и незрелых бобах (овощные сорта) содержится 20—35 % белка, 25—30 % сахара, много витаминов и солей, в том числе кальция. Семена гороха отличаются развариваемостью и высокими вкусовыми качествами. Наряду с продовольственным значением, горох используют на кормовые цели, и он приобретает большую популярность как концентрат для животных. Горох — один из главных источников растительного белка для производства комбикормов. В расчете на 1 корм. ед. горох содержит 120—185 г переваримого белка, в то время как кукуруза — 59, ячмень — 70, овес — 83 г.

В соломе гороха, если она вовремя убрана, содержится около 6—8 % белка и до 34 % безазотистых веществ (углеводов). Она может быть использована на корм (в 1 кг соломы содержится 0,23 корм. ед.).

При высокой агротехнике горох как азотособирающий оставляет в почве на 1 га 50—150 кг азота, являясь хорошим предшественником зерновых и других культур. Немаловажное значение он имеет также как парозанимающая и как сидеральная культура.

Горох возделывают также в занятом пару на зеленую массу как в чистом виде, так и в смеси с овсом, ячменем и другими культурами. По качеству силос из горохово-мятликовых смесей превосходит кукурузный, так как в нем содержится больше белка и каротина.

Горох используют в качестве предшественника для многих культур. Как и другие зерновые бобовые, горох способен накапливать много белка в урожае в результате симбиотической азотфиксации без применения азотных удобрений.

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

В России посевы его доходят до 65° с. ш., т. е. до северных границ земледелия, проходящей по Архангельской области, Карелии, Якутии и Камчатке. Продвижению гороха на юг препятствует его малая засухоустойчивость и сильная поражаемость гороховой зерновкой (*Bruchus pisi*). В Дагестане и Закавказье нередко сеют зимующие сорта гороха. При вы-

сокой агротехнике и посеве хороших для данных условий сортов горох отличается устойчивой и высокой урожайностью ~ 43 ц/га.

В Беларуси горох возделывают на площади около 25 тыс. га, средняя урожайность — порядка 19,5 ц/га.

Горох — главная зернобобовая культура республики. Он возделывается в основном для кормовых целей, значительные площади заняты им для получения зеленой массы на подкорм скота. Имеется тенденция к расширению посевов гороха и выращиванию его на зерно (в Бресткой, Гродненской, Гомельской и Минской областях республики).

В Беларуси в 2007 г. горох возделывали на площади около 45 тыс. га, посевы были заняты тремя его сортами: *Вегетативным желтым* — 35,5 % площадей, *Устьяновским* — 21,0 % и *Гомельским* — 12,7 %; средняя урожайность составляла 24,2 ц/га [9].

Вместе с тем в 2005 г. районированный сорт-стандарт гороха *Миллениум* на Гродненской сельскохозяйственной опытной станции показал среднюю урожайность 45,2 ц/га. Среди других перспективных высокоурожайных сортов на Несвижской сельскохозяйственной опытной станции в 2005 г. отмечены (в ц/га): *Фацет* — 51,4, *М-717/12-6* — 50,9, *Татьяна* — 46,0 [10]. Имеется тенденция к расширению посевов гороха и выращиванию его на зерно (в Бресткой, Гродненской, Гомельской и Минской областях республики).

2.1.2. Происхождение культуры

Горох — одна из древнейших культур. В археологических раскопках семена гороха впервые были найдены в слоях, относимых к неолитическому периоду каменного века. Происходит из Афганистана. Горох ввели в культуру предки индийцев — санскритские племена Центральной Азии, доказательством тому служит санскритское название гороха — харенсо. В I в. горох был завезен из Индии в северо-западные районы Китая, а в IV в. он известен уже во всех районах Китая.

Археологические материалы свидетельствуют о том, что в Европе горох стал возделываться раньше народами, населявшими районы Средиземноморья, где можно было брать наиболее интересные формы гороха непосредственно из зарослей его дикорастущих видов. В европейской части СНГ, в частности в районе Минска, горох возделывали уже в VI—VIII вв. В Англии и Северной Европе к V в. н. э. культура гороха еще не была известна, но в середине XI в. горох был здесь уже широко распространен. В странах Нового Света горох до открытия Америки Колумбом был неизвестен, но в XVII—XVIII вв. горох занял видное место среди полезных растений американского континента.

По Н. И. Вавилову, один из центров происхождения гороха посевного — родина его мелкосеменных форм — районы Передней Азии (Малая Азия, Закавказье, Ирак, Иран, горные районы Туркмении). Второй центр — родина крупносеменных форм — Восточное средиземноморье.

2.1.3. Биологическая характеристика

В нашей стране в культуре известны два вида гороха: горох посевной — *Pisum sativum* L. — и горох полевой, или пелюшка, — *Pisum arvense* L. (рис. 26). Некоторые ботаники эти виды считают подвидами одного вида *Pisum sativum* L.: горох обыкновенный посевной (ssp. *sativum*) и горох обыкновенный полевой, или пелюшка (ssp. *arvense*). Характерными отличительными признаками их являются следующие:

- *горох посевной* — *Pisum sativum* L. — имеет белые цветы, зеленые листья без антоциана, семена шаровидные, гладкие, иногда морщинистые, розоватые, с бесцветной кожурой и светлым рубчиком (редко темным). Этот вид гороха наиболее распространен в культуре;

- *горох полевой*, или *пелюшка*, — *Pisum sativum* L., — цветы фиолетовые или розово-красные, листья зеленые с фиолетовыми (антоциановыми) пятнами на стебле и у основания прилистников. Прилистники нередко зубчатые по краям. Всходы с антоциановой окраской черешков и пятнами вокруг стебля, у основания прилистников. Семена округло-угловатые, гладкие с небольшими вмятинами, с коричневым или черным рубчиком. Окраска кожуры — серо-зеленая, бурая или черная, однотонная или часто с крапчатым рисунком.

Полевой горох менее требователен к почвам и распространен в западных и северных областях России (Смоленской, Ленинградской), особенно на песчаных и торфянистых почвах. В Беларуси этот горох заменяет яровую вику, плохо растущую на песчаных почвах. Полевой горох возделывается для кормовых целей и в качестве зеленого удобрения. Он меньше поражается мухой-зерновкой и может возделываться несколько южнее посевного гороха.

Каждый из этих горохов по строению бобов можно разделить на три сортогруппы: *луцильную*, *сахарную* и *мозговую*. Луцильный горох характеризуется наличием в стенках бобов кожистого пергаментного слоя, лишаящего возможности использовать зеленые бобы в пищу. Сахарный горох не имеет в створках бобов пергаментного слоя, незрелые бобы отличаются нежностью, мясистой, сладким вкусом и могут использоваться для продовольствия и консервирования. У мозгового гороха семена в спелом состоянии сморщены, похожи на мозг. Они содержат 6—9 % сахара (сахарозу) и обладают очень сладким вкусом, за счет этого их часто принимают за горох сахарный. Применяется в основном в консервной индустрии (для

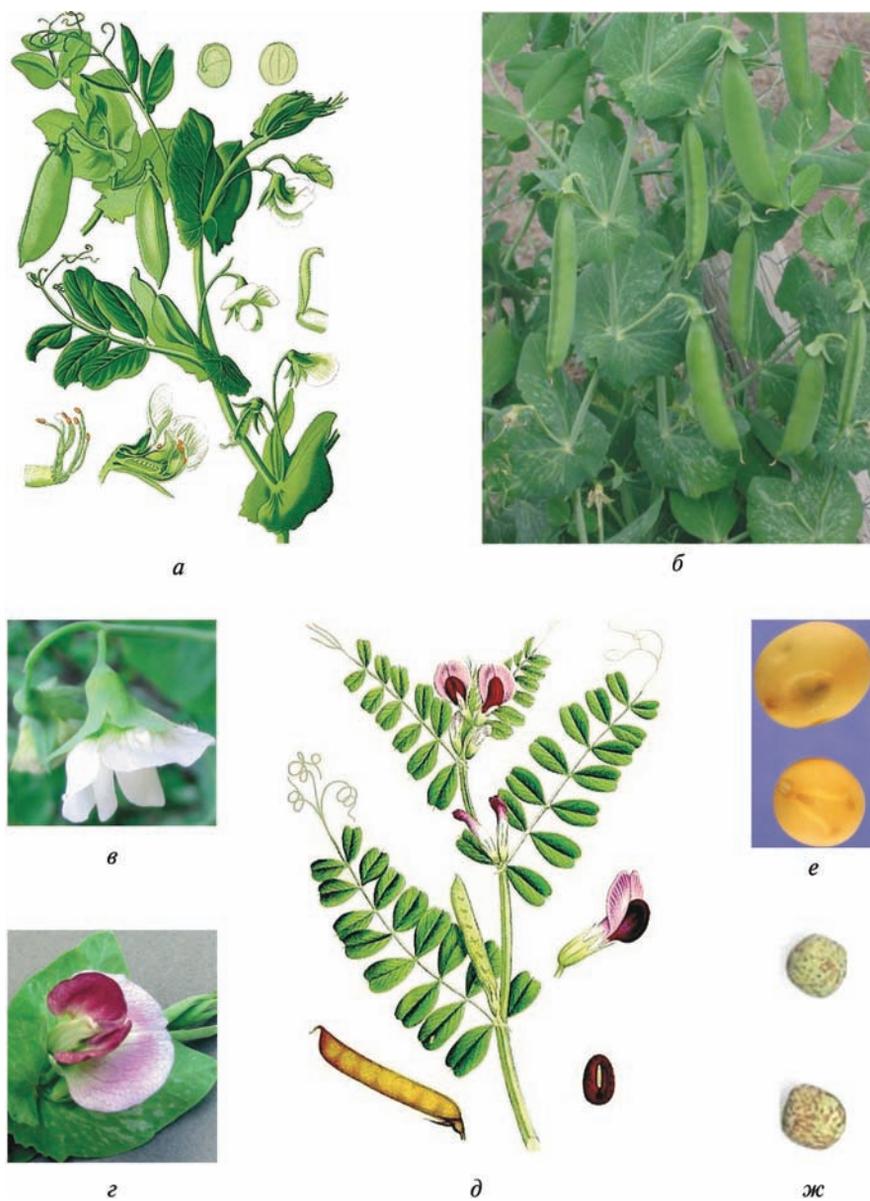


Рис. 26. Горох посевной (а, б, в, е) и горох полевой, или пелюшка (г, д); их морфологические особенности (а, д); цветки гороха посевного (в) и гороха полевого (г); семена гороха посевного (е) и гороха полевого (ж)

консервов с рассолом предпочитают светлые сорта, а для заморозки — темные), для супов они малопригодны.

Сорта гороха по характеру стойкости стебля к полеганию делятся на сорта с *тонким полегающим стеблем* и сорта с *утолщенным неполегающим стеблем*, носящие название *штамбовых*. По крупности и окраске семян сорта гороха разделяют на крупносемянные и мелкосемянные, желто-розоватосемянные и зеленосемянные; 1000 семян имеют вес 150—340 г.

Сорта гороха, включенные в Госреестр Республики Беларусь: *Белус, Беларусь, Агат, Свитанак, Алекс, Миллениум, Довский усатый* [9].

Горох — однолетнее или зимующее растение с большим разнообразием форм, холодостойкое, малотребовательное к теплу. Его возделывают всюду, вплоть до 68° с. ш. — северных границ земледелия (Архангельская область, Якутия, Камчатка). Vegetационный период колеблется от 70 до 140 дней в зависимости от сорта и условий.

Семена гороха начинают прорастать при 1—2 °С (мозговые и сахарные — при 4—6 °С). В Закавказье и Средней Азии сорта гороха пелюшки способны при озимом посеве перезимовывать мягкие зимы. В средней и северной части России сорта гороха пелюшки еще более устойчивы к заморозкам: их всходы способны в ряде случаев выдерживать морозы до –8...–12 °С.

Однако в период плодоношения незрелые бобы гороха подмерзают уже при –2...–3 °С.

Стадию яровизации горох проходит при 2—8 °С в течение 10—20 дней. Особенно благоприятные температурные условия для этой стадии складываются при раннем севе.

Горох принадлежит к светолюбивым растениям длинного дня и в северных областях СНГ его развитие ускоряется (сорта типа *Виктории* слабо реагируют на длину дня). Цветки гороха чаще самоопыляются, но в сухую и жаркую погоду нередко наблюдается и перекрестное опыление. Цветение зависит от сорта и погодных условий и длится 10—40 дней.

Горох развивает большую зеленую массу за короткий период при довольно слабой корневой системе. Этим объясняют требовательность его к влажности и плодородию почвы.

Для прорастания семена поглощают воды около 110 % своего веса. Большие требования к влаге горох предъявляет в период до цветения. В это время он малотребователен к теплу, между тем как от начала цветения до созревания более благоприятной для него бывает ясная, теплая погода, без длительных дождей и суховея.

Горох — культура высокоплодородных «пшеничных» почв. Лучше всего он удаётся на черноземах средней связности, достаточно влажных и богатых известью. Плохо растет на плотных, тяжелых почвах, а также и на легких песчаных. На них лучше произрастает пелюшка.

2.1.4. Особенности технологии выращивания

В севообороте горох, в целях лучшего использования его азотоусвояющей способности, размещается между небобовыми культурами (за исключением овса и льна). Поскольку горох сильно угнетается сорняками, его высевают после культур, оставляющих поле чистым от сорняков. В севооборотах лучшее место для гороха — после озимых или пропашных культур (картофеля, кукурузы, сахарной свеклы, проса), удобрявшихся навозом и минералами. Скороспелые сорта гороха широко используют как парозанимающие культуры под озимые хлеба. Повторные посевы гороха на одном месте приводят к снижению урожая вследствие «горохоутомления» почвы и накоплению пропагул аскохитоза и фузариоза. Из-за накопления в почве инфекции горох возвращают на прежнее место не ранее чем через 5—6 лет.

Горох — хороший предшественник не только озимых, но и кукурузы, яровых зерновых и технических культур. Положительное последствие гороха сказывается в течение 1—2, а иногда и 4-х лет. Горох способен усваивать труднорастворимые соединения фосфора. Хорошим удобрением под горох является фосфоритная мука. Значительный эффект дают калийные удобрения и полное минеральное удобрение (NPK), особенно на песчаных почвах. Под горох вносят фосфорные и калийные удобрения из расчета 0,5—0,6 кг/м². На бедных почвах можно добавить азотных удобрений из расчета 0,2—0,3 кг/м².

На дерново-подзолистых почвах положительное влияние на горох оказывает внесение микроудобрений (молибденовых, марганцевых, борных). Молибден особенно эффективен на кислых почвах, и применять его рекомендуется при семеноводстве гороха. Молибден влияет на наследственные качества семян, ускоряет размножение клубеньковых бактерий, активизирует их азотофиксирующую способность, повышает урожай гороха. Борные удобрения важны при известковании почвы: они усиливают влияние извести.

Горох относится к растениям-кальциефилам и обитателям слабокислых и нейтральных почв. Повышенная кислотность почвы угнетает клубеньковые бактерии, снижает их жизнеспособность и азотоусвояющую деятельность, в результате чего подавляются рост и развитие гороха. Для снижения кислых рН почв применяют известкование. Однако при внесении извести под горох следует ограничиться 1/4 нормы, определяемой по гидролитической кислотности.

Система обработки почвы под горох существенно не отличается от обработки ее под ранние яровые хлеба. Горох хорошо отзывается на глубокую зяблевую пахоту.

Горох требует предельно раннего срока посева (еще до посева ранних яровых хлебов) при температуре почвы 4—5 °С. Продолжительность сева

не должна превышать пяти дней. Такие посевы не так страдают от засухи, мучнистой росой и тли.

Семена гороха не позднее чем за две недели до сева протравливают препаратами: ТМТД (тетраметилтиурамидисульфид), гранозан, дерозал, фундазол, винцит, беномил, дивидент и др. После протравливания влажность гороха должна быть не более 14 % и семена должны быть равномерно покрыты химическим препаратом.

В день посева проводится обработка семян препаратами, содержащими штаммы клубеньковых бактерий (сапронитом, ризобактерином, нитрагином) в дозе 150—200 г на 1 ц.

На посев отбирают семена лучших районированных сортов. Для установления примеси пелюшки в семенах гороха согласно существующим правилам отсчитывают четыре пробы по 100 семян. Если нужно отделить пелюшку по окраске семян, пользуются химическим или люминесцентным методами. При *химическом методе* выделенные семена выдерживают в воде комнатной температуры в течение 3 ч или кипятят в течение 20 мин. После того как семена набухнут, воду сливают и семена помещают в стеклянную посуду с 1 % раствором двуххромовокислого калия или 5 % раствором едкого натрия. Через 5 мин семена пелюшки или их рубчики окрашиваются в темный цвет (темно-коричневый, черный). У семян посевного гороха под действием двуххромовокислого калия (или едкого натрия) окраска не изменяется. *Люминесцентный метод* определения примеси пелюшки требует еще меньшего времени. При просмотре в ультрафиолетовом свете (ртутно-кварцевая лампа со светофильтром УФС-3 или УФС-4) семена посевного гороха флуоресцируют голубоватым или розовым цветом с фиолетовым оттенком, а пелюшки — коричневым цветом.

Сеют горох сплошным рядовым или, лучше, узкорядным способом (7,5 см). Ширококорядные и ленточные посевы, как правило, дают урожаи ниже. К тому же они полегают, и уборка затрудняется. Полегший горох сильнее поражается грибными болезнями.

Нормальная глубина заделки семян 6—8 см. На легких почвах при посеве в пересохшую почву глубину посева можно увеличить до 10 см.

Норма высева гороха сплошным рядовым или узкорядным посевом устанавливается примерно из расчета 1 млн всхожих семян на 1 га (100 семян на 1 м², или от 120 до 350—400 кг/га — в зависимости от размера семян и почвенно-климатических условий).

Уход за посевами заключается в прикатывании посевов для усиления притока влаги из нижних слоев почвы, в бороновании при образовании корки и борьбы с сорняками. Бороновать по всходам следует поперек посева в дневные часы, когда всходы гороха не так хрупки и меньше ломаются. Боронование снижает засоренность однолетними сорняками до 60 %.

Для борьбы с сильно разрастающимися пыреем и сорняками в посевах гороха применяют гербицидные препараты (фюзилад супер и др.).

В фазу всходов на горохе возможно массовое появление клубеньковых долгоносиков. Для борьбы с ними посеvy гороха опрыскивают инсектицидами: волотон, анометрин, ровикур и др. Для уничтожения гороховой мушки-зерновки посеvy 1—2 раза (в фазе бутонизации и цветения) опыливают 1—2 % препаратами инсектицидов из расчета 15—20 кг/га. В фазу «бутонизация — начало цветения» посеvy гороха защищают от комплекса вредителей: гороховой тли, гороховой зерновки, гороховой плодоярки и др. Для борьбы с гороховой плодояркой используют биологический метод — выпускают на посеvy трихограмму (50 тыс. особей на 1 га в два приема).

При появлении признаков болезней (серая гниль, аскохитоз) в фазу бутонизации применяют фунгициды: рекс, сумилекс [11].

Горох поспевает очень неравномерно. Начинать уборку его надо при пожелтении нижних и средних бобов. Ожидать созревания верхних бобов нельзя, так как иначе лучшие, спелые нижние бобы растрескаются и будут потеряны самые ценные семена. Для ускорения созревания гороха во влажную погоду за 7—10 дней до уборки проводят десикацию (дефолиацию) — химическое подсушивание растений на корню — семенных посевов в фазе пожелтения 2/3 бобов на растении. Для этого используют дефолианты реглон, раундап [11].

Убирают горох двухфазным способом. Урожай, собранный в валки, может быть обмолочен самоходным комбайном с подборщиком. Нельзя допускать, чтобы после уборки горох долго лежал в покосах: пересохший горох при переворачивании и перевозке теряет много семян.

2.2. ФАСОЛЬ

2.2.1. Хозяйственное значение

Фасоль обладает питательностью, высокими вкусовыми качествами и является ценным пищевым продуктом. В семенах фасоли содержится: 20—30 % белка, 50—60 % крахмала, 0,7—3,6 % жира, 2,3—7,5 % сырой клетчатки, 3,1—4,6 % минеральных элементов. По количеству белка фасоль приближается к гороху, а по вкусу и развариваемости превосходит большинство зерновых бобовых культур. В состав белка фасоли входят такие необходимые для организма человека аминокислоты, как тирозин, триптофан, лизин и др. Хлеб с добавлением 5—10 % муки из белосемянных сортов фасоли питательнее и вкуснее чисто пшеничного хлеба, он особенно полезен детям. Фасоль широко используется консервной промышленностью для изготовления различных консервов из семян и недо-

зрелых бобов. Она также имеет значение как сырье для добывания лимонной кислоты (из листьев), как фитотерапевтическое средство, как зеленое удобрение и декоративное растение (многоцветковая фасоль).

Зеленая масса и солома распространенных в Беларуси сортов обыкновенной фасоли плохо поедаются животными (в основном козами и овцами). Азиатские фасоли (маш, адзуки), возделываемые на Дальнем Востоке, Среднеазиатских и Закавказских республиках, дают зеленую массу и солому, пригодные для скармливания животным.

Фасоль как пропащная зернобобовая культура — хороший предшественник кукурузы, яровых зерновых и других культур. Фасоль нередко возделывается в смешанных посевах с кукурузой, картофелем, бахчевыми растениями. Например, в Грузии под посевами кукурузы с фасолью занято более 150 тыс. га, причем зерна фасоли и кукурузы на них получают больше, чем в чистых, однородных посевах.

Фасоль часто считают малоурожайной культурой. Однако данные сельскохозяйственных опытных станций и передовой практики говорят о возможности получения урожаев этой культуры выше 25—28 ц/га.

В СНГ большинство посевов фасоли приходится на Северокавказские республики, Краснодарский и Ставропольский края России, Украину и Молдову. В послевоенное время районы возделывания фасоли продвинулись к северу до широты Санкт-Петербурга. В огородной культуре ранние сорта фасоли успешно распространяются в Московской области, Беларуси, Западной Сибири.

В Беларуси культивируют семенные сорта фасоли: *Белорусская 288*, *Мотыльская белая*, *Красноградская*, *Ричи*, *Триумф*, *Щедрая* и овощные (спаржевые): *Зинуля*, *Иришка*, *Карсон*, *Лаурина*, *Миробела*, *Ольга*, *Тара* [9].

2.2.2. Происхождение культуры

С древних времен фасоль возделывается в Мексике, Гватемале и других странах Нового Света. По мнению С. М. Букасова, культура обыкновенной фасоли возникла в Новом Свете за 3—4 тыс. до н. э. на Южно-Мексиканском и Гватемальском плоскогорьях в условиях неполивного земледелия. По Н. И. Вавилову, центром происхождения обыкновенной фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) является Южная Мексика, а также Перу. В природных условиях фасоль обыкновенная не встречается. Ряд материалов позволяет предположить возможное гибридное происхождение фасоли — одной из родительских форм последней могла быть *Phaseolus aborigineus* Burhardt или *Phaseolus macrolepis* L. Американские виды фасоли, к которым относится фасоль обыкновенная, стали известны в Европе только после открытия Америки, сначала как декоративные растения в ботанических садах, но уже с первой половины XVII в. они возделывались на огородах, а с XVIII в. — и на полях. В Грузии фасоль стала нацио-

нальной культурой с XVII в. В Беларусь и Россию фасоль проникла из Европы в конце XVII — начале XVIII в.

Н. И. Вавилов выделяет также другой самостоятельный азиатский центр мелкосемянных форм фасоли. В Южной и Юго-Восточной Азии фасоль была известна 5—6 тыс. назад.

2.2.3. Биологическая характеристика

Фасоль принадлежит к тепло- и светолюбивым культурам короткого дня; имеются сорта обыкновенной и многоцветковой фасоли длинного дня. Для прорастания семян фасоли требуется температура не ниже 8—12 °С. Темноокрашенные семена различных видов фасоли, как правило, начинают прорастать при температурах на 2—3 °С ниже. Всходы фасоли чувствительны к заморозкам. Заморозки –0,1...–0,2 °С нередко бывают губительными. Самой нетребовательной к теплу является обыкновенная фасоль. Стадию яровизации (очень короткую) фасоль проходит в зависимости от сорта при температуре 10—20 °С. Для прохождения световой стадии требуются короткие дни и повышенная температура. Вегетационный период у различных сортов фасоли длится от 75—80 до 120 дней.

Цветение кустовых сортов обыкновенной фасоли продолжается 15—20 дней. Вьющиеся же формы цветут 30—50 дней. При неблагоприятных условиях у фасоли наблюдается опадение бутонов и цветков. Фасоль более засухоустойчива, чем горох, чечевица и бобы. Обыкновенная фасоль, как правило, — самоопыляющееся растение, но нередко бывает и перекрестное опыление при посредстве насекомых. Многоцветковая фасоль — перекрестноопылитель.

В культуре известно 20 видов фасоли. Основные виды по происхождению и ботаническим признакам можно разделить на две группы:

- *американская* — с крупными плоскими бобами с длинным клювом, крупными семенами и клиновидными прилистниками;
- *азиатская* — с мелкими цилиндрическими многосемянными бобами без клюва, с мелкими семенами, широкими шпоровидными прилистниками, растения, опушенные волосками.

К *американской группе* фасолей относятся следующие виды. *Phaseolus vulgaris* L. (рис. 27) — основной, наиболее распространенный в культуре вид фасоли. Кустовые, полувьющиеся и вьющиеся формы. Цветки и листья крупные. Листочки крупные, часто заостренные, яйцевидные, пазушные цветоносы имеют по 2—6 цветков. Венчик различной окраски, но чаще белой. Бобы длинные, круглые или сплюсненные, иногда четковидно-вздутые, с клювом. Семена средней величины, от белой до черной окраски, нередко мозаичные, крапчатые. Вес 1000 семян 200—

480 г. По форме шаровидные, вальковатые, сплюснутые. Подобно гороху, по строению бобов различают лушильные и сахарные сорта фасоли. Последние нередко называют спаржевой фасолью (с желтеющими мясистыми бобами в фазе технической спелости). Происходит из тропической Америки. Завезена в Европу испанцами.

Фасоль лима (лимская), или *лунообразная*, — *Phaseolus lunatus* L. Растения голые. Листочки асимметричные, в основании ромбические. Прилистники и прицветники мелкие. Цветonoсы многоцветковые. Цветки

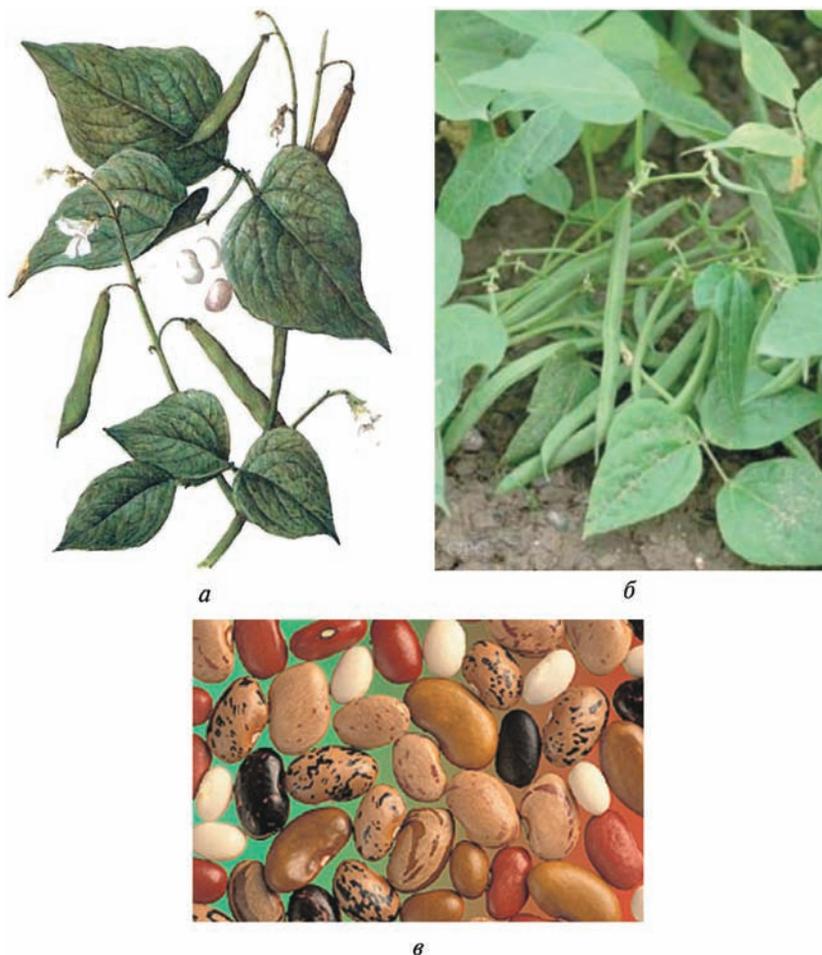


Рис. 27. Фасоль обыкновенная: морфологические особенности растения (а) и рост в поле (б); семена разных видов фасоли (в)

мелкие. Бобы широкие, полулунные, плоские, 2-3-семянные, легко рас­трескиваются. Семена крупные, чаще плоские, почковидные, различной окраски (чаще белые и мозаичные). Вес 1000 семян 250—1000 г. В США лимская фасоль занимает около 100 тыс. га и используется как в виде созревших семян, так и в незрелом состоянии в консервной промышленности. Происходит из Центральной Америки. Возделывается в Америке, Африке, в тропической Азии и изредка в Европе. В России культивируется давно как овощная культура. Вид теплолюбивый, более устойчивый к болезням, чем обыкновенная фасоль.

Фасоль многоцветковая — *Phaseolus multiflorus* Willd. — растение полу­вьющееся. При прорастании всходы не выносят семядолей на поверхность почвы. Листочки крупные, сердцевидные, слабоопушенные. Цветono­сы многочисленные, пазушные. Цветки в кистях крупные, ярко-красные, розовые или белые. Бобы короткие, широкие, плоскоцилиндрические, с носиком. Вес 1000 семян 700—1200 г. Семена крупные, сплюснуто-эллиптические, белые или пестрые. Дикие формы произрастают в Мексике и Гватемале. Ввезена в Россию в XVIII в. под названием турецких бобов. Неустойчива к засухе. Может использоваться как декоративное растение.

Фасоль тенари, или остролистная, — *Phaseolus acutifolius* A. Gray. Листья мельче, чем у обыкновенной фасоли. Листочки на черешках заострен­ные. Соцветия кистевидные, малоцветковые, на коротких цветоножках. Венчик гораздо длиннее чашечки. Цветки белые с утолщением на парусе. Бобы короткие, плоскоцилиндрические, с клювом. Семена мелкие (100—140 г) или средней величины, разной окраски (чаще белые). Дикие формы встречаются в Аризоне, Мексике. Фасоль этого вида — древняя культура индейцев. В России возделывается как очень засухоустойчивое растение.

Азиатская группа фасолей представлена следующими главными видами.

Маш, или фасоль золотистая — *Phaseolus aureus* Piper., имеет ребри­стые стебли. Растения вьющиеся, опушенные. Прилистники широкояй­цевидные. Непарный листок почти треугольный. Цветки желтые. Бобы узкие, длинные, цилиндрические, без клюва на конце, многосемянные, опушенные. Созревшие бобы почти черные. Семена мелкие, желтые или зеленые, иногда крапчатые. Вес 1000 семян 30—60 г. Требования к теплу и влаге выше, чем у обыкновенной фасоли. Маш устойчив к воздушной за­сухе. В диком состоянии маш неизвестен. Возделывается в Среднеазиат­ских республиках и на Дальнем Востоке, в Индии, Китае. Как новая куль­тура распространяется в Украине и Молдавии.

Адзуки, или фасоль угловатая — *Phaseolus angularis* W. Wight. Стебли прямые, с вьющейся верхушкой. Листочки крупные. Цветки лимонно-желтые, собраны в короткие кисти. Бобы висячие, неопушенные. Семена

мелкие разной окраски. Вес 1000 семян 40—75 г. В диком состоянии неизвестна. В России возделывается на Дальнем Востоке.

Урд, или *фасоль мунго* — *Phaseolus mungo* L., — вид, близкий машу, но отличается от него меньшей засухоустойчивостью, ланцетными прилистниками, толстыми и короткими бобами, торчащими вверх при созревании. В диком состоянии неизвестен. Возделывается в Индии, Среднеазиатских республиках. В России в культуре встречается редко.

2.2.4. Особенности технологии выращивания

Как типичная пропашная культура фасоль размещается в пропашном поле севооборота. Хорошими предшественниками для нее считаются озимые. Можно размещать фасоль в яровом поле после сахарной свеклы, картофеля и других культур. В местах распространения склеротинии не следует сеять фасоль после подсолнечника.

Под фасоль целесообразно вносить фосфорно-калийные удобрения (50—90 и 40—60 кг д. в./га). Азотные удобрения лучше вносить под культивацию (10—25 кг д. в./га). Полезными мерами для защиты посевов фасоли от болезней служат воздушно-тепловой обогрев семян перед посевом, протравливание фунгицидами, применение препарата нитрагина.

Фасоль — культура позднего высева. Ее высевают, когда минует опасность заморозков. Для обеспечения дружных всходов необходимо, чтобы почва прогрелась до 12—14 °С. При посеве в непрогретую почву фасоль долго не всходит, ее семена могут загнить.

Сеют фасоль рядами с междурядьями 45—60 см, возможны квадратно-гнездовые посевы. Глубина заделки семян при посеве 5—6 см (до 8 см). В зависимости от крупности семян норма высева от 80 до 120—150 кг (0,3—0,4 млн семян) на 1 га.

Фасоль — культура, требовательная к почве. Большие урожаи она формирует на легких черноземах и суглинистых плодородных известкованных почвах. При сильном перегреве почвы (более 30 °С) и ее сухости развитие клубеньков на корнях тормозится или совсем прекращается.

Время уборки фасоли определяется по пожелтению большей части бобов и затвердению в них семян. При перестое бобы многих сортов растрескиваются и семена высыпаются. Убирать фасоль лучше рано утром, по росе. Для уборки могут быть использованы комбайны с приспособлениями, понижающими срез. Молотить фасоль надо с предосторожностями, не допускаящими дробления семян, лучше всего специальными бобовыми молотилками. После сбора зеленых бобов стебли и листья фасоли могут быть запаханы на зеленое удобрение или заsilосованы в смеси с другими кормами.

2.3. ЧЕЧЕВИЦА

2.3.1. Хозяйственное значение

Чечевица среди зерновых бобовых растений выделяется наиболее высоким содержанием белка, уступая в этом отношении лишь сое. В среднем в семенах чечевицы содержится (на сухой вес): белка — 25—36 %, жира — 2 %, безазотистых экстрактивных веществ (углеводов) — около 60 %, золы — 2,5—4,5 %, клетчатки — 2,5—4,9 %. Чечевичную муку употребляют для приготовления некоторых сортов колбасы, консервов, кофе, конфет и печений, в хлебопекарной промышленности для повышения белковости хлебных изделий, особенно галет. Из цельных семян чечевицы готовят различные блюда: супы, каши, пюре, гарниры, используя крупу особенно ценной тарелочной крупносемянной чечевицы, у которой семенные оболочки (клетчатка) удаляются. Белок чечевицы легко усваивается организмом человека и животных, представляя собой высокопитательный продукт. Вместе с этим, семена чечевицы, наряду с высоким содержанием в них белка и его хорошим качеством, отличаются наилучшей разваримостью, они развариваются в 2—3 раза быстрее, чем семена гороха и фасоли.

Чечевица играет важную роль и как кормовая культура. В корм используют зерно, солому, мякину и отходы, образующиеся при сортировании семян и переработке их на крупу и муку. Семена чечевицы — ценный концентрированный корм для сельскохозяйственных животных, особенно для откорма свиней. Мякина и соломенная резка зерновых хлебных культур в смеси с чечевичной мукой по своей питательности равны хорошему сену. Солома и мякина чечевицы при своевременной уборке по кормовым достоинствам превосходят те же отходы овса.

Центрально-черноземная полоса — основная зона выращивания высокоценных товарных сортов крупносемянной (тарелочной) чечевицы. Площадь, занятая чечевицей, составляет здесь около 70 % всех ее посевов в России. Средний урожай составляет от 22 до 25 ц с 1 га.

Лучшие сорта тарелочной чечевицы — *Петровская 4/105* (93 % посевов), *Пензенская 14*, *Днепровская 3*, *Луна 9*, *Новая луна* и *Белоцерковская 24* — обладают крупным светло-зеленым выполненным зерном. Высоким качеством зерна обладают также сорта *Нарядная 3*, *Степная 244*.

2.3.2. Происхождение культуры

Чечевица, как и пшеница, была известна уже в каменном веке. Культурная чечевица была известна за 2 тыс. до н. э.: ее семена обнаружены в гробницах Древнего Египта. Древность этой культуры подтверждают дошедшие до нас названия ее на многих древних языках — греческом, индийском и др. В республиках Средней Азии и Закавказья (особенно в Армении) чечевица

известна с незапамятных времен. Первичным центром происхождения чечевицы является Юго-Западная Азия, включая Северо-Западную Индию, Афганистан, Иран. Можно полагать, что именно на этой территории происходила первичная интродукция чечевичного растения. Здесь сосредоточено все разнообразие форм наименее культурной мелкосемянной группы чечевицы. Происхождение крупносемянной чечевицы точно не установлено. Она менее полиморфна в сравнении с мелкосемянной чечевицей и географически обособлена в странах Средиземноморья. Видимо, над исходными формами современной крупносемянной чечевицы была проведена большая селекционная работа еще в древнейшие времена, а благоприятные экологические условия Средиземноморья способствовали закреплению и сохранению результатов естественного и сознательного отборов. О распространении чечевицы в Древней Руси упоминается в киевских летописях в числе других культурных растений, разводимых в XV—XVI вв. В сравнении с горохом, культура чечевицы, по-видимому, все же более молодая.

2.3.3. Биологическая характеристика

Чечевица культурная (*Lens esculenta* Moench.) — однолетнее растение высотой от 25—70 см (рис. 28). Стебель четырехгранный, тонкий, прямостоячий или слегка полегающий, красноватый, сильноветвистый, ко вре-

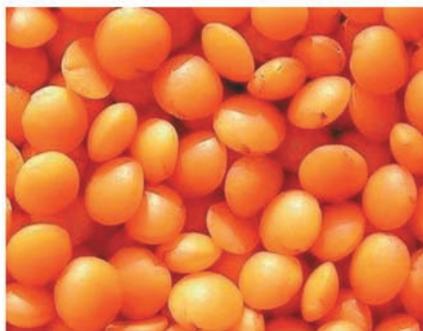


Рис. 28. Чечевица культурная: морфологические особенности растения (а); семена (б)

мени созревания желтеющий, но у некоторых сортов остается зеленым. Листья сложные, парноперистые: нижние с 2-3 парами листочков, верхние — с 4—8; черешок листа заканчивается усиком, листочки овальные или удлинённые. Цветки мелкие, белые, голубые или фиолетовые, одиночные или по 2—4 штуки на цветоножке в пазухах листьев. Бобы (плоды) ромбические, сплюснутые или слабовыпуклые, одно-, трехсемянные, при созревании растрескивающиеся. Семена сплюснутые, линзообразные, различной величины и окраски (ярко-желтые, зеленые, серые, розовые) у разных сортов. Вес 1000 семян у распространенных сортов колеблется от 25 до 75 г.

По величине семян все местные и селекционные сорта чечевицы делятся на два подвида:

- крупносемянная, или тарелочная (*Lens. ssp. macrosperma* Bar.);
- мелкосемянная (*Lens. ssp. microsperma* Bar.).

Сорта и формы чечевицы, у которых диаметр семян больше 5,5 мм (5,6—9 мм), относятся к крупносемянной, а с диаметром семян 5,5 мм и меньше — к мелкосемянной.

2.3.4. Особенности технологии выращивания

Система зяблевой обработки почвы под чечевицу, как и под другие культуры ранневесеннего посева, в зависимости от предшественников неодинакова. В тех случаях, когда чечевицу в севообороте размещают после зерновых хлебов, система основной обработки заключается в лущении стерни на глубину 5—7 см и последующей через 2—4 недели глубокой (25—27 см) вспашки на зябь. Иначе обрабатывают почву на зябь на полях после корнеплодов и других поздних технических культур; в этом случае поле не лущат, а сразу проводят вспашку.

Сеют чечевицу сплошным рядовым способом одновременно с ранними колосовыми культурами. Норма высева мелкосемянных сортов 0,7—1,0 ц, тарелочной — 1,0—1,3 ц/га. Семена заделывают на глубину 4—5 см. Уход за посевами состоит в прикатывании почвы, бороновании всходов и своевременной прополке: чечевица сильно угнетается сорняками. Убирают раздельным способом при созревании бобов нижнего яруса.

2.4. КОРМОВЫЕ БОБЫ

2.4.1. Хозяйственное значение

Кормовые, или конские, бобы — древняя продовольственная и кормовая культура, имеющая в зерне до 35 % белка. На корм используют и солому, в которой содержится до 11 % белка. Некоторые крупносемянные сорта возделывают как пищевые. Ценны бобы и в агрономическом

отношении: их можно использовать как зеленое удобрение и они обогащают почву азотом в результате процесса азотфиксации.

Кормовые бобы возделываются в районах достаточного увлажнения: в Беларуси, Украине, Дагестане, Урале, Западной Сибири, Алтайском крае, Таджикистане и Грузии.

Урожаи кормовых бобов — 20—40 ц/га зерна и 200—300 ц/га зеленой массы. Установлено, что бобы при урожае зерна 30 ц/га берут из воздуха 213 кг азота и оставляют в почве до 95 кг азота. В Беларуси районированы кормовые бобы *Аушра*, *Стрелецкие* и овощной сорт *Белорусские* [9].

2.4.2. Биологическая характеристика

Кормовые бобы (*Vicia faba* L.) — однолетние растения (рис. 29). По величине семян разделяются на мелко-, средне- и крупносемянные. Крупносемянные, или огородные бобы, распространены преимущественно в овощеводстве. Из мелкосемянных форм в полевой культуре чаще всего встречаются скороспелые сорта (вегетационный период 110—120 дней), позднеспелые немецкие, французские, польские сорта (вегетационный период 120—140 дней). В благоприятных условиях кормовые бобы достигают высоты 2 м; нижний боб расположен на высоте 30—35 см от земли, что уменьшает потери зерна при механизированной уборке. Кормовые бобы имеют прямой, неполегающий, маловетвящийся стебель, что позволяет механизировать процессы по уходу за посевами и уборке урожая.



а



б



в

Рис 29. Кормовые бобы: цветение (а); раскрытый плод (б); семена (в)

2.4.3. Особенности технологии выращивания

Кормовые бобы — холодостойкие растения. Начинают прорастать при 3—4 °С, всходы переносят заморозки до –5 °С. Требуют влаги от посева до цветения. Вегетационный период — 95—140 дней.

Кормовые бобы требовательны к плодородию почвы. Произрастают на глинистых и суглинистых, торфяно-болотных почвах, хорошо удаются на влажных тяжелых почвах. В полях севооборота их размещают после хорошо удобренных пропашных зерновых. Нельзя высевать после бобовых. Почву подготавливают так же, как и под другие бобовые культуры раннего срока сева.

Под зяблевую вспашку необходимо вносить на 1 га 20—30 т торфяно-навозной смеси с добавлением по 40—50 кг фосфора и калия, а на кислых почвах и известь. Если осенью удобрения не применялись, то весной вносят 20 т органических удобрений, 3 ц суперфосфата, 2 ц калийной соли и 0,5 ц аммиачной селитры; на торфяно-болотных почвах — по 3—4 ц калия и фосфата.

Семена перед посевом протравливают гранозаном, гермизаном или ТМТД и в день посева обрабатывают нитрагином.

Способ посева — широкорядный (с междурядьями 45—60 см) или квадратно-гнездовой (60 × 60 см, 6-7 растений в гнезде). Норма посева при широкорядном способе посева 150—180 кг/га, при квадратно-гнездовом — 80—100 кг/га. Глубина заделки семян на легких почвах 6—8 см, на связных 5—6 см.

Уход за посевами заключается в уничтожении сорняков путем боронования. Междурядных обработок проводят 2-3; их прекращают, когда растения достигнут 50—60 см высотой. При втором рыхлении рекомендуется подкормка суперфосфатом (10—15 кг/га) и калийной солью (5 кг/га). В начале цветения проводят чеканку верхушек, чтобы ускорить созревание бобов.

Уборку урожая кормовых бобов, как и гороха, производят отдельным способом, а в сухую погоду — прямым комбайнированием. Обмолоченное зерно высушивают до 15—16 % влажности. На силос кормовые бобы скашивают в фазе молочно-восковой спелости, их лучше силосовать в смеси с кукурузой.

2.5. СОЯ

2.5.1. Хозяйственное значение

Соя — ценная продовольственная, кормовая и техническая культура. Это связано с химическим составом ее семян, которые содержат 45—50 % полноценного белка (в состав белков сои в сравнительно больших

количествах входят все аминокислоты), около 20 % углеводов и до 30 % липидов. Возделывая сою, хозяйства получают два полноценных продукта: муку с высоким содержанием белка и растительное масло.

Белок сои характеризуется высокой усвояемостью, хорошей растворимостью в воде; по содержанию незаменимых аминокислот он богаче белка других культур. Протеин сои может заменять протеин мяса. Главный белок семян сои — глицинин — способен при закисании свертываться (створаживаться). Изготовленное из соевых бобов молоко, как и животное молоко, содержит казеин, идущий для питания и промышленных целей.

Соя служит сырьем для маслобойной промышленности, масло используют не только в пищу, но и в мыловарении, лакокрасочной промышленности и т. д. В мировом производстве пищевого растительного масла соя занимает первое место. На ее долю приходится 40 %, а на долю подсолнечника — 17 %. Соевое масло используют преимущественно в переработанном виде как сырье для производства маргарина и получения лецитина, применяемого при изготовлении медицинских препаратов. В кондитерской промышленности соевым лецитином заменяют яичные желтки.

Зерно используется в пищу в вареном виде и для консервирования. Из сои получают масло, маргарин, соус, соевый сыр, молоко, муку, кондитерские изделия, консервы и многие другие продукты. Низкое содержание углеводов включает продукты из сои в число диетических блюд при диабете. Помимо этого, соя богата легкоусвояемыми соединениями фосфора, витаминами А, В₁, В₂.

Соя — ценное кормовое растение. Раньше сою возделывали на зеленый корм, который охотно поедают животные, а также для силосования (в смеси с кукурузой). Сейчас сою возделывают в основном на семена. Большое значение как корм для животных имеют жмых, шрот и соевая мука. Шрот сои содержит 40 % белка, 1,4 % жира и около 30 % безазотистых веществ.

Из сои как технической культуры изготавливают искусственную шерстяную ткань, пластмассы, клей, лаки, краски, мыло и многие другие технические продукты и изделия. Добавление соевого масла в белые эмалевые краски предохраняет их от пожелтения и придает им блеск.

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

Почти 90 % всех посевов сои в России сосредоточены в Приморском и Хабаровском краях и Амурской области. Выращиваемые в районах

Центрального Нечерноземья сорта сои северного экотипа *Магева* дают урожай семян 20—25 ц/га.

В Беларуси в 2007 г. под соей было занято около 1 тыс. га при средней урожайности 15,4 ц/га.

Сорта сои по продолжительности периода вегетации и сумме активных температур делят на 9 групп. В Беларуси наиболее перспективны ультраскороспелые, скороспелые и среднескороспелые сорта. В республике в 2007 г. районированы 7 сортов отечественной селекции: *Березина*, *Припять*, *Снежок*, *Северная звезда*, *Ствига*, *Устя*, *Ясельда* и др. Средняя урожайность их на Кобринском опытном участке была 18—20 ц/га, максимальная — 36 ц/га [10]. В Государственный реестр включены перспективные сорта *Аннушка*, *Верас*, *Припять*, *Полесская 201*, *Раница*, *Рось*. Их потенциальная урожайность — 40 и более ц/га. Белорусские сорта сои, в отличие от многих зарубежных, генетически не модифицированы.

2.5.2. Происхождение культуры

Родиной культурной сои считают Северо-Восточную Азию. В Китае соя была известна за 6 тыс. лет до н. э., еще во времена египетских пирамид. Издавна сою возделывают и в Индии, Японии, Корее, Вьетнаме и Индонезии, где она является основным источником получения растительного белка и масла и используется в пищу в самых разнообразных видах.

Из Китая соя проникла на российский Дальний Восток, где с давних пор ее возделывали под названиями: «китайские», «маньчжурские», «масличные» или «кофейные бобы». В. Л. Комаров обратил внимание на то, что культурная соя очень сходна с дикой уссурийской соей, встречающейся в Приморском крае России и в Китае вплоть до Гималайских гор. Однако изучение дикорастущих родичей сои и сопоставление их с культурной соей не дало оснований сделать вывод о непосредственном происхождении культурного вида от уссурийской сои. Большинство ботаников полагают, что оба эти вида близкородственны, и в отдаленные времена, когда соя только впервые вводилась в культуру, имели общего предка, ныне исчезнувшего. Изучение изменчивости сои подтверждает, что центром разнообразия культурной сои является Маньчжурия вместе с прилегающими районами Северо-Восточного Китая и Кореей.

Из европейских стран соя раньше всего появилась в Англии и Франции и высевалась в ботаническом саду с 1709 г., но практического интереса не вызывала. Практический интерес американских фермеров к сое проявился только после публикации в 1875 г. статей венского профессора Габерландта, доказавшего превосходство питательных свойств сои над пищевыми достоинствами других растений, и уже с 1890 г. опытные станции США развернули работу по акклиматизации и селекции различных сортов сои. Таким образом, потребовалось сто лет, чтобы соя в Европе и

Америке из нового декоративного растения превратилась в перспективную сельскохозяйственную культуру.

В России соя также, если не считать ее посевов на Дальнем Востоке, не получила быстрого распространения. Широкое выращивание сои на Северном Кавказе, в Грузии и Украине началось только с 1930 г., посевные площади которой возросли до 800 тыс. га. В качестве исходного материала для селекции новых сортов была использована обширная мировая коллекция сои, включавшая более 7 тыс. образцов семян из 15 различных стран, собранная сотрудниками ВИРа.

2.5.3. Биологическая характеристика

Род *Glycine* L., к которому относится соя, относится к семейству Бобовые (*Fabaceae*) и содержит более 40 видов, подразделяемых на 3 секции; все виды рода — однолетние растения. Культивируемый вид сои — *Glycine hispida* (Moench.) Maxim. (= *Glycine max* [L.] Merr.) — соя щетинистая, или культурная (рис. 30), вместе с тремя дикорастущими видами образуют сек-

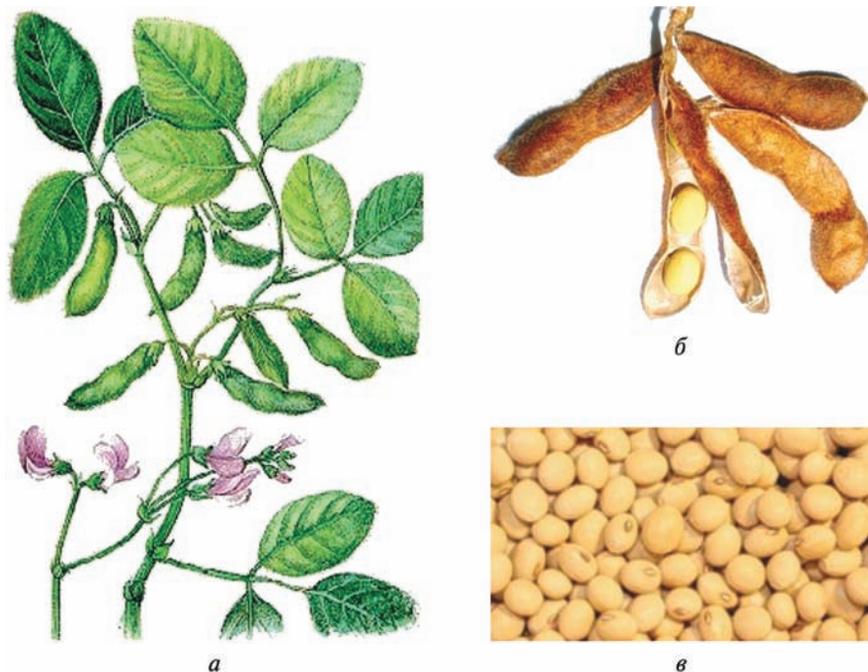


Рис. 30. Соя щетинистая (культурная): морфологические особенности (а); раскрытый плод (б); семена (в)

цию *Soja Benth.* Всего насчитывают более 500 разновидностей сои, отличающихся высотой стебля, величиной, цветом и формой зерна и другими признаками. Внутривидовую новую классификацию культурной сои разработал В. Б. Енкен, который разделяет возделываемый вид сои на 6 подвидов.

Стебель сои твердый, неполегающий, высотой 60—100 см. Листья длинночерешковые, тройчатые, расположены на стебле одиночно. При созревании у большинства сортов сои листья желтеют и опадают вместе с черешками, и к уборке остаются только стебли с бобами. У некоторых сортов сои, в частности у кормовых, при созревании листья засыхают и остаются на стеблях. Стебли, ветви, листья и бобы сои густо покрыты жесткими волосками бурого или белого цвета. Цветки мелкие, фиолетовой или белой окраски, выходят кистями из пазух листьев. Соя — самоопыляющееся растение.

Соя яровизируется при 20—25 °С в течение 10—15 дней и влажности 75 %.

Для прорастания семян сои температура почвы должна достигать 9—10 °С, оптимальная — 15—20 °С. Весенние заморозки в -1...-3 °С соя переносит, задерживаясь лишь несколько в росте. Осенние заморозки повреждают листья, но если они наступают незадолго до полного созревания (после молочной спелости), то последнее заканчивается нормально.

Соя довольно требовательна к теплу. Для ее развития необходима сумма температур от 1700 до 2700 °С. Наибольшее количество тепла требуется в период цветения и созревания бобов. Для нормального прохождения этих фаз нужна средняя суточная температура в 15—18 °С.

Соя — растение короткого дня. Короткий день повышает способность сои к ветвлению и росту и ускоряет сроки цветения, но задерживает налив и созревание бобов. При длинном дне сроки цветения сильно замедляются, но вместе с тем под его влиянием в начале развития или в течение всего вегетационного периода ускоряются пожелтение и опадание листьев, в связи с чем бобы быстрее наливаются и созревают. Вегетационный период сои в зависимости от сорта и условий возделывания сильно колеблется. Отдельные сорта ее созревают за 75—80 дней, но позднеспелые сорта имеют вегетационный период 130—140 дней и более.

Цветение сои наступает с появлением 5-6 настоящих листьев или в начальной стадии развития боковых ветвей, а у более поздних сортов — когда боковые стебли достигнут мощного развития. Цветение длится, в зависимости от сорта, 15—40 дней.

Из зерновых бобовых культур соя считается наиболее влаголюбивой, но она плохо развивается на сырых, заболоченных и кислых почвах. Благодаря мощной, глубокой корневой системе соя легче, чем другие культуры, переносит временную почвенную засуху.

2.5.4. Особенности технологии выращивания

Хорошие предшественники сои — зерновые. Высокие урожаи соя дает после яровых и озимых культур, при посеве по пару, на целинных землях. Сама соя является хорошим предшественником для кукурузы и яровых зерновых.

Важная роль отводится профилактическим мероприятиям для борьбы с сорняками и болезнями сои. Для борьбы с многолетними злаковыми и двудольными сорняками осенью после уборки зерновых предшественников по стерне вносят раундап. До сева с заделкой в почву или до всходов культуры против однолетних злаковых и двудольных сорняков применяют почвенные гербициды гезагард, харнес, фронтьер, пивот и др. В фазу 1—3 настоящих листьев для борьбы с однолетними двудольными сорняками возможно внесение базаграна, в фазу 4-5 листьев против пырея ползучего рекомендован гербицид фюзилад-супер. При появлении первых признаков болезней: септориоза, оливковой пятнистости, бактериоза — посевы сои обрабатывают фунгицидом фундазолом; обработку за период вегетации повторяют 2-3 раза через 7—10 дней. В период вегетации сои при угрозе поражения соевой плодояжкой, луговым мотыльком или многорядным листоедом посевы обрабатывают инсектицидами (алметрин и др.).

Соя хорошо отзывается на заправку почвы удобрениями. Но органические удобрения под сою в виде перепревшего навоза (20—40 т/га) вносят только после зерновых предшественников и на бедных почвах. На окультуренных почвах их вносят под предшественник. Минеральные удобрения дают наилучший эффект при 45 кг д. в. каждого удобрения на 1 га. Положительное влияние на урожай сои оказывает внесение перед посевом в почву нитрагина — препарата, содержащего нужную расу клубеньковых бактерий, и обработка им семян сои.

Под сою рекомендуется проводить зяблевую вспашку, лучше с предварительным лушением (после зерновых предшественников). Соя отзывчива на глубокую пахоту.

Высокие урожаи соя дает при широкорядном посеве (междурядья 45 см) и высевом 0,4 млн семян на 1 га (40—60 кг/га) на глубину 3—5 см. Посев сои проводят кукурузными или свекловичными сеялками.

При прорастании семядоли выносятся на поверхность почвы, и поэтому семена глубоко заделывать нельзя. При уходе за посевами сои применяют междурядные рыхления — после появления всходов и при образовании настоящих листьев. На сплошных посевах полезно раннее боронование всходов — для разрушения корки и для прополки.

Признаки спелости сои на зерно — пожелтение и опадание листьев, побурение стеблей и бобов, шум зерен в бобах при встряхивании. При полном созревании бобов уборку урожая сои проводят прямым комбайнированием. Если верхние бобы еще не дозрели, сою скашивают, досушивают и ведут раздельную уборку.

2.6. АРАХИС

2.6.1. Хозяйственное значение

Семена арахиса (земляного, или китайского ореха) содержат 48—66 % высококачественного пищевого невысыхающего масла, заменяющего прованское масло, и 23—38 % белка (жмых содержит ~ 45 % белка и используется для приготовления халвы, тортов, шоколада и других продуктов). Вегетативная масса арахиса в виде сена служит хорошим кормом для скота, не уступая по питательности селу клевера или люцерны (содержит 10—20 % белка), а шелуха плодов арахиса (бобов) идет на производство изоляционных материалов и на топливо.

Мировая площадь посева арахиса составляет около 22 млн га. Его культура наиболее распространена в Индии, Китае, Японии, Корее, Мьянме, Центральной и Северной Африке, США и Западной Европе (преимущественно в зонах, прилегающих к Средиземному морю), Украине. В России арахис выращивают в Поволжье, Ростовской области, Краснодарском крае.

Средняя урожайность семян арахиса (в ц/га) в мире — 10; в Китае, Испании, Корее — до 20; в России — 5—8 (без полива) и 20—80 при орошении.

2.6.2. Происхождение культуры

Происходит арахис из Южной Америки (Перу), позже из Аргентины и Бразилии распространился по всему миру. В Европе известен с XVI в., в России его начали выращивать в 1792 г. — вначале в Одесском ботаническом саду, а с 20—30-х гг. XX в. — в сельскохозяйственных посевах.

2.6.3. Биологическая характеристика

Арахис подземный (*Arachis hypogaeae* L., ssp. *vulgaris* L.) — однолетнее травянистое растение семейства Бобовые — *Fabaceae* (рис. 31).

При прорастании семян семядоли остаются в почве. *Стебель* арахиса ветвистый, высотой до 50—60 см. *Листья* перистые, состоят из двух пар обратнойцевидных листочков, опущенных снизу. *Цветки* расположены в надземных и подземных пазушных кистях (по 2—3). У надземных цветков возможно перекрестное опыление, подземные цветки (клеистогамные) нераскрывающиеся и самоопыляющиеся. После оплодотворения у надземных цветков основание завязи начинает разрастаться, образуя гиофор, который на 5—6 день круто направляется в почву, внедряя завязь на глубину 10 см. *Плод* арахиса — нераскрывающийся боб. Створки его рыхлые, с сетчатой поверхностью. На их поверхности образуются



Рис. 31. Арахис подземный: морфологические особенности растения

выпячивания стенок клеток эпидермиса, подобные микоризе или корневым волоскам, участвующие в питании развивающейся завязи.

Число *семян* в бобах колеблется от 1–2 до 5–7; лузжистость 20–30 %, масса 1000 семян 200–400 г.

Арахис — теплолюбивое, влаголюбивое и светолюбивое растение короткого дня, требовательное к плодородию и рыхлости почвы. Семена прорастают при температуре 12–14 °С. Всходы не выносят заморозков ниже –1...–1,5 °С. Засоленные и заболоченные почвы для арахиса непригодны.

Сорта арахиса делятся на две группы: *стелющиеся* и *кустовые*. Стелющиеся сорта обычно позднеспелые, созревающие очень неравномерно. Кустовые сорта дают более дружное созревание и отличаются скороспелостью. Они наиболее перспективны для условий СНГ.

Во время уборки арахиса основная масса корней пахотного слоя вместе с клубеньками извлекается из почвы. Это обстоятельство значительно снижает роль арахиса как обогатителя почвы азотом. В России допущены к использованию сорта *Краснодарец 13* и *Краснодарец 14*.

В Беларуси как полевая культура арахис не выращивается.

2.6.4. Особенности технологии выращивания

Арахис сеют после пропашных, озимых и яровых культур. Как бобовая и пропашная культура он хороший предшественник зерновых и других полевых культур.

Система обработки почвы под арахис такая же, как и под другие поздно высеваемые культуры.

Сеют арахис семенами или целыми бобами (частями бобов) специальными или кукурузными и хлопковыми сеялками, когда температура посевного слоя почвы достигнет 13–15 °С, широкорядным способом с междурядьями 70 см и расстоянием в рядке 25–30 см. Уход за посевами арахиса заключается в поддержании почвы в рыхлом и чистом от сорняков

состоянии (довсходовое боронование, 4–5 культиваций на глубину 6–8 см с интервалами 10–15 дней и окучивание).

Признаки готовности арахиса к уборке: частичное пожелтение листьев, потемнение внутренней стороны створок бобов, легкое отделение семян от створок бобов, нормальная твердость семян. Для уборки арахиса используют машины-копалки, которые извлекают растения из почвы, отрывают кусты и укладывают их в валки (из 4–6 рядков). Для подбора и обмолота валков (отделения бобов) используют зерновые комбайны. Для хранения влажность очищенных и высушенных бобов ~ 8 %.

2.7. ЛЮПИН

2.7.1. Хозяйственное значение

В семенах культурных видов люпина содержится 38–61 % белка, 25–39 % безазотистых веществ (главным образом, водорастворимых углеводов) и 5–20 % жирного масла. По содержанию углеводов в семенах (более 45 %) и в зеленой массе (до 20 %) люпины занимают первое место среди бобовых культур.

Использованию видов люпина для пищевых и кормовых целей препятствовало наличие в них вредных алкалоидов (спартеина, люпинина, люпинина, гидроксилупинина и др.), количество которых могло достигать 1,2–2,5 %. В настоящее время главное значение алкалоидных люпинов в земледелии состоит в использовании их для зеленого удобрения почвы. По запаханному люпину урожай зерна ржи возрастает на 10 ц/га, клубней картофеля — на 50 ц/га. Люпин как удобрение дешевле навоза, а урожай при удобрении навозом и люпином одинаковые.

Люпин — одно из наименее требовательных растений к почве, способное усваивать труднорастворимые соединения в почве. Среди зернобобовых культур у люпина наивысшая азотфиксирующая способность. В корнях и надземных частях люпина на 1 га накапливается до 400 кг азота. Запаханная растительная масса обогащает почву не только азотом, но и зольными элементами питания (фосфор, калий и др.). Люпин можно использовать не только на бедных песчаных почвах, но и для улучшения суглинистых и тяжелых почв. Вместе с тем люпин повышает эффективность минеральных удобрений. По данным опытов и передовой практики, люпин — хороший предшественник озимых и яровых хлебов и других растений.

Белок, выделяемый из семян люпина, идет на производство искусственной шерсти, клея, пластмасс, лаков и иных веществ. Мезга (отходы при выделении белка) — хороший корм для животных. Некоторые люпины, например люпин изменчивый, содержат до 22 % жира, который

может быть использован в мыловарении, лакоокрасочной и других видах промышленности.

Кроме того, некоторые виды и формы люпина выращиваются как декоративные растения.

В 30-е гг. XX в. у разных видов люпина были обнаружены формы с очень низким содержанием алкалоидов в семенах — 0,03—0,001 %, в то время как в диких образцах или в сидеральных сортах их было от 1 до 3 % (т. е. в 100—1000 раз больше). С этого времени началась селекция кормовых сортов люпина, которые назвали безалкалоидными, хотя в растениях еще отмечались следы алкалоидов. В России и Беларуси сорт люпина считается безалкалоидным (кормовым), если в семенах содержится не более 0,03 % этих веществ. Такие растения, а также их семена не имеют горького вкуса, охотно поедаются животными, их можно добавлять в другие корма, создавая рационы, сбалансированные по белку. Однако эти безалкалоидные (содержащие до 0,0025 % алкалоида) и малоалкалоидные (содержащие не более 0,2 % алкалоида) сорта имеют существенные недостатки: они поражаются фузариозом, бактериальными болезнями, тлей и менее устойчивы к неблагоприятным метеорологическим условиям по сравнению с горькими люпинами.

Тем не менее семена люпина, богатые белком, липидами и углеводами, были существенным компонентом в рационах разных племен и народов, обитавших на побережье Средиземного моря и плоскогорьях Южной Америки, из этих семян готовили разнообразные блюда и использовали для питания. Богатые питательными веществами семена люпина (в частности, белого и изменчивого) местное население в течение многих веков использовало в пищу после вымачивания в проточной воде для вымывания токсических веществ, придававших им горький вкус. Однако впоследствии пищевое применение семян люпина утратило свое значение.

В последние годы во многих странах мира повысился интерес к люпину в связи с дефицитом растительного белка. По содержанию белка в семенах (35—42 %) и его аминокислотному составу люпин не уступает сое. Разные виды и сорта люпина можно выращивать в более суровых климатических условиях и на менее плодородных почвах, где люпин обычно превосходит сою и другие зерновые бобовые культуры по урожайности и сбору белка. Эти преимущества люпина связаны с такими его биологическими особенностями, как способность развивать на малопродуктивных почвах мощную корневую систему, усваивать труднорастворимые фосфаты почвы и в достаточных количествах фиксировать азот воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями на кислых почвах.

Однолетние люпины возделываются всюду в Западной Европе. Наибольшие площади посева известны в Германии и Польше. В России люпины начали распространяться с середины XIX в., в основном как сидераты. *Люпин многолистный* — многолетнее растение, происходящее из Северной Америки. Многолетний люпин усиленно пропагандировался для широ-

кой интродукции академиком Д. Н. Прянишниковым. Благодаря холодоустойчивости и скороспелости семена его могут вызревать до северных границ культуры зерновых хлебов.

В. Федотов выделяет четыре зоны культуры люпинов в СНГ:

I зона — северная часть России (Архангельская, Ленинградская, Вологодская, Кировская, Свердловская и другие области). Здесь успешно может возделываться *люпин многолетний*, а в южной части — *люпин синий*;

II зона (северная граница 57—58° с. ш., южная — юг Беларуси. Это зона культуры *люпина синего (узколистного)* и скороспелого *люпина желтого*;

III зона — Белорусское и Украинское Полесье, запад Орловской области, районы деградированного чернозема. Зона культуры *люпина желтого* и скороспелого *люпина белого*;

IV зона — южнее 53° с. ш., в направлении Крыма, Северного Кавказа, Закавказья, Дальнего Востока. Это зона культуры *люпина белого*.

У *люпина многолистного (многолетнего)* в зеленой массе содержится больше алкалоидов, чем даже в горьких однолетних люпинах, однако уже выведены малоалкалоидные сорта люпина многолетнего, а также имеются способы очистки белков семян от алкалоидов. Кроме сидератного и кормового применения этот люпин может использоваться для укрепления песков на смываемых склонах оврагов. В диком состоянии люпин многолетний встречается на северо-западе Северной Америки. Это очень холодоустойчивое, скороспелое растение с мощной корневой системой. На севере может возделываться до Полярного круга, где его семена способны вызревать. Лучшими почвами для люпина многолетнего являются суглинки и супеси. На одном месте он может произрастать 8—10 лет и более. Наибольшую продукцию посевы люпина дают в возрасте 3 лет. Посевы люпина многолетнего внедряются на севере и северо-востоке Беларуси, а также в ее некоторых южных районах. На севере республики он дает два укоса, на юге — 3—4 укоса. Урожай зеленой массы 210—300 ц/га и более. Урожай семян ~ 10 ц/га.

Из однолетних видов люпина в Беларуси наибольшее распространение получил люпин синий (узколистный), менее требовательный к теплу, чем люпин желтый и люпин белый. Люпин синий хорошо растет как на бедных песчаных, так и на суглинистых и глинистых почвах. В западных областях России, в Беларуси, Украине урожай зеленой массы составляют 200—250 ц/га, иногда достигают 500 ц/га. Урожай семян выше 20 ц/га.

Люпин желтый довольно низкорослый, цветки очень ароматные; способность произрастать на песках у него еще более выражена, чем у люпина синего, но он не выносит карбонатных, сырых и кислых почв. Люпин желтый более требователен к теплу, чем люпин синий, и созревает позже; при заморозках около -5°C погибает.

Люпин белый — растение с толстым стеблем до 1,5 м высотой, опушенное мягкими, прижатыми волосками, характеризуется значительной

засухоустойчивостью, теплолюбивостью, жаровыносливостью и более высокими требованиями к плодородию почвы, но хорошо произрастает и на песчаных почвах. В Беларуси культивируется в районах Полесья.

В Беларуси известны следующие сорта люпина: **узколистный (синий)** — *Ашчадны, Гулливер, Миртан, Митан, Міхал, Першацвет, Прывабны, Пралеска, Хвалько*; **желтый** — *Вайко белосемянный* (немецкой селекции), *Быстрорастущий 4, Носовский белосемянный, БСХА 382*; **белый** — *Снежинка* (селекции Брянской опытной станции, Россия) [9, 16].

В лаборатории люпина НПЦ по земледелию НАН Беларуси созданы новые сорта люпина узколистного — *Миртан, Митан, Першацвет, Владлен, Хвалько, Пралеска*.

Селекцией люпина желтого занимаются также в Белорусской сельскохозяйственной академии, где созданы сорта: *БСХА, Кастрычнік, Крок, Пава, Юлита* и др. Несмотря на то что эти сорта могут поражаться антракнозом, они выращиваются в небольшом количестве на юге республики и используются в селекционно-генетической работе.

Современные белорусские сорта люпина отличаются способностью произрастать на всех типах почв республики, быстрым ростом, устойчивостью к загущению, полеганию и осыпанию семян, высоким содержанием протеина и низкой алкалоидностью, способны давать урожайность семян более 50 ц/га и сухого вещества зеленой массы 80—110 ц/га.

2.7.2. Происхождение культуры

Однолетние люпины в культуре известны с глубокой древности (2 тыс. до н. э.). Происхождение их относят к Средиземноморским странам (кроме люпина изменчивого — уроженца Южной Америки).

2.7.3. Биологические особенности

Род люпин (*Lupinus* L.) включает около 200 видов однолетних и многолетних травянистых растений. В Беларуси возделывают три однолетних вида: люпин *синий*, или *узколистный* (*L. angustifolius* L.), люпин *желтый* (*L. luteus* L.) (рис. 32), люпин *белый* (*L. albus* L.) и один многолетний вид — люпин *многолистный* (*Lupinus polyphyllus* Lindl.).

Корневая система люпина стержневая, мощная. Стебель прямостоячий, опушенный, ветвистый. Высота растений скороспелых форм 60—80 см, позднеспелых сильноветвящихся форм — 1—2 м. Листья пальчато-сложные, образованы 5—11 листочками, лежащие веером на конце черешка. Каждый побег заканчивается соцветием — кистью. Цветки имеют разную окраску: у люпина желтого — желтую; у люпина белого — белую, голубую, синюю;

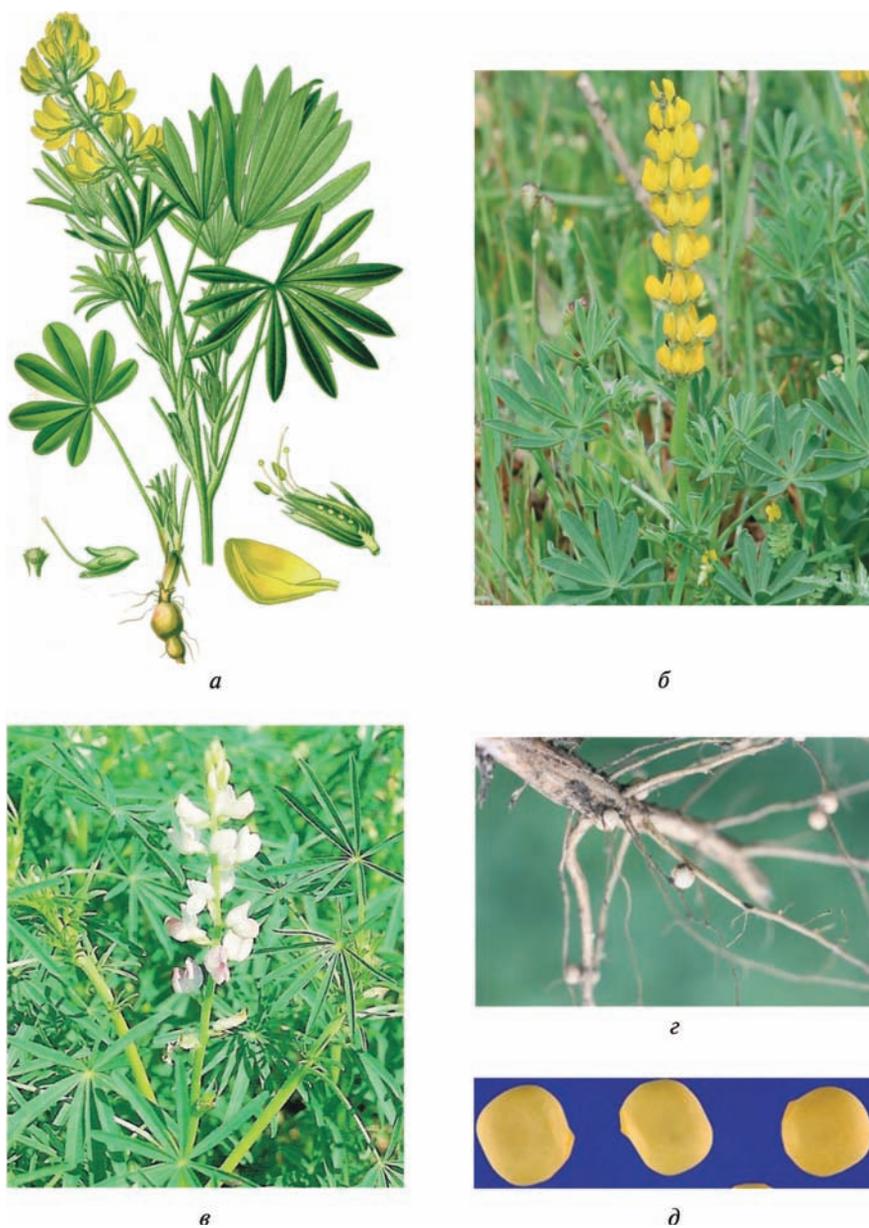


Рис. 32. Люпин: морфологические особенности (а); люпин желтый (б) и люпин узколистный (в); клубеньки на корнях (г); семена люпина желтого (д)

у люпина узколистного — фиолетовую, розовую, синюю, белую. У люпина многолистного окраска цветов чаще синяя, соцветия длинные — до 0,5 м. Люпины однолетние (люпин узколистный, люпин желтый и люпин белый) — самоопылители, люпин многолетний (многолистный) — перекрестноопылитель. Плоды — бобы многосемянные, с перетяжкой на створках. У люпина белого и современных сортов люпина желтого, а также у люпина изменчивого бобы не растрескиваются. Семена у этих люпинов белые и кремовые крупные, округло-четырёхугольные, сплюснутые.

Яровизация семян люпина однолетнего проходит при 2—5 °С за 12—15 дней.

Люпин — сравнительно холодостоек. Минимальная температура прорастания семян 3—5 °С. Всходы переносят заморозки до –6 °С.

Вегетативные органы хорошо формируются при температуре 10—14 °С. Требования к теплу повышаются в период налива семян и созревания. Температура ниже 14 °С эти процессы приостанавливает.

Сумма активных температур составляет за вегетацию у люпина белого 2600—2800 °С; люпина желтого — 2400—2600 °С; люпина узколистного — 1800—2000 °С.

Люпин — светлюбивое растение длинного дня. Для него характерно явление гелиотропизма — листья всегда повернуты к лучам солнца.

Люпин чувствителен к недостатку влаги в фазы «бутонизация — цветение — завязывание плодов». Дефицит влаги в это время ведет к 3—4-кратному снижению урожая по сравнению с урожаем в оптимальных условиях.

Люпин желтый способен формировать урожай на бедных песчаных и кислых почвах. Люпин узколистный и белый требуют более связных и плодородных почв с рН = 6—7.

2.7.4. Особенности технологии выращивания

Лучшие предшественники однолетнего люпина — озимые зерновые культуры; хорошие результаты получают при размещении его после кукурузы, сахарной свеклы, приемлем посев и после яровых зерновых культур. Люпин нельзя сеять после зерновых бобовых культур, многолетних бобовых трав во избежание распространения болезней, особенно фузариоза. Высеивать люпин повторно на том же участке следует не ранее чем через 4—5 лет, а для сортов, неустойчивых к фузариозу, — через 7—8 лет. При возделывании на семена нежелательно размещать люпин на пониженных увлажненных участках. В таких условиях образуется большая вегетативная масса, удлиняется период вегетации, затягивается созревание.

Система обработки почвы и система применения удобрений, а также подготовка семян к посеву для люпина такая же, как и для гороха.

Известкование проводят не под люпин, а за 2—3 года до его возделывания — под предшествующие культуры севооборота. Несмотря на высокое

потребление питательных веществ, люпин может расти на почвах с низким содержанием фосфора и калия. Он использует труднорастворимые фосфаты почвы, а также последствие удобрений, внесенных под предшественники.

Люпин, как и горох, требует предельно раннего срока посева. У люпина всходы устойчивы к заморозкам до -6°C , благодаря чему возможен очень ранний посев. При раннем посеве растения лучше используют осенне-зимние запасы влаги в почве, раньше созревают.

При выращивании люпина на семена применяют обычный рядовой и узкорядный способ посева с междурядьями 7,5 и 15 см или широкорядный (45 см). У люпина желтого и люпина белого при оптимальной норме высева оба способа посева обеспечивают примерно одинаковую урожайность. Широкий рядовой посев дает возможность провести междурядные обработки с помощью агромеханики. При обычном рядовом посеве для люпина желтого и узколистного норма высева составляет 1,0–1,2 млн всхожих семян на 1 га, при широкорядном посеве норма высева составляет 60 % нормы обычного рядового посева. При возделывании на зеленую массу и силос используют обычный рядовой посев с нормой высева, повышенной на 10–15 %. Семена в зависимости от почвы сеют на глубину 3–4 см.

Люпин выносит семядоли на поверхность, поэтому глубокая (более 5 см) и неравномерная заделка семян при посеве недопустима. Для борьбы с сорняками проводятся боронования: до всходов — через 3–4 дня после посева и по всходам в фазу 3–4 пар настоящих листьев. Однако при небольшой глубине заделки семян люпина боронование приводит к повреждению проростков, выгребанию проросших семян на поверхность и, следовательно, изреживанию всходов.

Узким местом в химической защите люпина от сорной растительности является отсутствие гербицидов по вегетирующим растениям, так как он проявляет к ним такую же чувствительность, как и сорняки. Поэтому по вегетирующим растениям применяются только гербициды для борьбы с пыреем и куриным просом (граминициды). Для борьбы с другими видами сорняков применяют только почвенные гербициды (гезагард, зенкор и др.) [11].

При обнаружении на вегетирующих растениях признаков антракноза применяют фунгициды: импакт, бавистин и др. При погодных условиях, благоприятных для развития болезней, через 10–12 дней обработку посевов повторяют.

Обязательным приемом против сосущих насекомых (тля, трипсы) является обработка посевов инсектицидами (децис, рогор и др.) в фазу бутонизации [11].

На зеленую массу для силосования люпин убирают в фазе блестящих бобов, когда бобы характеризуются наибольшими размерами, а накопленные зеленой массы максимальные за вегетацию. У люпина узколистного и люпина желтого, в отличие от люпина белого, бобы при созревании

в жаркую погоду растрескиваются. Поэтому при выращивании их на семена желательна предварительная десикация, позволяющая однофазную уборку комбайнами.

3. МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

К масличным культурам относят растения, семена и плоды которых содержат жир (20—60 %). Они служат сырьем для получения растительного масла, которое имеет большое пищевое и техническое значение. Его употребляют в пищу, применяют в консервной, кондитерской, хлебопекарной промышленности, его используют при изготовлении маргарина, мыла, олифы, стеарина, линолеума, а также в лакокрасочном производстве, ситцепечатании, парфюмерии, медицине и т. д.

Масличные культуры — важный источник растительного белка. 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 масличные растения — хорошие медоносы.

В мировом земледелии эти культуры занимают значительную посевную площадь — более 140 млн га. К наиболее распространенным относятся (в млн га): соя — 62,65, подсолнечник — 18,33, рапс вместе с сурепицей — 22,25, арахис — 21,78, лен — 7,5, кунжут — 6,75.

Наибольшие площади масличные культуры занимают в США, России, Канаде, Индии, Бразилии, Аргентине, Китае, Пакистане, Украине.

Растительные жиры представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта — глицерина — в сочетании с различными жирными кислотами. В состав жира входят три элемента: углерод (75—79 %), водород (11—13 %) и кислород (10—12 %). По сравнению с белками и углеводами жиры — менее окисленные соединения и обладают вдвое большей калорийностью, чем белки и углеводы.

Свойства жира у различных культур зависят от содержания в них ненасыщенных (олеиновая, линолевая, линоленовая и др.) и насыщенных (пальмитиновая, стеариновая и др.) жирных кислот.

Количество и качество жира в семенах и плодах различных культур зависят от вида и сорта растений, а также от условий их произрастания, в частности от почвы, климата, агротехники и т. д.

Наиболее ценны для изготовления олифы масла, имеющие много ненасыщенных кислот. Показателем содержания ненасыщенных кислот в масле является *йодное число*, определяемое по количеству граммов йода, присоединяющемуся к 100 г масла. Чем больше йодное число, тем выше способность масла высыхать.

Растительные масла по степени высыхания делятся на три группы:

- *высыхающие* (йодное число более 130) — по преимуществу технические масла (перилловое, ляллеманцевое, льняное, рыжиковое);
- *полувысыхающие* (йодное число 86—130) — в основном пищевые масла (подсолнечное, соевое, кунжутное, рапсовое, горчичное, сафлоровое);
- *невысыхающие* (йодное число менее 85) — из пищевых масел к этой группе относятся арахисовое, из технических — касторовое (клещевинное).

Пищевые и технические масла должны содержать минимальное количество свободных жирных кислот (наличие их требует дополнительной обработки масла). Показателем содержания свободных кислот в масле служит *кислотное число*, определяемое по количеству миллиграммов гидроокиси калия, требующемуся для нейтрализации свободных кислот в 1 г масла. Кислотность масла в определенной мере зависит от спелости семян (она выше у незрелых семян), условий уборки и хранения.

Многие растительные масла служат сырьем для мыловарения. Пригодность масла для этих целей определяется *числом омыления*, величина которого равна числу миллиграммов гидроокиси калия, необходимого для нейтрализации как свободных, так и связанных с глицерином жирных кислот, содержащихся в 1 г масла.

В пищевых маслах не должно быть резко пахнущих или вызывающих болезненные явления веществ. Для технических целей требуются масла с большим содержанием ненасыщенных и низким содержанием свободных кислот, с высоким йодным числом и числом омыления.

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.

Среди технических масел по объему производства в мире первое место занимает льняное, второе — касторовое, третье — оливковое (полученное вторичным прессованием).

3.1. ПОДСОЛНЕЧНИК

3.1.1. Происхождение культуры

Родина подсолнечника — юг Северной Америки. Археологические данные свидетельствуют о выращивании подсолнечника на территории нынешних штатов Аризона и Нью-Мексико примерно в 3 тыс. до н. э.

Некоторые археологи утверждают, что подсолнечник был окультурен даже раньше пшеницы. Индейцы употребляли семена подсолнечника в размолотом виде, как мы сейчас употребляем муку, раздавленные семена подсолнечника были лакомством. Имеются даже свидетельства производства индейцами масла из подсолнечника. Оно употреблялось в хлебопечении и как лечебно-косметическое средство (для смазывания кожи и волос). Из подсолнечника индейцы также получали пурпурную краску.

В Европу подсолнечник завезли испанские завоеватели Америки примерно в XVI в. Первоначально растение употреблялось как декоративное, иногда использовалось в медицине. Впервые о производстве масла из подсолнечника в Европе задумались англичане; существует английский патент 1716 г., описывающий этот процесс. Однако масштабное производство подсолнечного масла началось именно в России. В Россию семена подсолнечника завез из Голландии Петр I. Растение первоначально употреблялось как декоративное. Промышленный процесс производства подсолнечного масла был налажен в 1828 г. крепостным крестьянином из села Алексеевка Бокаревым, который был знаком с производством льняного и кедрового масла и решил применить тот же процесс для производства подсолнечного. Уже в 1833 г. помещик Шереметьев, владелец Алексеевки, при содействии Бокарева построил первый завод по добыче подсолнечного масла. Масло подсолнечника быстро приобрело популярность в России, во многом потому, что его употребление не было запрещено в дни Великого Поста (откуда и происходит второе название подсолнечного масла — постное масло). К середине XIX в. во многих районах Воронежской и Саратовской губерний подсолнечник занимал 30—40 % посевных площадей.

Усилиями советских селекционеров В. С. Пустовойта, Л. А. Жданова и др. удалось значительно повысить масличность подсолнечника и его устойчивость к вредителям. Наиболее престижная мировая премия в области разведения подсолнечника носит имя В. С. Пустовойта.

В конце XIX в. эмигранты из России завезли технологию производства подсолнечного масла на родину подсолнечника — в США и Канаду. Вскоре США стало одним из основных (после России) производителей подсолнечного масла. В настоящее время производство подсолнечника и масла из него распространено практически по всему миру.

Мировая площадь посева подсолнечника составляет более 18 млн га.

В Беларуси подсолнечник выращивается преимущественно на силос; масло из семян подсолнечника ввозится в основном из Украины и России, собственное производится в ограниченном количестве. В Госреестр Беларуси включены сорта подсолнечника: *Лучафэрул* (молдавской селекции), *Дарий*, *Донской*, *Партнер*, *Санмарин 361* и *Санмарин 370* (русской селекции) [9].

3.1.2. Биологическая характеристика

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) относится к семейству Астровые (*Asteraceae*). Это сборный вид, который делится на два вида: подсолнечник культурный (рис. 33), объединяющий все формы и сорта подсолнечника полевой культуры, и подсолнечник дикорастущий. Подсолнечник культурный подразделяют на два подвида: культурный посевной и культурный декоративный.

Корневая система подсолнечника стержневая. Главный корень образуется из зародышевого корешка семени, на нем появляются боковые корни и проникают на глубину 2,0—2,5 м. Вначале они растут горизонтально, а затем вертикально вниз. Главный и боковые корни покрыты более мелкими корешками, пронизывающими большой объем почвы.

Стебель прямостоячий, грубый, покрыт жесткими волосками, заполнен внутри губчатой сердцевинкой, обычно неветвящийся, высотой 1,0—2,5 м.

Листья овально-сердцевидной формы, с зубчатыми или пильчатыми краями, на длинных черешках, густоопушенные жесткими волосками. Нижние 2-3 пары листьев расположены супротивно, остальные — очередно.

Цветки формируют соцветие — корзинку, состоящую из крупного цветоложа, по внешнему краю которого расположены в несколько рядов зеленые листочки (обертка). По краям корзинки размещены крупные

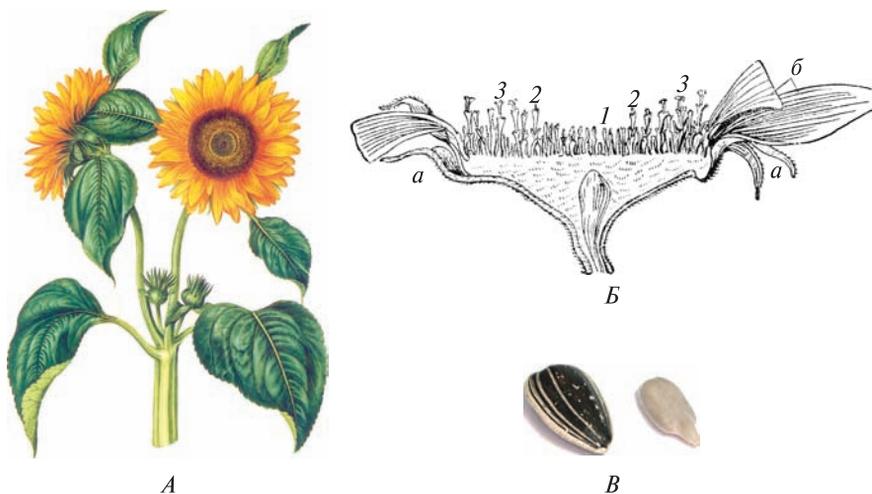


Рис. 33. Подсолнечник культурный: морфологические особенности (А); цветочная корзинка в разрезе, схематическое изображение (Б: а — листочки обертки; б — язычковые цветки; 1 — нераспустившиеся трубчатые цветки; 2, 3 — трубчатые цветки); плод (семянка) и семя (В)

ложноязычковые цветки, имеющие оранжево-желтую окраску. Трубочатые цветки, заполняющие всю корзинку (600 и более), обоеполые.

Плод у подсолнечника — семянка с одревесневающим околоплодником, не срастающимся с семенем.

По размерам семян, масличности и лужистости сорта подсолнечника делят на три группы:

- *масличные* — семянки мелкие (длина 8—14 мм, масса 1000 семян 35—80 г), лужистость низкая (22—36 %), ядро полностью заполняет полость семянки, содержание жира в ядре 53—63 %, что составляет 40—56 % масла в семянке;

- *грызовые* — семянки крупные (длина 15—25 мм, масса 1000 семян 100—170 г), лужистость высокая (42—56 %), ядро не полностью заполняет полость семянки, масличность низкая (20—35 %); грызовые сорта обычно представлены крупными растениями, нередко их возделывают на силос;

- *межеумки* — по размерам семян и по другим признакам занимают промежуточное положение.

В России распространены селекционные панцирные сорта и гибриды масличного подсолнечника, в кожуре которых имеется особый панцирный слой черного цвета (фитомеланин), содержащий до 76 % углерода. Такие сорта не повреждаются подсолнечной молью.

По наличию или отсутствию в кожуре семянки панцирного слоя сорта подсолнечника делят на панцирные и беспанцирные.

Подсолнечник — перекрестноопыляемое растение. Вегетационный период подсолнечника 80—140 суток.

Проращение семян во влажной почве начинается при температуре 4—6 °С, при температуре почвы 10—12 °С оно ускоряется и проходит более дружно и полно. Наклюнувшиеся семена переносят кратковременные понижения температуры до -10 °С, молодые всходы могут выносить заморозки до -6 °С.

Общая потребность подсолнечника в тепле в зависимости от продолжительности вегетации сорта или гибрида неодинакова. Для скороспелых сортов и гибридов сумма активных температур составляет 1850 °С, раннеспелых — 2000 °С, среднеспелых — 2150 °С. Из этого количества тепла примерно 2/3 приходится на период от всходов до цветения и 1/3 — от цветения до созревания.

Подсолнечник — культура засухоустойчивая. Он может извлекать воду из глубоких слоев почвы. Хорошая опушенность стеблей и листьев, а также приспособленность устьиц к неослабевающей транспирации обеспечивают ему большую устойчивость к жаре и засухе, в частности до начала цветения. Больше всего влаги (60 %) подсолнечник потребляет в период образования корзинки до конца цветения.

Подсолнечник требователен к свету. При затенении и пасмурной погоде рост и развитие его угнетаются. Это растение короткого дня.

Лучшие почвы для подсолнечника — черноземы (супесчаные и суглинистые), каштановые и наносные почвы заливаемых речных долин при раннем освобождении от талой воды. Благоприятный для роста растений интервал рН = 6,0—6,8.

3.1.3. Особенности технологии выращивания

В севооборотах подсолнечник размещают после колосовых хлебов (пшеница, идущая по пару), кукурузы и других растений, не использующих влагу глубоких горизонтов почвы.

Основную обработку почвы проводят осенью (лущение, вспашка или глубокое рыхление); весной обычно одну предпосевную культивацию, на засоренных полях, кроме того, раннюю культивацию с боронованием. Под вспашку вносят навоз и минеральные удобрения.

В качестве основного удобрения под подсолнечник применяют органические (15—20 т/га) и минеральные удобрения. На образование 1 т семян подсолнечник потребляет (в кг): N — 50—60, P₂O₅ — 20—25, K₂O — 120—160. Особенно много питательных веществ подсолнечнику требуется в период от образования корзинки до цветения.

По сортовым качествам (типичность и панцирность) семена подсолнечника делятся на три категории. К I категории относятся семена, у которых типичность не менее 99,8 % и панцирность не менее 98 %. У семян II и III категорий сортовые качества должны быть соответственно 98 и 97 % и не менее 96 и 95 %.

По посевным качествам семена подсолнечника делятся на три класса. Семена 1 класса должны иметь чистоту не менее 99 % и всхожесть не менее 95 %, семена 2 класса — соответственно не менее 98 и 93 % и 3 класса — 97 и 90 %.

Для посева подсолнечника используют семена районированных сортов II категории и 2 класса. Допускаются к посеву также семена III категории и 3 класса. Семена подсолнечника должны быть откалиброваны.

Перед посевом семена подсолнечника протравливают от болезней фентиуромом.

В основных районах возделывания подсолнечник высевают в ранние и средние сроки при прогревании почвы на глубине заделки семян от 8 до 12 °С.

Подсолнечник высевают широкорядным, квадратно-гнездовым (на засоренных полях) и пунктирным способами с междурядьями 70 и 90 см. На 1 га размещают 20—50 тыс. растений, в орошаемых условиях — до 60 тыс.

Глубина заделки семян колеблется от 6 до 10 см. Во время сева в почву вносят гербициды.

За 4—5 дней до появления всходов посевы подсолнечника боронуют для уничтожения сорняков и разрушения почвенной корки. После появления всходов (при образовании 1-2 пар настоящих листьев) посевы боронуют второй раз поперек рядков.

В дальнейшем проводят 2-3 междурядные культивации: первую — на глубину 6—8 см, вторую — на 8—10 см, третью — на 6—8 см. Обработка междурядий прекращается, когда растения достигнут высоты 60—70 см.

На посевах подсолнечника для уничтожения пустозерности часто применяют пчелоопыление.

К уборке подсолнечника приступают, когда основная масса корзинок (80—90 %) примет желто-бурый и бурый цвет, при влажности семян 12—17 %. Важное значение имеет предуборочное подсушивание растений подсолнечника на корню путем обработки посевов хлоратом магния через 40—45 дней после полного цветения растений при влажности семян 30—35 %. Убирают подсолнечник прямым комбайнированием. В мешках можно хранить семена с влажностью 8—10 %. Семена высокомасличных сортов засыпают на хранение при влажности не более 7 % слоем до 1 м.

3.2. РАПС

3.2.1. Хозяйственное значение

В 2005 г. в мире из рапса было получено почти 15 % масла от всего количества произведенного растительного масла. Основными производителями рапсового масла были такие страны, как Китай, Индия, Канада, Франция, Германия, Россия, где уборочные площади составляли соответственно (в млн га): 6,5; 6,0; 4,0; 0,3; 0,25; 0,22.

Рапс в условиях Беларуси — относительно новая, но перспективная техническая культура, ее посевные площади и урожай семян быстро возрастают. Рапс на зерно в целях получения растительного масла отдельные хозяйства начали выращивать после 1985 г., в 2001 г. он возделывался на площади 129 тыс. га и занимал 2,5 % в общей структуре посевов. Государственной программой было предусмотрено расширение площади под рапсом к 2010 г. до 10—12 % от всей пашни, в первую очередь, за счет посевов рапса (озимого и ярового) и озимой сурепицы, которую с успехом можно выращивать на менее плодородных и легких почвах и на торфяниках. В 2006 г. производство маслосемян рапса в Беларуси составило 180 тыс. т, т. е. возросло с 2003 г. в 3,5 раза при росте урожайности культуры на 22 %.

Рапс — ценная масличная культура. В семенах рапса содержится 32—50 % масла, до 23 % белка. Рапсовое масло полувискозное, и если его получают из сортов, не содержащих эруковой кислоты, придающей ему горечь, путем холодного прессования, то оно не уступает по качествен-

ным показателям маслу подсолнечника и сои и относится к группе лучших сортов пищевых масел (близких к оливковому), в других случаях оно имеет техническое значение (от исходного материала для химического синтеза до применения в виде смазочных средств и перспективного вида биотоплива). Доля водо- и солерастворимой фракций в белке рапса составляет 72–80 %, содержание лизина — 6–7 %, сумма незаменимых аминокислот — 30–34, коэффициент перевариваемости — 71–75 %, что говорит о высоком качестве белка этой культуры. Жмых и шрот — высококачественные концентрированные корма, содержащие до 45 % белка, близкого к соевому шроту по содержанию перевариваемого протеина и аминокислотному составу.

Озимый рапс в условиях Беларуси при благоприятной перезимовке обладает самой высокой продуктивностью среди масличных культур. Озимый рапс, особенно в южных районах, может использоваться также как озимая промежуточная культура. В полевом кормопроизводстве он является ценной культурой для поукосных и пожнивных посевов. Рапс выращивают на зеленый корм и зеленое удобрение, растение — хороший медонос.

В Госреестр сортов, разрешенных для использования в Республике Беларусь с 2010 г., внесено 13 сортов озимого рапса и 15 сортов ярового [9].

Сорта озимого рапса селекции НПЦ НАН Беларуси по земледелию занимали в 2007 г. 95 % площадей посева этой культуры в республике. Наиболее распространенными были сорта: *Лидер* — 45 % площади, *Козерог* — более 30 % и *Прогресс* — 12 %; реже высевались сорта *Добродей*, *Зорный*. Районированы также белорусские сорта ярового рапса: *Антей*, *Водолей*, *Гермес*, *Гранит*, *Магнат*, *Неман*, *Смак*, *Стрелец*, *Явар*, *Янтарь* и 8 сортов и 2 гибрида зарубежной селекции (*Абилити*, *Лиазон*, *Сиеста*, *Славутич*, *Урал*, *Ханна* и др.), которые соответствуют мировым стандартам качества и позволяют обеспечить в условиях Республики урожайность маслосемян 22–40 ц/га [16, 17].

3.2.2. Биологическая характеристика

Рапс (*Brassica napus* L., ssp. *oleifera* Metzg.) (рис. 34) относится к семейству Капустные (*Brassicaceae*). Представлен двумя формами:

- озимый (*biennis*);
- яровой, или кольза (*annua*).

Суровые условия перезимовки — основной фактор, сдерживающий возделывание озимого рапса пищевого направления в республике. На западе республики озимый рапс успешно перезимовывает 8–9 лет из 10, в центральных районах — 7–8, а на севере-востоке — лишь 5–6 лет из 10. Озимый рапс может расти практически во всех областях республики, однако пока культура перезимовывает лучше в юго-западных регионах. Поэтому основным направлением в исследованиях по селекции и технологии

возделывания озимого рапса на современном этапе является создание высокопродуктивных, зимостойких сортов и гибридов, а также разработка и усовершенствование технологических приемов, повышающих зимостойкость и продуктивность культуры.

Корень рапса стержневой, слаборазветвленный. *Стебель* прямой, круглый, ветвящийся, сизый от густого воскового налета. *Листья* нижние черешковые, лировидно-перисто-надрезанные, покрытые по черешку и краям редкими щетинистыми волосками. Средние — удлинненно-копьевидные, верхние — удлинненно-ланцетные с расширенным основанием, охватывающим стебель. *Цветки* собраны в кисти, сравнительно крупные, желтые. *Соцветие* — рыхлая кисть, листья сизо-зеленые, с восковым налетом. *Плод* — многосемянный стручок, содержащий 4-5 шаровидных семян темно-коричневого цвета. Масса 1000 семян 3—7 г.

3.2.3. Особенности технологии выращивания

Размещение и концентрация посевов рапса в севообороте определяется в основном фитосанитарными причинами. От севооборота и вида предшественника зависит развитие следующих болезней: склеротиниоз (растения-хозяева: рапс, горох, клевер, подсолнечник); ризоктониоз



а



б

Рис. 34. Рапс озимый: морфологические особенности (а) и цветение в поле (б)

(рапс, горох, конские бобы, подсолнечник); вертициллезное увядание (рапс, горох, подсолнечник, люцерна, клевер, картофель, сахарная свекла); кила капусты (крестоцветные, капуста); некроз корневой шейки (крестоцветные, капуста). Рапс нельзя размещать в свекловичных севооборотах, так как в его посевах хорошо размножается нематода.

Озимый рапс — культура раннего осеннего срока сева. Оптимальный срок сева в условиях Беларуси — первая декада августа. Поэтому пригодность предшественников зависит не только от фитосанитарных условий, но и от сроков уборки культуры. Лучшие из них для озимого рапса — однолетние травы на зеленый корм и ранний картофель. При своевременной уборке можно его размещать также после ячменя и озимых зерновых культур. Из-за поздних сроков уборки яровых зерновых озимый рапс нельзя высевать после яровой пшеницы и овса. Озимый рапс является хорошим предшественником для озимых и яровых зерновых культур. Срок возврата рапса на прежнее поле — не ранее, чем через 4 года.

Яровой рапс наиболее целесообразно размещать в севообороте после зерновых колосовых культур. Как предшественники рапса могут использоваться все зерновые культуры. Не следует высевать его после любых крестоцветных культур. Необходимо избегать также размещения после гороха, льна, сахарной свеклы. Размещение по сахарной свекле усиливает развитие не только возбудителей болезней, но и поражение нематодой.

Яровой рапс — культура холодостойкая, семена начинают прорастать при температуре 1–3 °С, всходы переносят заморозки до –3...–5 °С, а взрослые растения — до –8 °С. Это влаголюбивая культура, малотребовательная к почвам.

Рапс желательно сеять на плодородных дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых почвах. Малопригодны торфяно-болотные почвы (из-за неустойчивого водного режима, возможного поражения корневой системы растений корневыми гнилями и бактериозом), песчаные (вследствие низкой влагоемкости), а также почвы с близким расположением грунтовых вод.

Почву для посевов рапса готовят так же, как под озимые хлеба: нужна выровненная поверхность почвы, без комьев, борозд, гребней, так как семена у него мелкие, глубина обработки 4–5 см.

Рапс дает высокие урожаи семян и зеленой массы только на плодородных почвах. На формирование 1 т семян рапса требуется: 50–60 кг N, 25–35 кг P₂O₅, 40–60 кг K₂O.

Хорошими предшественниками рапса являются культуры, рано освобождающие поле: однолетние травы на зеленый корм; многолетние травы после первого укоса; ранний картофель; ранобуриаемые зерновые. Наилучшие предшественники из зерновых — ранние сорта ячменя. Уборку зерновых под рапс ведут на низком срезе с обязательной уборкой соломы, так как большое количество пожнивных остатков зерновых усложняет

обработку почвы, ухудшает качество посева, иммобилизует почвенный азот и ингибирует прорастание семян рапса.

Озимый рапс плохо реагирует на минимальную обработку почвы по зерновому предшественнику. При размещении рапса после многолетних трав вспашку проводят за месяц до посева с целью качественной заделки дернины. Спустя 7—10 дней для выравнивания проводится культивация. Основное требование к качеству обработки — верхний слой почвы должен быть мелкокомковатым, а с глубины 2—3 см — уплотненным. В настоящее время рекомендуется применение комбинированных сеялок, совмещающих операции предпосевной обработки почвы и точного сева.

Требуется использовать посевной материал высоких репродукций, так как с каждым пересевом содержание нежелательных соединений (эруковой кислоты и глюкозинолатов) в маслосеменах рапса увеличивается.

С целью уничтожения или подавления инфекции возбудителей болезней, передающихся через семена, защиты проростков от поражения корневыми гнилями, фузариозом на начальном этапе развития рекомендуется провести протравливание или инкрустацию семян рапса рекомендованными препаратами (ТМТД, витавакс 200 и др.). Протравливание семян целесообразно проводить в сочетании с использованием микроэлементов (В — 200 г, Мп — 300 г / т семян). В посевах предшественников озимого рапса нельзя использовать гербициды пивот и вещества группы сульфанилмочевины из-за их длительного отрицательного последствия на растения семейства Капустные [11, 12].

Способ посева — рядовой, иногда широкорядный, с междурядьями 30 и 45 см. Норма высева 1,1—1,5 млн всхожих семян на 1 га: густота осенью — 80—120 растений на 1 м², весной — 60—100. Оптимальная глубина посева семян 2—3 см. Срок посева на 2—3 недели раньше озимых зерновых в зоне.

В период всходов главной угрозой посевам ярового рапса являются крестоцветные блошки. Наиболее эффективные методы защиты растений от блошек — предпосевное протравливание семян и ранние сроки сева культуры. Высевают яровой рапс рано, как только подсохнет почва.

Для успешной борьбы с сорняками применяется интегрированная система защиты посевов, включающая предупредительные, агротехнические и химические методы [11, 12]. Рекомендуются, преимущественно, почвенные гербициды. До посева в почву вносятся гербицид трефлан и его аналоги либо трофи 90, теридокс; после посева и с появлением всходов — бутизан 400, бутизан стар, султан 50, лонтрел 300, граминициды (фюзилад, арамо, пантера и др.).

Основные вредители посевов ярового рапса: рапсовый цветоед; листовый; большой стеблевой и семенной скрытохоботники; капустный комарик и тля. Против этих вредителей проводится двукратная обработка инсектицидами. Первая — в фазу начала бутонизации рапса при наличии

на одном растении трех вредителей, при заселении 10 % растений — любым инсектицидом из класса пиретроидов (децис, каратэ и др.). Через 10—12 дней в конце бутонизации обработку повторяют. Для второй обработки целесообразно использовать препарат фастак (10 %). На посевах, где против этих вредителей не проводятся защитные мероприятия, потери урожая маслосемян достигают 30—75 %.

В отдельные годы большой урон посевам рапса осенью наносит рапсовый пилильщик. Для борьбы с ним рекомендуются инсектициды: децис, каратэ, суми-альфа и др.

Посевы рапса от вредителей обрабатывают вечером, когда прекращается лет пчел и других полезных насекомых.

В последние годы усилилось поражение растений озимого рапса черной пятнистостью (альтернариозом), белой и серой гнилью, ложной мучнистой росой, цилиндроспориозом, фомозом, бактериозом и другими болезнями.

Основные меры борьбы — протравливание семян и севооборот. Над высокоурожайными полями в конце цветения распыляют фунгициды.

Поражение болезнями и урожайность семян рапса зависят не только от предшественника, но и от концентрации его посевов в севообороте. Доля его в структуре севооборота не должна превышать 25 %, а время возвращения на прежнее место — не менее 3 лет. Следует помнить, что в севооборотах, высоконасыщенных рапсом и бобовыми, резко возрастает развитие болезней, что ведет к накоплению пропагул инфекции в почве и требует применения фунгицидов. Для полного очищения почвы от патогенной инфекции безрапсовый период должен составлять не менее 4—5 лет.

Рапс в севообороте — хороший предшественник для озимых и яровых зерновых культур. Срок возврата рапса на прежнее поле — не ранее, чем через 4 года.

Перед уборкой в фазу начала созревания при побурении стручков на центральной кисти растений и снижении влажности семян до 30—35 % проводят десикацию рапса одним из рекомендованных десикантов (реглон, глифосатсодержащими препаратами раундап, глиалка, глифос).

Рапс созревает неравномерно, созревшие стручки раскрываются и теряют семена. Уборку проводят прямым и раздельным способами. Прямое комбайнирование рекомендуют на посевах, чистых от сорняков, при оптимальных погодных условиях. Раздельный способ уборки применяют на засоренных участках, при неравномерном созревании растений, слабом сушильном хозяйстве. В валки скашивают при влажности семян 30—40 %, когда стручки становятся желто-зелеными, а семена в них — бурыми и черными. На хранение семена засыпают после очистки и при влажности не более 8 %.

3.3. СУРЕПИЦА

Сурепица, называемая еще *мелкосемянным озимым рапсом*, — *Brassica campestris* L. *ssp. oleifera* D. G. — одно- или двулетнее растение. Сурепица отличается от рапса меньшей требовательностью к условиям почвы и климата и меньше поражается вредителями. Стебель ветвистый, прямостоячий, высотой до 100 см, с восковым налетом или внизу опушенный. Нижние листья черешковые, лировидно-перисто-надрезанные, опушенные с нижней стороны. Верхние передние листья сидячие цельнокрайные или зубчатые, обратноовальные с сердцевидным основанием, обычно голые. Охватывают стебель почти полностью. Цветки в удлинённых кистях, золотисто-желтые. Стручки на плодоножках, гладкие или бугорчатые, 3—5 см длиной. Семена красно-коричневые, шаровидные, с сизым налетом. Вес 1000 семян 1,4—2,6 г. Масло сурепицы (содержание которого в семенах 30—35 %) напоминает рапсовое, но оно труднее омыляется.

В нечерноземной полосе России возделывается преимущественно яровая сурепица. В полесских районах Беларуси сеют озимую сурепицу, выведен отечественный сорт *Вероника*. На Украине под названием *мелкосемянного озимого рапса* выращивают озимую сурепицу сорта *Местная Черняховская*. Агротехника сурепицы и рапса существенно не отличается. Иногда сурепицу возделывают в смеси со льном, горчицей [16].

Зимующие формы сурепицы обладают значительно большей зимостойкостью и раньше созревают, чем озимый рапс.

3.4. ГОРЧИЦА СИЗАЯ (САРЕПТСКАЯ)

Эту культуру выращивают для получения масла, которого в ее семенах содержится 35—45 %. Масло используют в консервной, хлебопекарной, кондитерской, текстильной и мыловаренной промышленности, а также для изготовления маргарина, мясо-колбасных продуктов. Жмых сильно горчит, его на корм животным не используют. Из горчичного жмыха вырабатывают столовую горчицу, делают горчичники и получают аллиловое эфирное масло (1,0—1,5 %).

Горчица сизая (сарептская) — *Brassica juncea* Czern. — однолетнее растение семейства Капустные (*Brassicaceae*) (рис. 35). Ее родина — Юго-Западная Азия. Стебель ветвистый, опушенный, высотой 50—150 см. Плод — стручок с коротким шиловидным носиком, раскрывающийся при созревании. Семена черные или сизые, шаровидные. Масса 1000 семян 2—4 г. Возделывают ее в Китае, Индии и странах Европы. В России горчицу выращивают в Поволжье.

Горчица — растение длинного дня, сравнительно засухоустойчивое, не очень теплолюбивое. Семена могут прорасти при температуре 1—2 °С, всходы переносят весенние заморозки до –3...–5 °С. Вегетационный период короткий — 90—100 дней. К почвам горчица сравнительно нетребовательна, но лучше всего растет на черноземах и каштановых почвах. Хорошее кулисное растение, отличный медонос. Урожайность горчицы сизой достигает 1,5—2,0 т семян с 1 га.

В Российской Федерации районированы сорта горчицы сарептской *Донская 5*, *ВНИИМК 11* и др., в Беларуси — сорт *Краснолистная* [9].

Горчицу высевают в севообороте после озимых, пропашных и бобовых культур. Нельзя сеять ее после других растений семейства Капустные (рапса и др.). Сама горчица — хороший предшественник для яровых колосовых хлебов и кукурузы, ее используют как покровную культуру для люцерны.

Для посева горчицы почву готовят тщательно, по типу улучшенной зяби. Весной проводят предпосевную культивацию на глубину 5—7 см, почву выравнивают боронами. После посева поле прикатывают. Ранние посевы горчицы лучше противостоят засухе и земляным блошкам (опасному вредителю). Способы посева — обычный рядовой и широкорядный, норма высева соответственно 3—4 и 2—3 млн всхожих семян на 1 га. Глубина посева 3—4 см. Уход за посевами сводится к боронованию при появлении всходов, обработке междурядий широкорядных посевов, борьбе с вредителями.

При созревании листья горчицы сизой начинают опадать, а стебли и стручки желтеют. Раздельным способом горчицу следует убирать при пожелтении большей части стручков на стеблях, не допуская растрескивания нижних. Скошенную массу сушат в валках, не давая ей пересыхать. Отсортированные семена горчицы должны поступать на хранение с влажностью не более 10 %.



Рис. 35. Горчица сизая, или сарептская — морфологические особенности растения



Рис. 36. Горчица белая: морфологические особенности растений

3.5. ГОРЧИЦА БЕЛАЯ

Горчицу белую (*Sinapis alba* L.) (рис. 36) возделывают для получения из ее семян хорошего пищевого масла, широко используемого в хлебопекарном производстве, а также на технические цели. В семенах содержится 25—35 % масла. Горчица белая — хороший медонос, ее используют в качестве зеленого удобрения и на зеленый корм. В Госреестр Беларуси на 2010 г. включены сорта горчицы белой *Арэса*, *Елена*, *Ярынка* [9].

Горчица белая происходит из Средиземноморья. Ее возделывают в странах Западной Европы. В России ее выращивают на небольших площадях (на севере до 61—62° с. ш.) в западной части страны, в Западной и Восточной Сибири. Урожайность в

нечерноземной зоне достигает 1,2—2,0 т семян с 1 га. В 100 кг зеленой массы содержится 12 корм. ед.

Плод горчицы белой — 5-6-семянный стручок с длинным носиком, покрыт жесткими волосками, при созревании не растрескивается. Семена бледно-желтые, масса 1000 семян 5—6 г.

Горчица белая — культура влаголюбивая и холодостойкая, растение длинного дня. Благодаря высокой усвояющей способности корней она хорошо произрастает на подзолистых почвах.

Ранние посевы меньше страдают от блошек (опасный вредитель на всходах) и засухи. Нормы высева при широкорядном способе 2 млн, а при обычном рядовом — 3,0—3,5 млн всхожих семян на 1 га. Глубина посева семян 3—6 см.

К уборке комбайнами приступают при созревании всех стручков основной массы растений. Семена хранят при влажности не более 10 %.

4. ПРЯДИЛЬНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Прядильные культуры выращивают для получения натурального растительного волокна, из которого делают различные ткани. В мировом производстве прядильных материалов первые четыре места занимают со-

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

4.1. ЛЕН

4.1.1. Хозяйственное значение

Лен дает два ценных продукта: волокно и семена. В льноводстве России и Беларуси существует три направления.

1. Культура льна только на волокно. Уборка проводится во время отцветания (лен-зеленец). Из стеблей недозрелого льна выделяют ценное волокно, используемое для кружев и других тонких изделий. В стебле льна-долгунца содержится до 33 % волокна (у масличного льна — почти вдвое меньше).

2. Культура льна только на семена (масличный лен). Из семян получают льняное масло (его количество составляет до 47 % от веса семян). Низкокачественное волокно из коротких стеблей льна используется для переработки на паклю, шпагат, веревки, грубые ткани, на изготовление высоких сортов бумаги.

3. Культура льна на волокно и семена. При уборке льна-долгунца в раннюю желтую спелость из стеблей получается высокоценное волокно (16—30 %), а из семян добывается масло. Это последнее направление в льноводстве теперь является основным.

Лен — это «северный шелк». Льняное волокно идет на изготовление разнообразных тканей — от грубых мешочных и упаковочных до тонких батистов и кружев. Пряжа из льна значительно крепче нитей из хлопка и шерсти, уступая в этом отношении волокну рами и шелку.

Льняные ткани и изделия — полотно, скатерти, полотенца, парусина и пр. — отличаются большой прочностью и красотой. Из волокна льна изготавливают брезенты, мешки, приводные ремни, шланги, крученые нитки для рыболовных снастей, канаты и др. Льняные ткани хорошо противостоят гниению и медленно изнашиваются. При повышении влажности крепость льняной ткани увеличивается, что очень важно в технической обстановке. Льняное волокно — один из лучших компонентов при совместном применении с химическим волокном. Технические ткани из льняного волокна используются в автомобильной, авиационной, резиновой, обувной и многих других отраслях промышленности.

Короткое льняное волокно (кудель, пакля) используется как обтирочный и упаковочный материал, а также для конопатки щелей домов, судов и т. д. Льняная костра (древесина стеблей после отделения волокна, содержащая до 64 % целлюлозы) идет на производство прессованных строительных плит, картона, бумаги и изоляционных материалов, этилового спирта, ацетона, а также на топливо.

Льняное масло используется в пищевой, мыловаренной, лакокрасочной резиновой и других отраслях промышленности. Льняные семена и выделяемая ими слизь используются в медицине. Льняной жмых, содержащий до 36 % белковых и до 32 % переваримых безазотистых веществ, до 12 % масла и в 1 кг — 4,3 г кальция, 8,5 г фосфора, 2 мг каротина, а также 1,15 корм. ед., является высокоценным концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных, особенно для молодняка.

Мировая площадь посевов масличного льна составляет почти 1 млн га. Большие его массивы сосредоточены в США, Канаде, Аргентине, Индии. В СНГ масличный лен занимает около 10 % мировой площади.

В СНГ сосредоточено также 1,5 млн га (~ 60 % мировой площади посевов) льна на волокно. Большие площади льна-долгунца имеют Польша, Нидерланды, Китай. Урожайность льняного волокна в среднем составляет 0,4 т/га, а потенциальная — 1,6 т/га.

Республика Беларусь производит одну треть льноволокна СНГ, на европейском континенте — 16 %, или почти 9 % его мирового производства. По объемам производства льноволокна республика входит в число первых пяти стран мира из 26 его производящих.

В Беларуси лен уже в течение многих десятилетий является одной из важнейших технических культур. Республика производила четверть льноволокна в бывшем СССР. Льноводство было наиболее доходной отраслью в сельском хозяйстве. В последние годы в результате отсутствия должного экономического стимулирования, трудоемкости культуры и слабой технической оснащенности посевные площади и производство льнопродукции резко сократились. В 2001 г. эта культура занимала 80,7 тыс. га (1,6 % в структуре посевов). Однако в отсутствие стабильной базы хлопкового волокна значение льна вновь возросло. На мировом рынке в настоящее время, несмотря на развитие производства синтетических волокон и тканей, спрос на льнопродукцию остается высоким.

В Беларуси, по данным РУП «Институт льна НАН РБ», ежегодная потенциальная продуктивность сортов льна-долгунца при удовлетворении потребностей этого растения в жизненно необходимых факторах составляет примерно 1,7—2,5 т/га по волокну и 7—10 ц по масличным семенам. В 2008 г., наиболее благоприятном для возделывания льна, на семеноводческих посевах института средняя урожайность волокна составила 17,2 ц/га. Стоит задача к 2012 г. обеспечить в целом по стране получение

не менее 10 ц с гектара волокна и 6—7 ц с гектара семян льна-долгунца, а валовое производство льноволокна — в объеме 60 тыс. т в год [8, Т. 2].

Обратим внимание на то, что в прежние годы основные площади посевов льна в Беларуси занимали сорта российской селекции. В начале XXI в. белорусскими селекционерами были созданы отечественные сорта льна, которые превосходят предшественников по комплексу хозяйственно-полезных признаков. Основные задачи, которые стоят перед учеными, — создание более устойчивых к полеганию сортов льна-долгунца, повышение их устойчивости к неблагоприятным почвенным и климатическим условиям, улучшение качества льноволокна. Только за счет биологических особенностей новых сортов можно увеличить урожайность льнопродукции без дополнительных затрат на 15—20 %.

На 2010 г. в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь включено и допущено к использованию 30 сортов льна-долгунца (*Алей, Борец, Блакит, Веліч, Задор, Заказ, Йитка, Ива, Левит, Ритм, Табор, Форт, Ярок* и др.) и 2 сорта льна масличного (*Лирина, Ручеек*), в том числе 12 сортов селекции РУП «Институт льна НАН РБ» [9].

В 2007 г. в республике районированы сорта: *Могилевский* — 30,7 % площади под льном, *Дашковский* — 14,4 %, *К65* — 14,5 %, *Лира* — 10,6 %, *Е68* — 9,6 %. Среди новых сортов высокую урожайность (ц/га) по волокну на опытных станциях показали: *Заказ* — 66,9 %, *Ритм* — 62,0, *Могилевский* — 61,2, *Белита* — 61,1, *Форт* — 59,8, *Лида* — 58,3, *Бонет* — 58,2, *Алей* — 57,3, *Ива* — 56,1, *Борец* — 54,5, *Вита* — 53,3 % (стандарт). В группе раннеспелых сортов к перспективным высокоурожайным отнесены: *Весна, Лето, Ритм, Пралеска*; среднеспелых — *Алей, Блакит, Згода, Нива, Родник, Форт*; позднеспелых — *Белинка, Василек, Заказ, Лаура, Могилевский, Прамень* [16].

В республике посевы льна-долгунца в основном размещаются в хозяйствах Витебской, Могилевской, на севере Минской и Гродненской областей, где имеются благоприятные для него почвенно-климатические условия и распространены наиболее соответствующие суглинистые почвы.

Для роста и развития льна оптимальные слабокислые значения pH: 5,0—5,5 (до 6,0). Лен отрицательно реагирует как на повышение в почве концентрации катионов водорода (H^+), так и катионов кальция (Ca^{2+}).

4.1.2. Происхождение культуры

Еще со времен бронзового и железного века первобытный человек использовал для получения волокна и масла дикий лен. Культура льна была известна в Египте, Индии, Китае, Месопотамии и Закавказье за 4—5 тыс. до н. э. Искусство возделывания этой культуры и производства тончайших льняных тканей в Египте со временем утерялось. Зарос-

ли дикого льна были обнаружены Н. И. Вавиловым на севере Испании. Поскольку крупносемянные льны произрастают в Средиземноморье, есть предположения, что культурный лен происходит из Юго-Западной Азии. Лен культурный происходит, вероятно, от льна узколистного (*L. angustifolium* L.), возделываемого в прошлом в горных субтропических районах (Индия, Китай, Передняя Азия).

Льноводством занимались многие древние племена, населявшие восточную часть Европейской равнины еще до Киевской Руси. Славяне делали из льна и конопли полотна и паруса. В X—XIII вв. лен повсеместно распространился на Руси. В XII в. лен возделывали в Новгородском и Псковском княжествах. В XIII—XVI вв. Новгород и Псков стали основными центрами производства льна и торговли им. Первая канатная фабрика возникла в России в XVI в. В 1711 г. Петр I издал указ о разведении льна во всех губерниях. К началу XIX в. льноводство развивалось почти во всех губерниях нечерноземной зоны европейской части России. К началу XX в. Россия была основным поставщиком льняного волокна на мировой рынок.

4.1.3. Биологическая характеристика

Род *Linum* семейства Льновые (*Linaceae*) включает свыше 200 видов, распространенных в умеренных и субтропических областях всех частей света. Это преимущественно однолетние, реже многолетние травянистые растения. Из всех видов льна значение для культуры имеет только один — лен обыкновенный (культурный) — *Linum usitatissimum* L., который отличается большим разнообразием (рис. 37). Н. И. Вавилов провел огромную работу по дифференцированному ботанико-систематическому, географическому и филогенетическому изучению культурных льнов. По современной классификации лен обыкновенный делят на пять подвидов, из которых наибольшее значение имеют следующие три:

- *средиземноморский* — subsp. *mediterranium* Vav. et Ell. Растения низкорослые (до 50 см); цветки, коробочки и семена крупные; масса 1000 семян 10—13 г; возделывают в странах региона;

- *промежуточный* — subsp. *transitorium* Ell. Растения средней высоты (50—60 см). Цветки, коробочки и семена среднего размера. Масса 1000 семян 5—6 г. Распространен как масличная культура на юге Украины, в Крыму, Закавказье и в Казахстане;

- *евразийский* — subsp. *eurasiicum* Vav. et Ell. Растения, различные по высоте и ветвистости. Цветки, коробочки и семена мелкие. Масса 1000 семян 3—5 г. Самый распространенный в культуре подвид. Возделывают в Европе и Азии. Евразийский подвид подразделяется на четыре разновидности, имеющие наибольшее значение:

- *Лен-долгунец* — *elongata* — стебель высотой от 60 до 175 см, разветвляющийся только в верхней части. Семенных коробочек мало (при густом

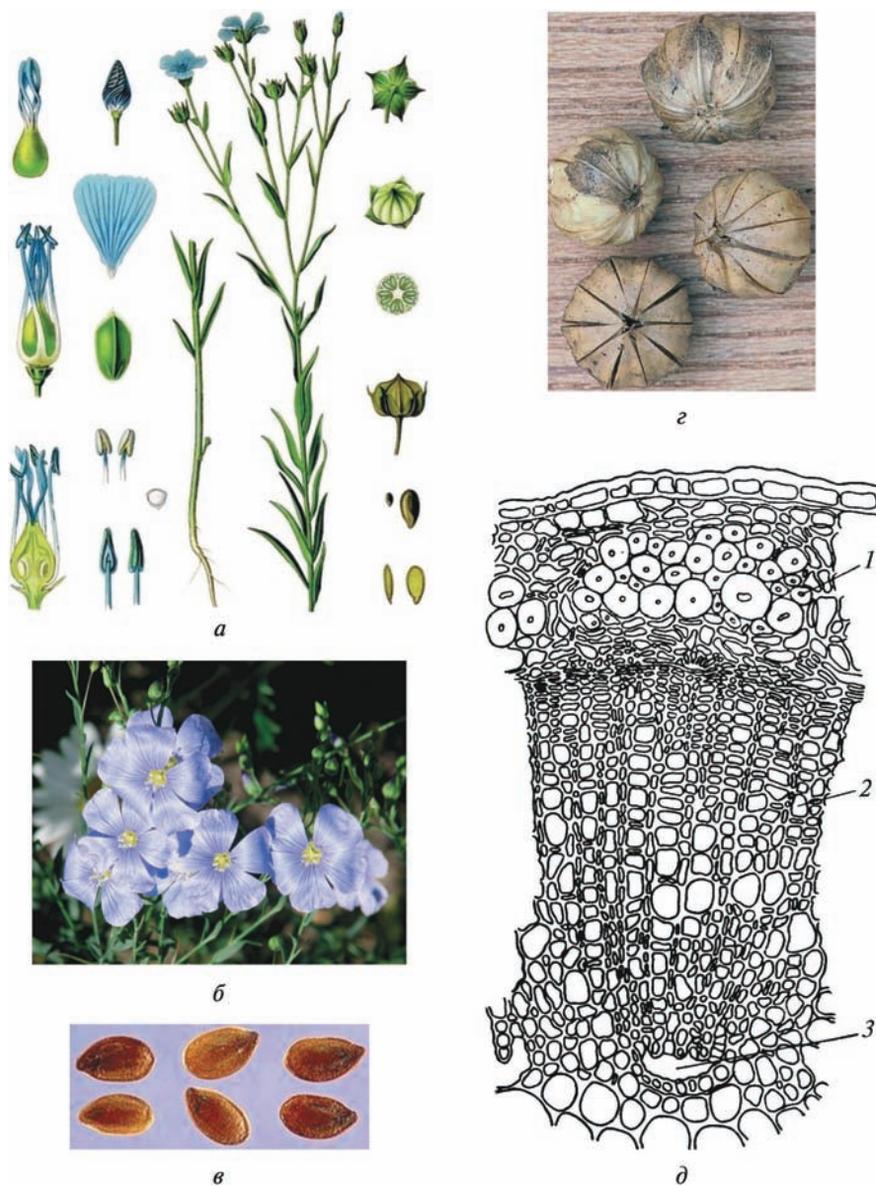


Рис. 37. Лен обыкновенный: морфологические особенности (а); цветки (б); семена (в); плоды (коробочки) (г); поперечный срез стебля (схема — д):
1 — лубяные волокна, 2 — древесина, 3 — воздушная полость

посеве 2-3, в среднем 6—10). Возделывается для получения волокна в районах умеренно теплого, влажного и мягкого климата.

Лен-межеумок — *intermedia* — занимает промежуточное положение между льном-долгунцом и льном-кудряшом. Стебель высотой 55—65 см, менее ветвистый, чем у кудряша, но значительно короче, чем у долгунца. Имеет более длинное соцветие и большее количество коробочек (15—25), чем лен-долгунец. Возделывается почти исключительно на семена для получения масла. Волокно его уступает по качеству и длине волокну льна-долгунца. Выход волокна 16—18 % (13—14 % трепаного волокна). Культура межеумка распространена в лесостепной части Украины, в Курской, Воронежской, Куйбышевской, Саратовской областях, в Башкирии и Татарии, на Северном Кавказе, частично в Сибири.

Лен-кудряш (рогачик) — *brevimulticaulia* — имеет короткий (30—45 см) стебель, ветвящийся как у основания, так и по всей длине, с большим количеством коробочек (35—50). Возделывается для получения семян, из которых добывается масло (от 32—47 %). Волокно короткое, невысокого качества. Этот лен культивируется в республиках Средней Азии и Закавказья. Наиболее пригодны для масличного льна районы с относительно засушливым и теплым летом, с преобладанием солнечных дней.

Стелющийся лен — *prostrata* — образует многостебельные кусты, до цветения расprostертые по поверхности почвы. Побеги стелющегося льна в период цветения поднимаются. Они довольно длинные и могут быть использованы для получения волокна. Возделывается в очень ограниченных размерах в Азербайджане, Армении и Дагестане.

Для льна-долгунца благоприятны умеренные температуры весны и лета при перемежающихся дождях и ясной погоде. Семена льна начинают прорастать при температуре 5 °С. Всходы льна переносят заморозки до -3...-5 °С. Наиболее благоприятная температура воздуха в фазе всходов льна 9—12 °С, для дальнейшего роста и развития 16—18 °С.

Лен-долгунец имеет короткую (5—10 дней) стадию яровизации и сравнительно длинную (20—28 дней) световую стадию. Оптимальная температура для прохождения световой стадии 12—15 °С. Сумма активных температур за период вегетации составляет 1600—1800 °С (у льна-долгунца 1100—1500 °С). Период вегетации льна-долгунца составляет 75—85 дней, а в холодную дождливую погоду удлиняется (100 дней и более).

Лен-долгунец — растение длинного дня с умеренными требованиями к интенсивности солнечного света. Сильное освещение вызывает усиленное ветвление стебля, что снижает урожайность длинного волокна. В условиях чрезмерного затенения лен полегает, формируются весьма рыхлые волокнистые пучки.

В поперечном сечении стебель льна состоит из следующих основных слоев: эпидермиса, покрытого восковым налетом, коры, камбия, древесины и сердцевины со срединной полостью. В коре стебля лубяные

волокна представлены или в виде тяжей (пучков), или в виде сплошного цилиндра. Каждый тяж (пучок) состоит из длинных веретенообразных клеток с сильно утолщенными стенками. Длина такой клетки 40—60 мм (до 120 мм), поперечник 20—30 мм (тонина), внутри имеется небольшая полость. Тонина волоконца зависит от сорта, агротехники, времени уборки и других условий.

Для развития льна характерны следующие фазы: всходов, «елочки», бутонизации, цветения и созревания.

Лен-долгунец имеет слаборазвитую корневую систему и очень требователен к обеспеченности элементами минерального питания. Кроме того, основную массу питательных веществ он использует в короткий период: в фазе «елочки» (за 22 суток) 36 % азота, 15 % фосфора, 12 % калия; в фазе бутонизации (за 28 суток) 48 % азота, 65 % фосфора, 59 % калия и в период цветения и созревания (за 16 суток) соответственно 16 % азота, 20 % фосфора и 29 % калия, т. е. от фазы «елочки» до конца цветения, когда растения быстро растут и развиваются, они используют 2/3 всех питательных веществ, потребляемых за весь период вегетации.

У основания *стебля* льна-долгунца волокно толстое, грубоватое, частично одревесневающее. Наиболее продуктивной считается часть стебля от семядолей до первой ветви соцветия: здесь образуется наиболее ценное волокно (до 26—31 % массы стебля). В силу такого расположения и неравномерности качества волокна очень важно, чтобы средняя, наиболее продуктивная часть стебля была как возможно длиннее. Стебли, у которых общая длина превышает 70 см, диаметр составляет 1,0—1,5 мм, имеют волокно более высокого качества.

Анатомическое строение стебля зависит не только от особенностей сорта, но и от условий возделывания. В густых посевах лен-долгунец представляет собой высокое одностебельное растение. В верхней его части расположено короткое *соцветие* — зонтиковидная кисть с 2—10 плодами — семенными коробочками.

Листья до 40 мм длиной, 2—4 мм шириной, ланцетные, сидячие, расположены поочередно по винтовой линии, зеленые, со слабым восковым налетом, при созревании льна отмирают.

Цветки у льна правильные, пятерного типа, обычно с голубыми, розовыми или белыми лепестками. Более продуктивны растения с голубыми лепестками. Тычинок и пыльников пять. Лен-долгунец — растение самоопыляющееся, но не исключено и перелетное опыление насекомыми, главным образом пчелами. В ясные жаркие дни цветок распускается в 5—6 ч утра, к 10 ч лепестки цветка опадают. На всем поле цветение продолжается 6—10 дней.

Плод у льна представляет собой шаровидную пятигнездную коробочку 8,3 × 5,7—6,8 мм.

4.1.4. Особенности технологии выращивания

Для льна необходимы почвы плодородные (с содержанием гумуса ~ 2 %), достаточно влажные, хорошо аэрируемые и чистые от сорняков. В Беларуси лучшими для льна-долгунца считаются окультуренные дерново-подзолистые средние и легкие пылеватые суглинки с невысокой степенью оподзоленности, реакция рН почвы слабокислая (5,6—6,0). Легкие почвы (супеси и пески) для льна-долгунца малопригодны. Он плохо удается также на тяжелых глинистых и торфянистых почвах.

Хорошими предшественниками льна в севообороте могут быть пропашные культуры, особенно картофель, сахарная свекла, кукуруза, зернобобовые, озимые зерновые культуры, многолетние травы. В Западной Европе на окультуренных и удобренных почвах избегают сеять лен непосредственно по пласту клевера, так как из-за избытка азотной пищи получается более грубая, ветвящаяся соломка, наблюдается полегание льна. Однако после урожайных многолетних злаковых трав лен меньше поражается фузариозом и дает хорошие урожаи.

Раньше 5—6 лет возвращать посеvy льна на прежнее место не рекомендуется, так как это приводит к льноутомлению почвы, обуславливающему резкое падение его урожая. Льноутомление объясняется развитием в почве вредных для льна микроорганизмов, возбудителей фузариозного увядания, антракноза, септориоза, полиспороза, склеротиниоза, серой гнили, ржавчины, бактериальных заболеваний, которые вызывают ухудшение питания льна и угнетение его роста и развития. Патогены передаются через почву, растительные остатки. В посевах льна-долгунца сильно распространены сорные растения. Сам лен не сильно истощает почву, и после него в севообороте можно размещать озимую и яровую пшеницу, рожь, другие хлеба, гречиху, картофель и свеклу (при внесении удобрения).

На почвах с небольшим пахотным слоем необходимо за 2—3 года до посева льна постепенно углубить пахотный слой с одновременным внесением органических и минеральных удобрений. Весенняя обработка зяби ставит целью добиться хорошей взрыхленности почвы, очистки от сорняков, выровненности поверхности и сохранения влаги в посевном слое. Под лен в почву нужно вносить легкоусвояемые удобрения. Полное минеральное удобрение (N : P : K) вносят в соотношении 1 : 2 : 3 на бедных азотом почвах и 1 : 3 : 4 на богатых.

Азотные удобрения при правильном сочетании с фосфорно-калийными повышают урожай и качество волокна. В азоте лен больше всего нуждается с фазы «елочки» до бутонизации. Однако избыток азота может вызвать полегание, ветвление стеблей и уменьшение выхода волокна. Фосфорные удобрения способствуют ускорению созревания льна и повышению качества волокна. Фосфор особенно важен в первый период жизни растения, до образования 5-6 пар листочков. Калий способствует

образованию лубяных пучков, повышает качество волокна, а также смягчает отрицательное действие избыточного азотного питания. Наибольшее потребление калия — в первые три недели роста. Внесение борных удобрений повышает урожай семян и волокна. На известковых почвах лен дает грубое и хрупкое волокно. Лен влаголюбив, особенно в период бутонизации и цветения. Но избыток влаги в фазе созревания приводит к полеганию.

Лен-долгунец имеет слабую корневую систему и очень требователен к обеспечению питанием, к тому же основную массу минеральных веществ он потребляет в очень короткий период. К началу цветения лен поглощает до 85 % N, 65—80 % P и 70—90 % K. При недостатке азота листья становятся светло-зелеными. В то же время при избытке азота в почве удлиняется вегетационный период, увеличивается диаметр стебля, происходит полегание растений. При недостатке фосфора листья приобретают темный (красноватый) оттенок и быстро засыхают, приостанавливается рост стебля, снижается урожайность семян. Нарушение фосфорного питания в раннем возрасте нельзя устранить в дальнейшем. Дефицит калия в первые три недели после всходов вызывает замедление образования клеток волокон, а после бутонизации — ухудшение качества и снижение урожая волокна, повышение восприимчивости к возбудителям инфекционных заболеваний. Лен также очень чувствителен к недостатку микроэлемента бора в почве.

Для посева льна требуются качественные семена. Подготовку их проводят за 2—5 дней до посева методом инкрустации (дражирования), что позволяет использовать протравители для обеззараживания от болезней с минимальной нормой расхода препарата, добавляя в смесь микроудобрения. Семена протравливают препаратами согласно «Каталогу пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» [11] (к ним относятся: витавакс, витарос, максим, ламадор, фенорам супер, роялфо 42С и др.). Добавление меркурана в 2 раза уменьшает пораженность всходов блошками и повреждение провололочниками. Применение комплекса микроэлементов снижает отрицательное влияние избытка кальция, повышает урожайность культуры на 15—25 % и чистый доход в 25—30 долл. США с 1 га посева льна при урожайности волокна 10 ц/га.

Лен высевают, как только почва созреет и прогреется до 6—8 °С. Семена льна прорастают при 3—5 °С; всходы переносят заморозки от -3 до -4 °С. Оптимальная температура для роста и развития льна 15—18 °С. Поэтому высевают лен рано весной. При раннем посеве растения не повреждаются льняной блошкой, так как успевают до ее вылета образовать настоящие листочки; меньше поражаются болезнями и раньше созревают, что дает возможность произвести расстил соломки в августе. В условиях Беларуси примерные сроки сева — первая декада мая.

Норма посева семян 100—120 кг/га, что обеспечивает размещение 2,6—2,7 тыс. растений на 1 м². Для повышения выхода длинного волокна посеvy загущают путем увеличения нормы посева до 140—150 кг/га. При этом

урожай семян снижается, а урожай и качество волокна повышается, но в дождливую погоду при такой норме высева лен полегает и тогда качество волокна резко падает. Сев производят узкорядными льняными сеялками с междурядьями 7,5—9 (или лучше 4,5—5) см; глубина заделки семян до 3 см.

За 1—2 дня до появления всходов культуры, для борьбы с льняной блошкой проводят краевое опрыскивание на ширину 30—50 м одним из инсектицидов: децис, фастак, суми-альфа, каратэ, бульдок.

При благоприятных условиях всходы льна появляются на 4—6 день после посева. В связи с медленным ростом льна и слабым затенением почвы в период до бутонизации обязательной мерой ухода за посевами является прополка сорняков.

В начале всходов на льне отмечены как специализированные (льняные блошки, льняная плодоярка — листовертка, льняной трипс), так и многоядные вредители (долгоножка вредная, совка — гамма, мучной клещ и др.). Самые опасные вредители льна-долгунца — льняные блошки, особенно в период всходов. Жуки повреждают семядоли и точку роста. Жаркая и сухая погода способствует повышению активности вредителя. Агротехнические приемы (соблюдение севооборота, своевременная зяблевая вспашка и ранние сроки сева льна) не гарантируют полную защиту посевов культуры от вредителя. Сдерживание льняной блошки на экономически безопасном уровне требует применения химических средств. Как только они появляются, необходимо проводить опрыскивание или опылывание всходов, как правило, с применением тракторного опылителя и растворов гербицидов 2М-4Х и дикотекс-80 или инсектицидов (0,5 до 1,5 кг/га на 300—800 л воды), что снижает затраты труда и дает хороший эффект. Обработать растения нужно, когда они достигнут 6—16 см высотой при температуре воздуха 20—25 °С. Чтобы растения не угнетались сорняками и вредителями и посевы не вытаптывались при обработке, эти работы должны быть закончены до фазы бутонизации.

Сорные растения занимают одно из первых мест среди факторов, наносящих ущерб урожаю льна-долгунца. Потери урожая льнопродукции в среднем составляют 15—20 %, а при высокой засоренности — до 50 %.

Максимальный эффект от химической прополки возможен при совпадении спектра действия препаратов и видового состава сорняков на конкретном поле, в соответствии с «Каталогом пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» [11].

Защита от заболеваний важна в такой же степени, как и защита от сорной растительности. Ежегодно значительный вред льноводству наносят такие болезни, как фузариоз, антракноз, септориоз (пасмо), кальциевый хлороз (развивается на переизвесткованных почвах при недостатке бора и цинка).

Защита льна от болезней предусматривает соблюдение следующих мер: возвращение льна на прежнее место через 6—7 лет, оптимальные дозы

удобрений, тщательная очистка и обеззараживание семян. Химические меры борьбы с болезнями во время вегетации включают опрыскивание посевов льна в фазы «елочки» и бутонизации одним из препаратов: беномил, фундазол, дерозал, колфуго супер. Использование фундазола позволяет повысить урожайность волокна на 10—12 % [16].

Сроки уборки льна определяются в зависимости от целей культуры.

Различают следующие фазы спелости льна.

- **Зеленая спелость (лен-зеленец).** Стебли и коробочки льна зеленые, а листья нижней трети стебля начинают желтеть. Семена в коробочках мягкие, в молочной спелости. Пучки волокна сформировались, но волоконца еще недостаточно выполнены.

Лен, убранный в зеленую спелость, дает сниженный урожай не очень крепкого, но тонкого блестящего волокна, пригодного для тонких изделий (кружева, батист).

- **Раннежелтая спелость.** Посев льна имеет светло-желтый цвет. Листья нижней трети стеблей буреют и осыпаются, а остальные листья становятся желтыми, подвядают, и только в верхней части стебля они еще остаются зеленоватыми, коробочки также с зеленоватыми прожилками. Семена в них находятся в восковой спелости, желтой или коричневой окраски (в зависимости от сорта). Волокно сформировалось, но еще не закручено, волоконца достаточно выполнены. При уборке в этой фазе волокно получается мягкое, шелковистое и достаточно прочное. Семена хотя и не полностью созрели, но вполне пригодны как для технических целей, так и для посева. Во время сушки вытеребленного льна семена успевают дозреть в коробочках.

- **Желтая спелость.** Наступает через 5—7 дней после раннежелтой спелости. Поле приобретает желтый цвет. Листья нижней половины стеблей буреют и осыпаются, а в верхней половине они желтые, увядшие. Коробочки становятся желтыми и буреют. Семена в них твердеют и имеют нормальную для сорта светло-коричневую окраску. Волокно в этой фазе спелости в нижней части стеблей начинает грубеть (одревесневать).

- **Полная спелость.** Стебли и коробочки становятся коричневыми. Большая часть листьев уже опала. Семена в коробочках вполне созрели, затвердели и при встряхивании «шумят». Волокно в этой спелости уже перезревает, особенно в нижней части стебля, несколько одревесневает, теряет эластичность и становится жестким, сухим.

При культуре на волокно лен-долгунец убирают обычно в раннежелтой спелости. На семенных участках уборку льна, посеянного на семена, проводят в желтой спелости.

Уборка льна на больших площадях посева проводится льнотеребилками или льнокомбайнами. Обмолачивают лен-долгунец двумя способами: очесом коробочек, расплющиванием их и выделением семян; обмолотом, т. е. расплющиванием коробочек на стеблях и выделением семян

с вороха. Перед обмолотом проводят дополнительную сортировку льна-соломки. Лен, зараженный ржавчиной, фузариозом и другими болезнями, убирают и обрабатывают отдельно от здорового льна. После обмолота семян соломка льна должна быть немедленно направлена на льнозавод, в мочку или *стланье*.

В процессе водяной мочки пектинразрушающие бактерии или грибы (при росяной мочке) лизируют пектиновые вещества, соединяющие волокно с тканями стебля. Холодная водяная мочка длится от 10 до 25 дней, в зависимости от температуры воды. Тепловая водяная мочка продолжается всего 3—6 дней; этот способ мочки считают лучшим. Химическая мочка льна проводится на заводах в слабых растворах щелочи, под действием которой разрушаются пектиновые вещества. Химическая мочка протекает всего несколько часов, но требует сравнительно сложного оборудования. Чтобы выделить чистое волокно из тресты, необходимо разрушить и удалить костру (древесину). Для этого применяют мялки. Полученное волокно-сырец очищают от остатков костры на трепальных машинах. Качество трепаного длинного волокна определяют по ГОСТу. Чем выше номер волокна, тем меньше его расходуется на изготовление 1 м² ткани.

4.2. ХЛОПЧАТНИК

4.2.1. Хозяйственное значение

В мировом потреблении прядильных материалов хлопковое волокно занимает первое место. В СНГ хлопчатник именуют «белым золотом», так как он является одной из важнейших технических культур, имеющей огромное народнохозяйственное значение. Хлопковое волокно — основное сырье хлопчатобумажной и целлюлозной промышленности. Из длинноволокнистых сортов хлопчатника изготавливают специальные и наиболее ценные ткани: батист и маркизет, чертежную кальку, корд для автомобильных покрышек, высшие сорта сатина, ситца и бумази. Хлопковое волокно идет в смеси с шерстью для выработки тонких полушерстяных тканей. Из более короткого волокна делают специальное трико, декоративные и бельевые ткани, одеяла, вафельные полотенца и прочие изделия. Из линтера (подпушек семян и короткого, рваного волокна) вырабатывают медицинскую вату и бинты, фитили, искусственный фетр, целлюлозу, коллодиум, целлофан и целлулоид, искусственный шелк, кинофотопленку, лаки, бумагу и прочие изделия. Много хлопка используется в военном деле (для изготовления пороха).

Второй важный продукт, получаемый от хлопчатника, — семена, составляющие около 65 % веса урожая сырца. В семенах хлопчатника содержится от 18 до 27 % масла. Оно идет в пищу, для изготовления различных консервов и маргарина, а также как техническое масло в мыловарении,

в глицериновом и стеариновом производстве, для получения олифы, смазочных масел и пр. Из 1 ц хлопковых семян получают 17—19 кг масла, 40—42 кг жмыха, который содержит до 40 % белка и служит хорошим концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных. Однако в жмыхе имеется небольшое количество ядовитого вещества — госсипола. Поэтому хлопковый жмых рекомендуется скармливать в небольших дозах (2—3 кг в сутки на голову крупного скота) и избегать давать его при откорме свиней.

Кожура семян идет на переработку для производства бумаги, изоляционных материалов, этилового и метилового спирта, лимонной, уксусной кислот, поташа, а также в качестве удобрения. Стебли хлопчатника (гузыпая) идут на получение дубильных веществ, используются как топливо и пр.

Хлопчатник — пропашная культура, имеющая большое агрономическое значение, так как является хорошим компонентом в севооборотах зерновых и других культур. Хлопчатник — неплохое медоносное растение.

Хлопчатник возделывают в тропической и субтропической зонах. Посевные площади его в мире составляют около 32 млн га. К основным хлопкосеющим странам мира относят Индию (7,7 млн га), Китай (5,1 млн га), США (5,4 млн га), Бразилию (1,2 млн га), Пакистан (2,8 млн га). В бывшем Советском Союзе в 1980 г. хлопчатник выращивали на площади 5,67 млн га. Главное место в производстве хлопчатника в СНГ принадлежит Среднеазиатским республикам (Узбекистану, Туркмении, Таджикистану, Киргизии, Казахстану), где размещены основные его посевы; выращиванием хлопка занимаются также республики Закавказья, особенно Азербайджан. Урожайность хлопка-сырца в Узбекистане и других странах Средней Азии, ранее входивших в Советский Союз, составляет 2,5—2,7 т/га, а в лучших хозяйствах получают 4 т/га и более.

4.2.2. Происхождение культуры

Древнейшими исконными очагами возделывания хлопчатника на земном шаре были Индия (в Старом Свете), Мексика, Перу (в Новом Свете). По сведениям академика П. М. Жуковского, наиболее древние хлопчатобумажные ткани были найдены при раскопках в Синде (Пакистан), древность их определяется в 3 тыс. до н. э. Вторыми по давности и экономическому значению очагами хлопководства в Азии считаются Китай, Средняя и Малая Азия, а в Африке — Египет. В Среднеазиатские ханства культура хлопчатника проникла из соседних Индии и Китая. В Египет хлопок как культура попал около 500 г. до н. э. Арабы способствовали продвижению культуры хлопчатника в Африке далее на запад и северо-восток. В России предпринимались попытки возделывать хлопчатник под Астраханью, в низовьях Волги, а также под Одессой, на юге Украины, но эти попытки

нельзя назвать удачными. Хлопководство в древней Америке возникло, очевидно, самостоятельно, в незапамятные времена. Однако современное промышленное хлопководство в Америке, как и в других странах, начало бурно развиваться только с приходом капитализма.

4.2.3. Биологическая характеристика

Хлопчатник относится к роду *Gossypium* семейства Мальвовые (*Malvaceae*). Этот род включает приблизительно 20 видов, из них в культуре используются пять видов. В мировом земледелии в основном возделывают *три вида*:

- хлопчатник обыкновенный, или мексиканский (средневолокнистый), — *Gossypium hirsutum* L.;
- хлопчатник перуанский (тонковолокнистый) — *Gossypium peruvianum* Gav. (= *Gossypium barbadense* L.);
- хлопчатник травянистый, гуза, — *Gossypium herbaceum* L.

Хлопчатник обыкновенный, или *длинноволокнистый* (упланд, нагорный хлопчатник), — *Gossypium hirsutum* L. — самый распространенный в СНГ и на земном шаре вид хлопчатника (рис. 38). Родиной его считается Центральная Америка (Мексика). В культуре это полукустарник до 1—1,5 м высотой, возделываемый как однолетнее растение. Имеет крупные 3—5-лопастные листья. Лопаста широкотреугольные. Опушенность растения одноярусная. Прицветники сердцевидные, линейно-зубчатые. Цветки бледно-желтые (кремовые). Коробочки крупные, округлые, с клювом на вершине, гладкоматовые, 3—5-гнездные, с 5—11 семенами в каждом гнезде, сильно раскрываются при созревании. Семена покрыты подпушком. Выход волокна высокий (до 35—40 %). Волокно длиной до 35 мм, высокого качества. К этому виду хлопчатника относится большинство возделываемых в СНГ сортов.

Хлопчатник тонковолокнистый — *Gossypium barbadense* L. Происходит из Южной Америки (Перу) и называется еще перуанским или египетским. В диком состоянии — древовидный кустарник. В культуре — полукустарник 1—3 м высотой, используемый как однолетнее растение. Листья с 3—5 длинными лопастями. Опушенность растения одноярусная. Прицветники длиннее коробочки, с 10—15 длинными линейными зубцами. Цветки крупные, лимонно-желтые, обычно с красно-малиновым пятном у основания лепестков венчика. Коробочки сравнительно мелкие, конусовидно-вытянутые, 3-4-гнездные. Поверхность коробочки ямчатая, рябоватая, с многочисленными железками в ямках. В гнезде по 5—8 семян. Семена почти голые. В СНГ типичные формы *Gossypium barbadense* подверглись сильному изменению.

Хлопчатник травянистый, гуза, — *Gossypium herbaceum* L. В диком состоянии произрастает в Афганистане, Пакистане, Иране и Южной

*a**б**в*

Рис. 38. Хлопчатник обыкновенный: общий вид куста (*a*); морфологические особенности (*б*); образование коробочек с тонким белым волокном (*в*)

Африке. В культуре этот вид до сих пор распространен в Северной Индии, Западном Китае, в странах Малой Азии, в Восточной Африке. В прошлом этот вид возделывался широко в Средней Азии. Ныне он полностью вытеснен селекционными сортами первых двух видов хлопчатника. Гуза — полукустарник 1—1,5 м высотой с грубым, толстым стеблем. Побеги и листья густоопушены волосками в два яруса. Листья 3—6-дольчатые, дольки в середине широкие, а книзу и кверху суживающиеся. Прицветники широкотреугольные, меньше коробочки, с относительно небольшими зубцами. Цветки желтые с красно-малиновым пятном на лепестках. Коробочки округлые, с тупым кончиком, почти гладкие, 3-4-гнездные. В каждом гнезде по 10-11 семян. Коробочки слабо раскрываются, часто только растрескиваются по швам. Семена мелкие, с коротким подпушком. Волокно короткое (15—25 мм, до 30 мм), грубое, шерстистое, невысокого качества.

В целом, хлопчатник — многолетнее растение, но возделывается как однолетняя культура. Для начала стадии яровизации необходима минимальная среднесуточная температура воздуха около 15 °С. При пониженных температурах эта стадия длится свыше 20 дней, в то время как при температуре около 25—27 °С она заканчивается в 5—6 дней. Стадия яровизации обычно заканчивается до начала образования первых ростовых ветвей, световая — с появлением первых плодовых ветвей.

Продолжительность световой стадии хлопчатника в полевых условиях колеблется от 18 до 33 дней. Как растение короткого дня, хлопчатник быстрее проходит световую стадию в условиях сокращенного дня. Однако важная роль принадлежит и ночным температурам (положительное влияние повышенной температуры).

В процессе развития у хлопчатника отмечают следующие фазы: всходы, образование настоящих листьев, бутонизацию, цветение, созревание (раскрытие коробочек).

От посева до всходов при благоприятной температуре и влажности проходит 5—6 дней, от всходов до появления настоящих листьев — 8—12, от начала появления настоящих листьев до бутонизации — 25—30, от начала бутонизации до цветения — 25—30, от цветения до начала созревания — 50—60 дней. Всего от посева до начала созревания у средневолокнистых сортов проходит примерно 125—150 дней, а у тонковолокнистых — 145—160 дней.

При прорастании набухшего семени первым трогаются в рост корешок. После укрепления его в почве растет изогнутое подсемядольное колено стебля, и семядоли выносятся на поверхность почвы. Вначале они бывают желтоватыми, потом зеленеют.

Корень хлопчатника стержневой, проникает на глубину 1,5—2,0 м. В течение 1 мес. после появления всходов корень растет очень быстро.

Листья хлопчатника черешковые, очередные, в разной степени рассеченные, имеют от трех до восьми долек. В пазухах листьев закладывается по 2–3 почки. Пазушные почки нижних листьев обычно бывают «спящими». Через 20–35 дней, в зависимости от условий, начиная с 3–5 листа из почек развиваются боковые ветви хлопчатника.

Различают два рода *ветвей*: *ростовые* (моноподиальные), заканчивающиеся верхушечной ростовой почкой и листом и не имеющие непосредственно на них сидящих бутонов, цветков или коробочек; *плодовые* (симподиальные), заканчивающиеся цветком (коробочкой) и несущие непосредственно на себе бутоны, цветы и коробочки. Ростовые ветви обычно отходят от стебля под острым углом. На них образуются, кроме листьев, как новые ростовые, так и плодовые ветви. Плодовые ветви, возникающие из боковых или пазушных почек, отходят от стебля под более тупым углом. Разрастание их в длину происходит за счет развития боковых почек, поэтому плодовые ветви бывают обычно несколько коленчатыми. Чем раньше происходит закладка плодовых ветвей, тем скорее наступает плодоношение хлопчатника. У скороспелых сортов первая плодовая ветвь появляется обычно в пазухе 5–6 листа, у более позднеспелых — в пазухе 7–10 листа. Формирование плодовых ветвей продолжается до конца вегетации хлопчатника.

Раскрывшийся *цветок* имеет три прицветника, зазубренных в разной степени. Чашечка цветка зеленая, неразвитая, в форме низкой каймы. Венчик состоит из пяти лепестков, сросшихся у основания с тычиночной трубкой. Лепестки венчика бледно-желтые или кремовые (реже белые или красные). У основания лепестков у некоторых видов хлопчатника имеется крупное красно-малиновое пятно (гуза, тонковолокнистый хлопчатник и др.). Рыльце завязи располагается выше тычиночной трубки (с 50–80 пыльниками). Завязь бывает 3–4–5-гнездная. Раскрываются цветки рано утром. После полудня венчик начинает краснеть и к вечеру увядая, закрывается. На следующий день венчик становится фиолетовым и, засыхая, опадает. После оплодотворения (преимущественно самоопыление) начинается развитие плода (коробочки). *Коробочка* имеет округло-яйцевидную форму, в разной степени заостренную, гладкую или ямчатую поверхность. Величина коробочки зависит от сортовых особенностей и условий питания. Зрелая коробочка в той или иной степени открывается по швам тремя, четырьмя или пятью створками. *Семя* хлопчатника покрыто коротким подпушком (линтером) и длинными волокнами. Подпушек может быть белый, зеленоватый или коричневатый. Голосемянные формы не имеют подпушка. В каждом гнезде коробочки находится по 5–8 семян.

Цветок хлопчатника раскрывается утром и увядает к вечеру того же дня. После оплодотворения начинается развитие завязи. Через 25–35 дней

внешнее формирование коробочки прекращается: она приобретает определенную форму и размеры, характерные для сорта. После этого еще требуется 25—30 дней для созревания семян и волокна, и тогда созревшие коробочки начинают раскрываться.

Развитие волокна начинается вскоре после оплодотворения цветка и продолжается почти до раскрытия коробочки. Хлопковое волокно представляет собой вытянутую отдельную клетку эпидермиса кожуры (отношение толщины к длине 1 : 1500—2000). В течение первых 20—25 дней волокно растет в длину, а затем идет постепенное отложение целлюлозы изнутри в стенках волоконца. Внутренняя полость волоконца уменьшается; оно несколько стягивается и приобретает крепость, извитость и тонины, характерные для того или иного сорта хлопчатника. Важнейшими показателями качественной оценки сорта хлопчатника являются выход волокна, его длина, крепость, тонины.

Выходом волокна называют количество чистого волокна, выраженное в процентах от веса сухого сырца. Выход волокна колеблется от 25 до 40 % и зависит от особенностей сорта, агротехники и почвенно-климатических условий. Другим важнейшим показателем качества хлопкового волокна служит его длина, выражаемая в миллиметрах. Длина хлопкового волокна обычно колеблется от 10 до 50 мм (чаще в пределах от 25 до 40 мм). Чем длиннее волокно, тем оно более ценно в текстильной промышленности, так как позволяет получать более тонкую пряжу. Для текстильной промышленности требуется волокно определенной крепости. Определяется она в граммах разрывного усилия по динамометру. Крепость волокна зависит от отложившейся на внутренней стенке его клетчатки. Чем толще стенки волокна, тем выше будет его крепость. Недозрелое волокно имеет очень тонкие стенки, и крепость его незначительная. У различных сортов хлопчатника крепость волокна колеблется от 3 до 8,5 г. Большое значение для характеристики волокна имеет также извитость. Благодаря большей извитости волоконца лучше сцепляются при скручивании и дают более крепкую и тонкую пряжу. Не менее существенным качеством волокна является его тонины. От нее зависит степень тонкости вырабатываемых тканей. Тониной волокна называется средний диаметр поперечного сечения хлопкового волоконца, измеряемый под микроскопом. Тонины колеблется от 10 до 25 μ . Наиболее тонкое волокно дают тонковолокнистые сорта хлопчатника.

По длине волокна сорта хлопчатника подразделяют на: тонковолокнистые (самое длинное волокно) с длиной волокна от 35 до 40 мм и выше; длиноволокнистые с длиной волокна от 30 до 35 мм; средноволокнистые, длина волокна которых менее 30 мм.

Для формирования 1 т хлопка-сырца вместе со всей вегетативной надземной массой хлопчатнику требуется в среднем (в кг): 50—60 N, 10—15 P₂O₅, 50—60 K₂O, 50 CaO. Недостаток азота вызывает мелколистность и желто-зеленую окраску, растения становятся низкорослыми, формируют мало коробочек. Избыток азота способствует усилению вегетативного роста, созревание затягивается. Недостаток фосфора вызывает низкорослость и слабое развитие корневой системы, на листьях появляются красные жилки, задерживается развитие коробочек, снижается качество урожая. При недостатке калия на листьях появляются бурые пятна, листья скручиваются и осыпаются. Усиливается заболеваемость вилтом, снижается качество урожая.

4.2.4. Особенности технологии выращивания

Хлопчатник можно длительное время выращивать на одном месте, однако при бессменной культуре накапливается инфекция, распространяются вредители и болезни, особенно вилт. В севооборотах с хлопчатником особую роль играет люцерна. Под влиянием люцерны увеличивается запас органического вещества и элементов питания, улучшаются водно-физические свойства почвы, снижается засоленность, почва освобождается от сорняков и возбудителей инфекции хлопчатника, особенно вилта. Кроме того, люцерна считается высококачественной кормовой культурой. Для улучшения плодородия почвы и повышения урожайности хлопчатника применяют посевы промежуточных культур (горчица, рапс, гречиха, рожь, горох и др.) с использованием зеленой массы на корм скоту и для заправки в качестве зеленого удобрения на 4—6 год после распашки люцерны.

Обработка почвы зависит от предшественника. Очень важно сеять хлопчатник в оптимальные сроки. Его высевают, когда температура почвы устойчиво держится на уровне 12—14 °С.

Способ посева хлопчатника широкорядный, с междурядьями 45, 60 или 90 см. При пунктирном способе семена высевают по 1-2 в гнездо через 10 см. В этом случае обеспечиваются равномерное размещение растений и заданная густота — 100—150 тыс. растений на 1 га без прореживания всходов.

Норма посева семян зависит от ширины междурядий, схемы посева, условий в период посева. Норма посева семян при квадратно-гнездовом посеве с площадью питания 45 × 45 см — 65—75 кг/га; 60 × 60 см — 40—45 кг/га. Глубина заделки семян на сероземах 4—6 см и 3—4 см на луговых почвах.

Для сбора хлопка-сырца применяют хлопкоуборочные машины. Машинный сбор хлопка-сырца проводят в два приема по мере раскрытия коробочек. Первый сбор начинают через 8—10 дней после дефолиации. К этому времени раскрывается 50—60 % коробочек и опадает не менее 80 % листьев. Второй сбор проводят через 12—15 дней после первого сбора.

5. КРАХМАЛО- И САХАРОЗАПАСАЮЩИЕ КЛУБНЕПЛОДЫ И КОРНЕПЛОДЫ

Растения этой группы относятся к разным ботаническим семействам, родам и видам. Всех их объединяют две наиболее существенные особенности: свойства главного продукта, получаемого при их выращивании, и приемы возделывания. Клубни картофеля и других клубнеплодов, как и корни сахарной свеклы и других корнеплодных растений, богаты углеводами — крахмалом и сахаром, но содержат сравнительно мало сухих веществ (не более 30%) и поэтому не способны к длительному хранению и малотранспортабельны.

Все они относятся к растениям пропашным и имеют большое значение в повышении культуры земледелия.

В нашей стране, как и в мировом земледелии, из клубнеплодов первое место по площади и валовому сбору занимает картофель. Земляная груша, или топинамбур, возделывается пока в ограниченных размерах.

В некоторых республиках СНГ (Азербайджане, Казахстане, странах Средней Азии) испытывается и внедряется в производство батат, или сладкий картофель (*Ipomoea batatas* Lam.) семейства Вьюнковые. Успешные опыты по возделыванию батата проведены в Болгарии, Румынии, Италии, Португалии и некоторых других европейских страна. Батат — культура, широко возделываемая в странах тропического и субтропического пояса — в Китае, Японии, Индонезии, Индии, Бразилии, Африке, США, Австралии; общая площадь выращивания батата в мире составляет 12,5 млн га.

Другие южные клубне- и корнеплодные растения — маниока (касава), колокасия (таро, ито), ямс и т. п. — также достаточно широко представлены в культуре в странах тропического и субтропического климата, но в СНГ не возделываются из-за недостатка тепла и света.

Растения, у которых запасные питательные вещества откладываются в корнях, называют корнеплодами. К корнеплодам относятся сахарная свекла, кормовая свекла, столовая и кормовая морковь, брюква и турнепс — культуры, широко распространенные в Беларуси. Это растения различных семейств, но они имеют общий признак — на первом году жиз-

ни образуют сочный корнеплод, а на втором году развивают цветоносные побеги, цветки и семена.

Сахарная свекла — техническая культура, из ее корнеплодов добывают *sachar*, а также используют на корм. Кормовую свеклу, морковь, брюкву и турнепс возделывают для кормовых целей.

Все корнеплодные растения отличаются высокой урожайностью — 300—600 ц/га и более. Они дают сочные корма, содержащие углеводы, минеральные соли и витамины. Большую ценность в кормовом отношении имеет и ботва корнеплодов, которую используют в свежем, высушенном и силосованном виде. Урожай ботвы составляет 30—35 % массы корней; по содержанию сырого белка, кальция, каротина и витаминов В₁, В₂ и С она превосходит корнеплоды.

Источниками чистого кристаллического сахара в мире являются два растения: сахарный тростник (*Saccharum officinarum* L.) (рис. 39) и сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.).

Сахар — наиболее распространенный, быстро реализуемый в организме источник энергии. В мировом производстве из сахарного тростника получают почти две трети сахара. В химическом отношении сахар из сахарного тростника и сахар из сахарной свеклы совершенно тождественны, т. е. представляют собой сахарозу, или тростниковый сахар.

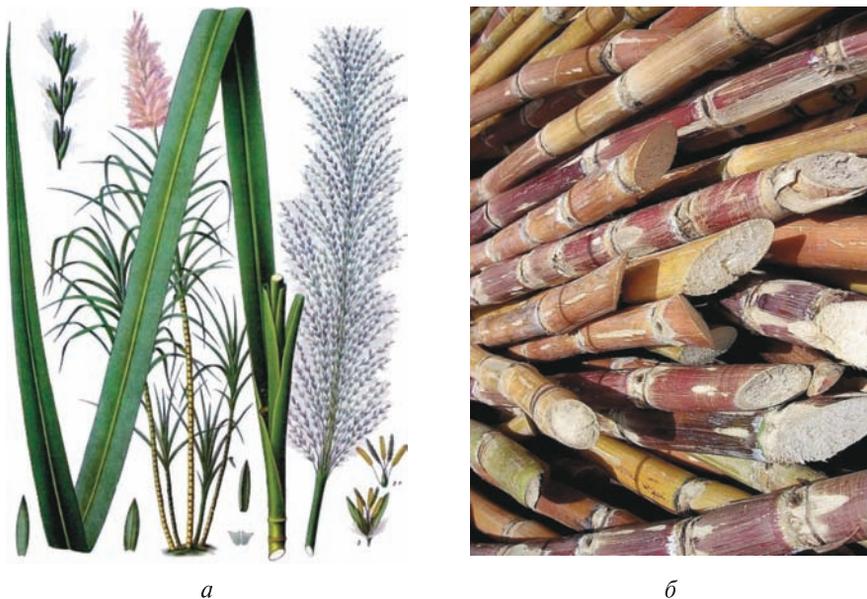


Рис. 39. Сахарный тростник: морфологические особенности растения (а);
срезанные стебли — сырье для получения сахара (б)

Сахарный тростник — многолетнее растение семейства Мятликовые (*Poaceae*), широко возделываемое в тропических и субтропических странах (Куба, Филиппины, Индонезия, Индия, Китай, страны Центральной и Южной Америки, Африки и др.). В стеблях сахарного тростника содержится 18—20 % сахарозы. В России, странах СНГ и Европе основным источником заводского сырья для производства сахара является сахарная свекла.

5.1. КАРТОФЕЛЬ

5.1.1. Хозяйственное значение

Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур. Его справедливо называют вторым хлебом. В мировом производстве продукции растениеводства он занимает одно из первых мест наряду с пшеницей, рисом и кукурузой. Оценивая универсальное значение этой культуры для человека, П. М. Жуковский писал: «Картофель — наиболее реальное благо из всего, что нам дало открытие Колумба».

Клубни картофеля содержат около 25 % сухих веществ, в том числе: крахмала — 14—22 %, белков — 1,4—3 %, клетчатки — около 1 %, жира — 0,2—0,3 %, зольных веществ (макро- и микроэлементов) — 0,8—1,1 %. Картофель — источник витаминов С, В₁, В₂, В₆, РР и К.

Картофель — культура разностороннего использования. Около 52 % производимого в мире картофеля употребляется человеком в пищу. То, что картофель является важнейшим продуктом питания человека, определяется питательной ценностью этой культуры, а именно содержанием в клубнях крахмала, высококачественного белка и витаминов.

По калорийности картофель превышает томаты в 2 раза, капусту — в 3, морковь — в 4 раза.

Из растительных белков картофель уступает только пшеничному и гречишному, превосходя по перевариваемости все остальные овощные и кормовые культуры. В белке картофеля содержится 18 аминокислот. С единицы площади, занятой картофелем, можно получить сухого вещества втрое больше, чем от зерновых кормовых культур. В подтверждение хочется привести высказывание академика Д. Н. Прянишникова: «Возделывать на полях картофель — это то же, что получать три колоса там, где раньше рос один».

Благодаря своим вкусовым, пищевым и кулинарным качествам картофель стал продуктом повседневного применения. Из картофеля можно приготовить около 700 кулинарных блюд. Его потребление на душу населения составляет (кг/год): Беларусь — 175, Польша — 144, Украина — 138, Россия — 127, Англия — 99, США — 60, Канада — 65, Италия — 39, Болгария — 32.

Картофель — это ценная кормовая культура: около 34 % производимого в мире картофеля идет на корм скоту. По перевариваемости органического вещества (83—97 %) среди растительных кормов он делит первое место с кормовыми корнеплодами. Питательная ценность 100 кг сырых клубней — 29,5 корм. ед., 100 кг силоса из зеленой ботвы — 8,5 корм. ед. Скармливание 1 т картофеля свиньям обеспечивает 50—60 кг привеса, ковам — получение 280—300 кг молока.

В кожуре и позеленевших клубнях картофеля содержится ядовитое вещество — гликоалкалоид соланин — $C_{45}H_{73}NO_{15}$ (0,005—0,01 %), частично распадающийся при варке. Позеленевшие и проросшие при дневном или искусственном освещении клубни непригодны в пищу или для скармливания животным, поскольку содержание соланина в них может достигать 0,02—0,08 %. Отравления животных сопровождаются раздражением кожи, слизистой оболочки пищеварительного тракта, рвотой. Всасываясь, они раздражают почки, поражают центральную нервную систему, сердце, гемолизуют красные кровяные тельца.

Картофель выращивается и как техническая культура. На технические цели расходуется около 4 % производимого в мире картофеля. Из клубней картофеля производят крахмал, спирт, глюкозу, декстрин, патоку. Крахмал — незаменимый продукт в пищевом, текстильном и бумажном производстве.

Почти 10 % производимого в мире картофеля идет на семена.

Картофель является хорошим предшественником для многих культур.

Картофель распространился по всему земному шару. Его посевы продвинулись до 71° с. ш. и до 4° ю. ш., его возделывают также в горных районах.

Картофель возделывают в 130 странах мира на площади около 18—25 млн га, из которых в Европе этой культурой занято 8,4 млн га; в Азии — около 1,2 млн га и около 0,3 млн га — в Африке. В США площадь под картофелем составляет 0,5 млн га, ежегодный валовой сбор — более 13 млн т, урожайность — около 250 ц/га.

Ежегодный валовой сбор картофеля в мире составляет 265—300 млн т. Средняя мировая урожайность картофеля — свыше 160 ц/га.

По производству картофеля СНГ занимает первое место в мире (~8,7 млн га). В России общая площадь посадки картофеля составляет 3,3 млн га, из них в Нечерноземье — 1,4 млн га.

До недавнего времени большая часть картофеля выращивалась и потреблялась в Европе, Северной Америке и на территории бывшего СССР.

Значительно увеличилось производство картофеля в Африке, Азии и Латинской Америке — с 80 млн т в 1990 г. до рекордных 161,5 млн т в 2005 г. В настоящее время более 40 % мирового объема производства картофеля выращивается в Китае, России и Индии (табл. 7).

Таблица 7

Данные ФАО о производстве клубней картофеля в мире в 2004 и 2005 гг.

Страны	2004 г., т	2004 г., %	2005 г., т	2005 г., %
Китай	70 036 279,00	21	73 036 500,00	23
Россия	35 914 240,00	11	37 461 488,00	12
Индия	25 000 000,00	8	25 000 000,00	8
Украина	20 754 800,00	6	19 462 000,00	6
США	20 685 670,00	6	19 151 080,00	6
Германия	13 044 000,00	4	11 624 000,00	4
Польша	13 998 654,00	4	11 009 392,00	3
Беларусь	9 902 100,00	3	8 185 000,00	3
Нидерланды	7 487 700,00	2	6 835 985,00	2
Франция	7 255 378,00	2	6 680 817,00	2
Великобритания	6 316 000,00	2	5 815 000,00	2
Бангладеш	3 907 000,00	1	4 855 000,00	2
Канада	5 170 790,00	2	4 850 000,00	2
Иран	4 180 000,00	1	4 200 000,00	1
Турция	4 800 000,00	1	4 170 000,00	1
Румыния	4 230 210,00	1	3 985 000,00	1
Перу	2 996 090,00	1	3 284 223,00	1
Бразилия	2 931 180,00	1	2 950 990,00	1
Япония	2 842 000,00	1	2 708 000,00	1
Бельгия	3 229 622,00	1	2 653 949,00	1
Остальные страны	65 752 492,00	20	65 297 137,00	20
<i>Всего</i>	330 434 205,00	100	323 215 561,00	100

В Беларуси под посевами картофеля в 2007 г. было занято около 500 тыс. га, из них 455 тыс. га — на приусадебных и дачных участках. Беларусь по валовому сбору картофеля (более 8 млн т ежегодно, что составляет 3 % от мирового) занимает 8 место в мире и лидирует по производству картофеля на душу населения (700—900 кг). Урожайность картофеля колеблется в зависимости от года от 160 до 190 ц/га.

Ученые-картофелеводы Беларуси ставят целью добиться получения урожайности картофеля в производственных посадках на уровне 300 ц/га. У современных сортов картофеля продуктивность в условиях интенсивного производства достигает 60—70 т/га. В последнее десятилетие селекция была преимущественно ориентирована на целевое использование урожая, значительно возросла роль узкоспециализированных сортов. Однако перед отраслью картофелеводства возникают проблемы, в частности потеря рынков сбыта вследствие большой конкуренции, высоких затрат на выращивание картофеля, высоких цен. Кроме того, во многих хозяйствах сталкиваются с проблемой изношенности техники и невозможности из-за дороговизны своевременного проведения защитных мероприятий, создания условий для качественного хранения клубней картофеля.

В Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь включено 76 сортов, из них 38 — белорусской селекции, занимающие 80 % посевных площадей под данной культурой. За последние 15 лет Институт картофелеводства НАН Беларуси передал в Государственное испытание 41 сорт картофеля различных групп спелости и хозяйственного назначения, из которых 31 устойчив к нематоде [9]. Сорта картофеля белорусской селекции внесены в Госреестры России, Украины, Польши, Германии, Китая и других стран.

В настоящее время производству предлагается широкий набор белорусских сортов. Основным критерий отнесения сорта к определенной группе спелости — количество дней от посадки до естественного отмирания ботвы:

- *раннеспелые* — 50—60 дней: *Аксамит, Лазурит, Дельфин, Каприз* и др.;
- *среднеранние* — 60—80 дней: *Прыгожы 2, Явар, Дина, Орхидея* и др.;
- *среднеспелые* — 80—100 дней: *Альтаир, Дар, Дубрава, Скарб, Колорит, Криница, Росинка, Живица* и др.;
- *среднепоздние* — 100—120 дней: *Блакiт, Ветразь, Лошицкий, Ласунак, Верас, Верба, Гарант, Журавiнка* и др.;
- *поздние* — 120 дней и более: *Альпинист, Атлант, Белорусский 3, Выток, Зарница, Здабытак, Орбита, Прамень, Синтез, Сузор'е, Темп.*

По хозяйственному назначению и скороспелости сорта классифицируются:

- *на столовые* — клубни высоких вкусовых качеств, имеют тонкую кожуру и небольшое количество неглубоких глазков, ранние и среднеспелые;
- *технические* — не менее 18 % крахмала — позднеспелые, высокоурожайные, отличаются хорошей лежкостью;
- *кормовые* — повышенное содержание в клубнях сухих веществ и белка. Отличаются пониженной крахмалистостью, низкими вкусовыми качествами, высокими урожаями;
- *универсальные* — по качеству клубней занимают промежуточное положение между столовыми и техническими сортами. Используют как для пищевых целей, так и для переработки.

По типу развариваемости (кулинарный тип) столовые сорта подразделяются на четыре типа: *A* — не разваривается (салатный), *B* — слабо разваривается (отварной для супа, для поджаривания), *C* — сильно разваривается (отварной для пюре), *D* — очень сильно разваривается (отварной для пюре, для запекания).

5.1.2. Происхождение культуры

История картофелеводства, несмотря на достоинства картофеля, складывалась трудно, иногда курьезно. Л. Н. Толстой писал: «Картофель — и тот вводился у нас силой».

До сих пор у ученых нет единого мнения на место появления картофеля. Одни считают, что картофель завезен из Перу, другие утверждают, что он ведет свою родословную из Чили, где условия его произрастания близки к условиям многих стран Западной Европы с умеренно теплым климатом. Однако нет сомнений, что родина картофеля — Южная Америка, где он известен с незапамятных времен. Первобытные племена, гонимые голодом, искали здесь в земле съедобные корни растений, среди которых находили клубни дикого картофеля. Существует более 150 диких видов его, произрастающих преимущественно в Южной и Центральной Америке. Из перемерзших клубней индейцы приготавливали чуньо — высушенный картофель, который можно было хранить долгое время. У индейцев картофель был популярным и необходимым продуктом питания.

Нет сомнения, что первыми открыли картофель для Европы испанцы, обнаружив в Южной Америке мучнистые клубни хорошего вкуса. Искали золото, а нашли картофель, совершив тем самым великое ботаническое открытие.

Считается, что в 1565 г. картофель привезли в Испанию якобы по личному распоряжению короля Филиппа II.

Из Испании картофель попал в Италию, где быстро распространился. Его начали использовать не только для пищевых, но и для кормовых целей.

Профессор из бельгийского города Монс Филипп де Сиври в 1588 г. выслал два клубня и ягоду ботанику Венского ботанического сада Каролу Ключиусу, который в 1601 г. в своей книге «Описание редких растений» подробно рассмотрел картофель.

Выращенные клубни Ключиус выслал швейцарскому ботанику Каспару Бохену, который дал новому растению название *Solanum tuberosum* (паслен клубнеплодный). Это название сохранилось за картофелем до наших дней.

Считается, что дорогу картофелю во Францию открыл военный фармацевт Антуан Огюст Пармантье. Для популяризации этой культуры он применил оригинальный способ: созвал к себе на обед светил науки и потчевал

их блюдами только из картофеля, а в предместье Парижа выпросил у короля участок, где после посадки картофеля выставил стражу. Осенью, когда картофель созрел, стражники по ночам покидали участок. Привлеченные этой хитростью крестьяне под покровом темноты опустошали грядки и уносили картофель. Кроме того, Пармантье предложил королю Людовику XVI приколоть к петлице своего мундира букет из картофельных цветов, после чего ношение этих цветов стало модным. Крестьяне, жившие вокруг Парижа, стали высаживать клубни, чтобы торговать цветами картофеля.

В честь первого энтузиаста картофеля французы установили два памятника: под Парижем, где впервые был посажен картофель, и на родине Пармантье. На одном из них высечены слова, сказанные Пармантье Людовиком XVI: «Поверьте мне, настанет время, когда Франция отблагодарит Вас за то, что Вы дали хлеб голодающему человечеству».

Своеобразные методы внедрения картофеля применяли прусские короли: в 1651 г. Ф. Вильгельм I издал специальный указ, согласно которому надлежало отрезать носы и уши тем, кто отказывался сажать картофель.

С большим уважением относятся к картофелю в Ирландии. «Картофель и супружество — две слишком серьезные вещи, чтобы с ними шутить».

Известны «картофельные бунты» и даже «картофельные войны» между Пруссией и Австрией за баварское наследство. Война 1777 г. получила название «картофельной», потому что оба государства приносили в жертву не людей, а уничтожали лишь картофельные поля противника. Через 2 года эта бескровная война так и закончилась без единого сражения.

В Бельгии создан музей картофеля, в экспозиции которого тысячи предметов, повествующих об истории этого ценного растения (картофельчики, почтовые марки, картины, стихи, баллады и др.).

Появление картофеля в России связывают с Петром I, который, находясь в Нидерландах в конце XVII в., заинтересовался дивным растением и для «расплода» прислал мешок клубней графу Шереметьеву.

Эффективности развития картофелеводства в Республике Беларусь с середины XX в. во многом способствовали научные исследования П. И. Альсмика, И. И. Адамова, Н. А. Дорожкина и др. в открытом в 1956 г. БелНИИКПО. Под руководством академика П. И. Альсмика опубликовано свыше 100 научных работ, в которых рассматривались научные и производственные проблемы картофелеводства. Практический вклад ученого в селекцию картофеля впечатляет. Им выведено более 30 сортов (*Лошицкий*, *Темп*, *Разваристый*, *Белорусский-3*, *Верба* и др.), сорта белорусской селекции занимали более 30 % посевных площадей СССР. В 1974 г. группа ученых этого института (во главе с П. И. Альсмиком) была удостоена Государственной премии СССР за выведение, разработку и внедрение в производство высокопродуктивных сортов картофеля. Ныне над выведением новых сортов картофеля продолжают трудиться подготовленные им доктора и кандидаты наук.

5.1.3. Биологическая характеристика

Картофель — многолетнее травянистое клубненосное растение. В культуре его возделывают как однолетнее, потому что весь его жизненный цикл, начиная с прорастания клубня и кончая образованием и формированием зрелых клубней, проходит в течение одного вегетационного периода. Обычно картофель размножают вегетативным путем — клубнями. Его с успехом можно размножать и частями клубней, а также ростками и черенками. В селекционной практике часто используют семенное размножение.

Картофель относится к семейству Пасленовые (*Solanaceae*), роду *Solanum*, объединяющему десятки диких и культурных видов и среди них *Solanum tuberosum* L. — вид, получивший самое широкое распространение в культуре (рис. 40). Благодаря экспедициям и интродукционной работе ученых (С. М. Букасов, С. В. Юзепчук, Н. И. Вавилов и др.), был открыт ряд новых видов дикого и культурного картофеля в Центральной и Южной Америке — *Solanum demissum*, *S. andigenum*, *S. curtilobum* и др., которые с успехом используются для гибридизации и создания новых ценных морозостойких, фитофторо- и ракоустойчивых сортов. Однако из ныне известных 26 видов культурного картофеля широко возделывается во всем мире только несколько тысяч сортов *S. tuberosum*.

Корневая система у картофеля двух типов: у сеянцев состоит из главного, стержневого корня и боковых корней. У картофеля, выросшего из клубня, корневая система мочковатая, образованная придаточными корнями, отходящими от подземной части стебля и из узлов столонов. Корневая система у картофеля относительно слабо развита.

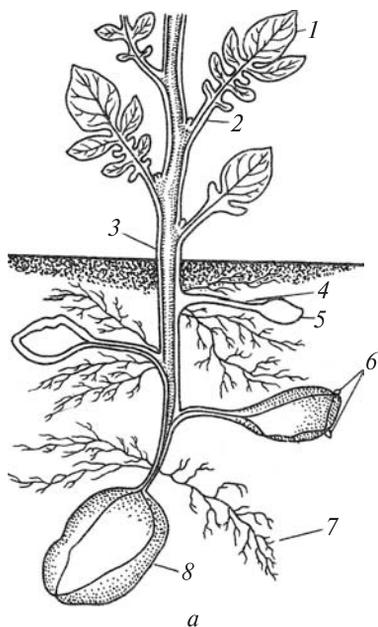
Основная масса корней находится на глубине пахотного слоя, которые углубляются до 70—80 см. У ранних сортов глубина проникновения корней в почву меньше, у средних и поздних — больше. Способность корней картофеля преодолевать механическое сопротивление почвы невелика. Корневая система отличается большой поглотительной способностью, особенно по отношению к фосфору.

Надземные стебли картофеля травянистые, большей частью прямостоячие, реже — отклоняющиеся в сторону. Окраска стебля — зеленая, красно-фиолетовая или сине-фиолетовая вследствие присутствия антоциана. Стебли в очертании трех- или четырехгранные, реже округлые, в различной степени опушенные. Стебель имеет крылья — лентовидные выросты между узлами. Число стеблей в кусте колеблется по сортам от 3—5 до 10—12.

По характеру ветвления стебля сорта делят на две группы:

- ветвление происходит главным образом в нижнем ярусе (позднеспелые сорта);
- стебель снизу не ветвится (скороспелые сорта).

Из пазух зачаточных листьев подземной части стебля образуются подземные клубненосные побеги, называемые столонами. На одном расте-



б



в



г



д



е

Рис. 40. Картофель: морфологические особенности (*а*: 1 — лист, 2 — стебель, 3 — корневая шейка, 4 — стolon, 5 — клубень нового урожая в начальной стадии развития, 6 — глазки, 7 — корни, 8 — маточный клубень; *б* — на поле; *в* — цветки; *г* — разноцветные клубни; *д* — здоровый клубень с проростками и в разрезе; *е* — пораженный фитофторозом)

нии образуется 6—8 столонов, которые могут ветвиться. Длина каждого столона 15—20 см (иногда 50 см).

На концах столонов формируются клубни (подземные видоизменения побегов). В клубне различают основание — место прикрепления к столону; противоположный конец — верхушку. На клубне можно видеть редуцированные листья (видны в раннем возрасте в виде мелких чешуек, которые по мере роста клубня атрофируются, а их листовой след образует рубец — бровку).

В пазухах редуцированных листьев располагаются глазки, каждый имеет три почки. Глазки на клубне расположены по спирали. Наибольшее количество глазков (почек) находится на верхушке, наименьшее — у основания клубня. Прорастает обычно одна наиболее жизнеспособная почка. Лишь при обламывании или повреждении ростка трогается в рост следующая почка. Глазки верхушечной части клубня более жизнеспособны и прорастают раньше нижних.

Существует определенная связь между числом стеблей и количеством, а также величиной клубней. У малостебельных кустов клубней мало (5—10), но они крупные. У сортов с большим количеством стеблей клубней больше (до 20—25), но они мельче, что хозяйственно целесообразнее, так как клубни массой 50—150 г более устойчивы к механическим повреждениям, чем крупные, и лучше хранятся зимой.

Листья опушенные (иногда гладкие), простые, прерывисто-непарно-перисто-рассеченные, располагающиеся по спирали. Лист состоит из одиночной конечной доли, расположенной на центральном черешке, размещенных друг против друга нескольких пар боковых долей и сидящих между ними более мелких элементов — долек. У сильнорассеченного листа более 10 пар долей и долек, у слаборассеченного — 2-3.

Цветки картофеля собраны в завитки, расположенные на общем цветоносе различной длины. В каждом завитке цветение начинается снизу вверх. Венчик цветка в очертании колесовидный, белой, синей, сине-фиолетовой, красно-фиолетовой окраски.

Плод — сочная, двугнездная, многосемянная ягода, шаровидной или овальной формы. При созревании ягоды белеют и приобретают приятный запах, напоминающий землянику. Для употребления в пищу они непригодны из-за содержания большого количества соланина.

Семена картофеля мелкие, сплюснутые с согнутой зародышем. Масса 1000 семян около 0,5 г. Размножение картофеля семенами применяют с целью выведения новых сортов.

Картофель — самоопыляющееся растение, но встречаются и перекрестноопыляемые растения.

Картофель сильно реагирует на температуру почвы и воздуха. Клубни нормально прорастают, когда температура почвы на глубине их заделки

(6—12 см) достигает 7—8 °С. Оптимальная температура для прорастания 15—20 °С. Температура выше 30 °С задерживает появление всходов (рост и развитие почек на клубнях останавливается).

К заморозкам картофель малоустойчив. Всходы повреждаются и частично гибнут при температуре 0,5...–1,0 °С и средней продолжительности заморозков 5—6 часов.

Ботва картофеля на посадках с умеренно влажной почвой лучше развивается при температуре воздуха 18—25 °С.

Оптимальная температура почвы для роста клубней 17 °С; для среднепоздних сортов 19 °С. При температуре 28 °С клубнеобразование прекращается.

Сумма активных температур, необходимых для роста и развития ранних и среднеранних сортов картофеля, составляет 1000—1400 °С; среднепоздних и поздних 1400—1600 °С.

Картофель — светлюбивое растение. При недостатке света он слабо ветвится и цветет, стебли вытягиваются и лежат. Большинство сортов картофеля — растения длинного дня (длинные дни благоприятны для развития ботвы картофеля и его генеративных органов). Для образования клубней, наоборот, оптимальны короткие дни (столоны и клубни образуются в почве и темноте). В средней полосе — в мае—июле — длинные дни; в августе—сентябре они сокращаются.

Картофель — культура, требовательная к влаге. В начале вегетации он расходует влагу экономно. В период усиленного образования ботвы, цветения и клубнеобразования потребление влаги резко возрастает.

Картофель хорошо растет на дерново-подзолистых, среднелегко-суглинистых, супесчаных и песчаных, почвах, подстилаемых мореной; рН = 5,3—5,8.

У картофеля отмечаются четыре фазы роста и развития.

Всходы появляются через 10—25 дней после посадки. С появлением листьев начинается активное формирование надземной массы и корней.

Бутонизация — с появлением бутонов закладываются столоны и идет клубнеобразование.

Цветение наступает через 30—35 дней после появления всходов (у позднеспелых сортов — через 40—45 дней). После цветения рост ботвы останавливается и вся энергия направляется на клубнеобразование.

Созревание (отмирание ботвы) начинается с пожелтения листьев. Рост клубней прекращается, в них идет активное крахмалонакопление. К концу созревания клубни покрываются плотной кожурой, столоны подсыхают, и клубни переходят в состояние зимнего покоя. От цветения до отмирания проходит 55—65 дней. Отмирание ботвы наблюдается только у скороспелых сортов, позднеспелые остаются зелеными до морозов.

5.1.4. Особенности технологии выращивания

Картофель лучше других сельскохозяйственных культур переносит повторные посевы и монокультуру. Но для получения высоких урожаев хорошего качества лучше выращивать его в севооборотах.

Хорошими предшественниками для картофеля служат зерновые и зернобобовые культуры, сахарная свекла, лен, просо.

Рекомендуется избегать в качестве предшественника гречиху, кукурузу, клевер, овощные культуры (свеклу, морковь, капусту), поскольку они способствуют накоплению в почве стеблевой нематоды и усиливают поражение клубней паршой обыкновенной и ризоктониозом.

Картофель предъявляет высокие требования к обработке почвы. Особенно сильно он реагирует на ее уплотнение и переувлажнение.

Основные этапы подготовки почвы включают разделку стерни, вспашку, предпосадочную культивацию и нарезку гребней.

После уборки предшественника, но не позднее семи дней, проводят лущение стерни на глубину 6—12 см.

Через 2—3 недели, но не позже второй декады сентября, осуществляют зяблевую вспашку на глубину пахотного горизонта с заделкой органических удобрений.

При возделывании картофеля на песчаных и супесчаных почвах, чистых от корневищных сорняков, а также после выращивания сидеральных культур осенью необходимо рыхление на глубину 35—40 см.

Весной проводят предпосевную подготовку почвы, включающую две культивации. Первая культивация на глубину 5—7 см ставит целью закрытие возможности испарения влаги. Вторая культивация осуществляется перед посадкой и на глубину 18—20 см. Ее выполняют под углом 45° к направлению вспашки, а каждую следующую — в диагонально-перекрестном направлении к предыдущей.

На легких и средних почвах осенью при внесении органических удобрений проводят культивацию в два следа на глубину 18—20 см.

Нарезка гребней способствует повышению температуры почвы на 3—4 °С в зоне расположения клубней. Это приводит к более раннему (на 5—6 дней) появлению всходов. Если одновременно проводится и нарезка гребней и посадка, то ускоряется созревание клубней. Нарезают гребни на средних и тяжелых почвах за 3—7 дней до посадки. Высота гребней на суглинистых почвах исчисляется 12—14 см, на легких — 14—16 см.

Для повышения высоких урожаев картофеля на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах необходимо вносить 50—60 т/га органических удобрений (перепревший солоmistый навоз или торфонавозные компосты) с осени или под предшествующую культуру. Органические

удобрения должны быть равномерно внесены и распределены по поверхности поля, а также заделаны в почву в течение 3—5 ч.

Минеральные удобрения под картофель вносят до посадки разбросным способом или локально при посадке. Азотные удобрения под картофель следует вносить весной в один прием под культивацию или перед нарезкой гребней.

Фосфорные удобрения под картофель можно вносить как осенью под зяблевую вспашку, так и весной под предпосевную культивацию. Обязательным приемом должно быть внесение 20—30 кг/га P_2O_5 в рядки при посадке картофеля.

Калийные удобрения на почвах связного гранулометрического состава рекомендуется вносить осенью под зябь.

Доза минеральных удобрений определяется планируемой урожайностью клубней, содержанием элементов питания в почве и дальнейшим использованием клубней. Так, при планируемой урожайности 15—20 т/га и содержании в почве P_2O_5 менее 100 мг/кг и K_2O менее 80 мг/кг нужно внести: азотных удобрений в дозе 50—70 кг д. в./га, фосфорных — 60—80 кг д. в./га, калийных — 70—90 кг д. в./га. Такое количество удобрений требуется для выращивания продовольственного и технического картофеля.

Для посадки используют здоровые, неповрежденные клубни массой 50—90 г. Целесообразно проводить яровизацию — проращивание клубней при температуре 15—18 °С и выдерживание в течение 25—40 дней на свету. Яровизация ускоряет появление всходов, развитие и созревание картофеля, повышает урожай. Перед посадкой проводят протравливание клубней с использованием одного из рекомендованных препаратов: фундазол, витавакс 200, дитан М-45 или др.

Оптимальный срок посадки картофеля — при температуре почвы на глубине посадки 7—8 °С. Сроки посадки — с 20 апреля (в южных регионах Беларуси) до 10 мая (в северных регионах).

Картофель выращивают гребневым способом с шириной междурядий 70—90 см. Посадку проводят поперек направлению предпосадочной обработки почвы, лучше всего — с северо-запада на юго-восток.

Для выращивания картофеля на продовольственные цели высаживают клубни размером:

- 25—35 мм при расходе посадочного материала 1,5—2,0 т/га;
- 35—60 мм — норма расхода посадочного материала 2,0—3,5 т/га.

Глубина заделки клубней относительно вершины гребня на суглинистых почвах составляет 6—8 см, на супесчаных и песчаных — 8—10 см, на торфяных — 12—14 см.

Густота посадки на гектар зависит от целей возделывания картофеля и особенностей сорта и составляет: не менее 35 тыс. клубней при выращи-

вании картофеля на продовольственные цели и не менее 40 тыс. клубней при возделывании на технические цели.

Уход за посадками картофеля включает борьбу с сорной растительностью, рыхление почвы в междурядьях и на всей поверхности поля, формирование гребня необходимого профиля и высоты.

Довсходовый период у картофеля может продолжаться от 10 до 30 дней. Первая довсходовая обработка — окучивание с боронованием для разрушения почвенной корки и уничтожения сорняков. Она проводится через 5—7 дней после посадки картофеля на глубину 6—8 см. Окучиванием создается рыхлый слой, в котором развиваются столоны.

Вторую обработку проводят в зависимости от погодных условий через 5—6 дней после первой с последующим внесением почвенных гербицидов. Глубина обработки 10—15 см в зависимости от почвы. Послевсходовые обработки проводят вплоть до смыкания ботвы.

Борьба с сорняками в посадках картофеля проводится в три этапа: осенью после уборки предшественника; весной — до всходов, во время вегетации; используются агротехнические и химические способы борьбы [11].

Для защиты посадок картофеля от фитофтороза проводят обработку фунгицидами (акробат МЦ, брестанид, дитан М-45, хлорокись меди, ридомил и др.) [11].

Первое профилактическое опрыскивание против фитофтороза проводится при высоте растений 15—20 см, второе — через 7—8 дней; следующие обработки — по краткосрочному прогнозу; повторные — через 7—8 дней в сухую погоду и через 4—5 дней — в дождливую.

Защиту картофеля от колорадского жука начинают в фазу всходов. При совпадении сроков опрыскивания против фитофтороза и колорадского жука в рабочую жидкость фунгицида добавляют один из инсектицидов (каратэ, белофос и др.) [11, 12].

Технология уборки включает послеуборочное удаление ботвы, уборку, транспортировку клубней к месту доработки и хранения.

Скашивание ботвы проводят за 1—2 недели до уборки (на участках продовольственного картофеля — за 5—7 дней, на семенных участках — за 12—15 дней).

Уборку картофеля проводят комбайном в конце августа — начале сентября при температуре не ниже 8 °С. Продолжительность уборки каждого сорта — не более 7—10 дней.

Послеуборочная доработка включает очистку от примесей, разделение на фракции, отделение дефектных клубней, закладку на хранение.

Перед закладкой на хранение клубни необходимо перебрать и просушить. Хранение картофеля часто длится до 230 дней.

5.2. САХАРНАЯ СВЕКЛА

5.2.1. Хозяйственное значение

Сахарная свекла — это одна из важнейших технических культур. Корнеплоды сахарной свеклы содержат 16—22 % сахарозы. При высокой урожайности корней свеклы (400—500 ц/га) сбор сахара может составить 7—8 т/га и более.

Корнеплоды сахарной свеклы содержат 75 % воды и 25 % сухих веществ, из них: свекловичного сахара — 16—22 %, клетчатки — 4—5 %, азотистых веществ — 1—1,5 %, жиров — 0,01 %, зольных элементов — 0,5—0,8 %.

Сахарная свекла — ценная кормовая культура. При заводской переработке корнеплодов сахарной свеклы получают отходы — жом и патока, имеющие большое хозяйственное значение. В сухом веществе патоки (мелассе) содержится около 60 % сахара, около 15 % безазотистых экстрактивных веществ, 8—9 % зольных элементов.

Патоку используют для изготовления спирта, пищевых дрожжей, молочной кислоты, лимонной кислоты.

Жом (выщелоченная и отжатая свекловичная стружка) содержит около 15 % сухих веществ, в том числе: безазотистых экстрактивных веществ — 10 %, клетчатки — 3 %, золы — 0,7 %, жира — 0,1 %, сырого белка — 1,2 %.

Жом — ценный корм для крупного рогатого скота: в 100 кг сухого жома содержится 80 корм. ед., а в таком же количестве кислого и свежего жома — соответственно 10 и 8 корм. ед. При урожайности свеклы 300 ц/га выход жома составляет 24 т.

Отход свеклосахарного производства — дефекационную грязь — используют как удобрение. В ней содержится: извести — 40—50 %, органических веществ — 15 %, N — 0,2—1,7 %, P₂O₅ — 0,2—0,8 %, K₂O — 0,5—0,9 %.

Отходы, получаемые при уборке сахарной свеклы (листья, верхушки головок, кончики корнеплодов), используют на корм скоту в свежем, силосованном и высушенном виде. Большую часть отходов составляют листья — 35—50 % массы корней. Листья содержат до 20 % сухих веществ, в том числе: белка — 2,5—3,5 %, жира — 0,8 %; витамины. В 100 кг ботвы содержится 18—20 корм. ед.

Корнеплоды сахарной свеклы превосходят по питательности кормовую свеклу в 2,2 раза, так как содержат вдвое больше сухих веществ. При сборе корнеплодов 30 т/га сахарная свекла вместе с ботвой (15 т/га) дает 10 500 корм. ед. с 1 га.

Сахарная свекла служит хорошим предшественником для ряда сельскохозяйственных растений. Включение сахарной свеклы в севооборот имеет большое агротехническое значение, так как она способствует повышению урожайности последующих культур благодаря глубокой обработке

почвы, внесению больших норм удобрений, борьбе с сорняками и вредителями на ее посевах.

В мировом земледелии сахарная свекла занимает значительную площадь — порядка 8 млн га.

Наибольшие площади ее посева находятся в Украине, России, Китае, Польше, Франции, Великобритании, Германии, Италии, возделывают ее и в Бельгии, Беларуси, Японии, Венгрии, Турции и Грузии.

В европейских странах свекловичного сахара производят до 80 % общего сбора в мире.

В Республике Беларусь сахарная свекла является приоритетной культурой. Площадь, занятая под посевами сахарной свеклы в Беларуси, составила в 2010 г. 97 тыс. га. В ближайшие годы планируется уменьшение ее до 85 тыс. га. Валовый сбор сахарной свеклы в республике составляет более 3 тыс. т, урожайность — около 400 ц/га. Повышение урожайности планируется достичь за счет усовершенствования мероприятий по защите сахарной свеклы от болезней и сорняков.

Ежегодное производство сахара в Республике Беларусь составляет порядка 400 тыс. т (необходимо 375 тыс. т). Потребление сахара на душу населения в Республике Беларусь составляет примерно 40 кг в год.

Обладая высокими вкусовыми качествами и хорошей усвояемостью, сахар (сахароза) имеет большое значение в энергетическом балансе организма человека и служит основным топливным источником его мышечной и психической деятельности. Содержание сахара в крови здорового человека характеризуется определенным постоянством: оно бывает не ниже 0,09 % и не выше 0,12 %. Утомление (физическое и умственное) сопровождается уменьшением содержания в крови сахара и повышением уровня щавелевой и других органических кислот.

5.2.2. Происхождение культуры

Дикую свеклу использовали в пищу с незапамятных времен. Во 2—1 тыс. до н. э. она была введена в культуру (предположительно на островах Средиземного моря). Земледельцы, обнаружив в сорной дикой свекле хозяйственно-полезные свойства, ввели ее в культуру сначала с использованием в пищу только листьев, т. е. как салатное растение — силква (отсюда наше название «свекла»).

Еще за 2 тыс. до н. э. ассирийцы, вавилоняне, персы знали свеклу как овощное и лекарственное растение. Примерно за 500 лет до н. э., когда в Европе еще ели «вершки», в Азии пробовали «корешки», которые оказались и сытнее и вкуснее. Вскоре и европейцы стали рассматривать свеклу главным образом как корнеплод. Так, Теофраст в своих «Исследованиях о растениях» пишет: «...у свеклы корень — толстый и мясистый, на вкус сладок и приятен, почему некоторые едят его и сырым».

Первые корнеплодные формы (по Теофрасту) были хорошо известны к IV в. до н. э. К началу нашей эры появились культурные формы обыкновенной корнеплодной свеклы.

На Руси свекла известна примерно с X—XI вв. Сведения о ней встречаются в книге «Изборник» Святослава. Предполагается, что свой славный путь по Руси свекла начала из Киевского княжества. Отсюда она проникла на Новгородскую и Московскую земли, в Литву и Польшу. Повсеместное распространение в России свекла наряду с репой и капустой получила в XIV в. Об этом свидетельствуют многочисленные записи в приходно-расходных книгах монастырей, лавочные книги и другие источники. В XVI—XVII вв. свекла совсем обрусела, россияне стали считать ее местным растением. Посевы свеклы продвинулись далеко на север. Подлинным центром выращивания свеклы всегда была Украина.

В XIII—XIV вв. свекла была известна в странах Западной Европы. В XVI в. произошла дифференциация ее на столовые и кормовые формы. В XVIII в. из гибридных форм кормовой свеклы получили сахарную свеклу. С конца XIX в. ее культура распространилась на все континенты.

В 1747 г. немецкий химик А. С. Маргграф обнаружил в клубнеплодах свеклы сахарозу и предложил использовать этот овощ для производства сахара. До этого сахар производили в основном из сахарного тростника, и стоил он очень дорого (однако справедливости ради нужно заметить, что еще за сто лет до Маргграфа турки умели варить свекловичный сироп и готовили из него сладости).

Предназначение свеклы было определено. Правда, сахарозы, которая содержалась в обычной столовой свекле, оказалось явно недостаточно, чтобы наладить из нее промышленное производство сахара. Нужен был специальный сорт свеклы. Интересно, что катализатором ускоренного выведения сахарной свеклы стала политика. Стремясь подорвать выгодную торговлю Англии тростниковым сахаром из ее заморских колоний, Наполеон Бонапарт установил премию в миллион франков тому, кто изобретет способ производства дешевого сахара из свеклы. (Сахарная свекла была выведена при жизни Наполеона, но технологии производства сахара он так и не дождался.)

Возможность получения кристаллического сахара из сахарной свеклы была доказана Ахардом только в 1799 г., и вскоре (1801) в Германии был построен первый завод по выработке сахара из свеклы.

В России тоже проводили исследования по извлечению сахара из свеклы. Преподаватель Московского университета Биндгейм в 1798 г. получил из корнеплодной свеклы кристаллический сахар. Возделывание сахарной свеклы и переработка ее для получения сахара в России начались в 1802 г., когда был построен первый сахарный завод в селе

Алябьеве Тульской губернии. В России первое сахарное производство, по утверждению Д. В. Каншина, организовал граф Бобринский, сын Екатерины II и Григория Орлова. Однако развивалось оно довольно медленно, и сахар стоил очень дорого. Даже в начале века по стоимости он превосходил мед. Поэтому в питании простого народа России сахар довольно длительное время не играл существенной роли, а использовался скорее как лакомство.

5.2.3. Биологическая характеристика

Род свеклы *Beta* семейства Маревые (*Chenopodiaceae*) представлен однолетними, двулетними и многолетними видами.

Вид свекла обыкновенная (*Beta vulgaris* L.) включает в себя несколько подвидов, в том числе и ssp. *vulgaris* L. — полиморфный сборный подвид, объединяющий все культурные двулетние и однолетние формы свеклы.

В свою очередь, этот подвид делится на разновидности:

- сахарная свекла (v. *saccharifera*) (рис. 41);
- кормовая свекла (v. *crassa*) (рис. 42, а);
- столовая свекла (v. *esculenta*) (рис. 42, б);
- листовая свекла, или мангольд (v. *cicla*).

Виды рода *Beta* обнаруживают биологическую способность к образованию корнеплода и накоплению в нем запасов сахара.

Культурная сахарная свекла — гибридное растение, получившееся от стихийного скрещивания листовой и корнеплодной форм свеклы и улучшенное длительной селекцией.

В онтогенезе сахарной свеклы первого года вегетации можно выделить три периода: всходы — фаза «вилочки», быстрое формирование листовой поверхности (2—4, 6—8 пар листьев и т. д.), нарастание массы корнеплода с интенсивным накоплением в нем сахарозы. Эти периоды тесно взаимосвязаны.

В фазе «вилочки» (всходы с семядолями до образования настоящих листьев) первичный корень сахарной свеклы проникает на глубину 12—15 см, а ко времени появления первой пары настоящих листьев — до 30 см.

Прикорневые листья — простые, цельные, сердцевидные, черешковые, с волнистыми краями, с гладкой или гофрированной поверхностью. Стеблевые листья, развивающиеся на растениях второго года, — более узкие и мелкие, чем прикорневые.

В первый год жизни сахарная свекла образует утолщенный корень (корнеплод) с розеткой из множества (50—90) прикорневых листьев, поверхность их на одном растении достигает 3000 см².

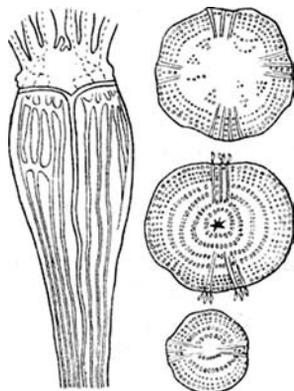
С этого времени (примерно с конца июня) главный корень начинает утолщаться в результате деления клеток перицикла и паренхимы первич-



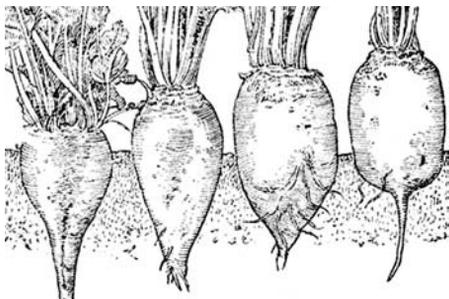
а



б



в



г

Рис. 42. Свекла кормовая (а) и свекла столовая (б); схематическое строение корня свеклы: слева — продольный разрез, справа — поперечный разрез через головку, шейку и хвостовую часть корня (в); форма (сердцевидно-коническая, коническая, тупоконическая (мешковидная), цилиндрическая) и глубина погружения различных подвидов и сортов свеклы в почву (г)

ного луба. Первичная кора корня в фазе трех пар листьев дает трещины и сбрасывается (линька корня), заменяясь вторичной корой, одетой слоем пробковой ткани. В дальнейшем наряду с увеличением числа листьев происходят утолщение и разрастание главного корня — образование корнеплода.

Корни взрослого растения первого года жизни имеют длинные корневые волоски (до 3 мм), достигают глубины 2,5—3 м и отходят в стороны на 50—60 см.

Корнеплод формируется вследствие деятельности нескольких (до 10—12) последовательно сменяющих друг друга камбиальных колец и сосудисто-волоконистых пучков. Между этими кольцами разрастается паренхимная ткань, в клетках которой откладывается основная масса сахара или других растворимых углеводов (у столовой и кормовой свеклы) (рис. 41, г; 42, в).

При высоком уровне агротехники паренхимная ткань у свеклы развивается сильнее, что приводит к образованию более крупных и тяжеловесных корнеплодов (масса 300—500 г и более).

Корнеплод взрослого растения сахарной свеклы конической формы, в центральной части цилиндрический, несколько ребристый, без разветвлений, с малоразвитой головкой, боковые корешки расположены двумя рядами в небольших выемках. Окраска белая, мякоть плотная.

Корнеплод имеет следующее строение:

- *головка* — укороченный видоизмененный стебель — эпикотиль, несущий листья и почки. Граница головки — нижняя линия прикрепления листьев;

- *шейка*, находящаяся между головкой и собственно корнем (между верхней границей расположения листовых почек и местом образования боковых корней) и представляющая собой разросшееся подсемядольное колено — гипокотиль. Она имеет более или менее цилиндрическую форму и не несет ни листьев, ни корней;

- *собственно корень* (коническая часть корнеплода), на поверхности которого образуются боковые корешки. В нижней части корень утончается и переходит в так называемый хвостик.

Для получения семян свеклы корнеплоды, выращенные в первый год жизни, выкапывают, сохраняют в течение зимы и высаживают весной в грунт. Из прорастающих почек головки развиваются облиственные ребристые цветonoсные побеги, достигающие высотой 1,0—1,5 м.

Иногда у части растений сахарной свеклы наблюдаются отклонения от нормального двухгодичного цикла развития — от посева семян до сбора урожая семян. В этом случае у отдельных растений полный цикл развития спящих почек и образование цветonoсных побегов происходит в первый год жизни, это явление называется цветущностью. Причины цветущности — ранний посев в холодную затяжную весну и длинный световой день.

Цветушные корнеплоды малосахаристые и грубые, при хранении сильнее поражаются кагатной гнилью.

Соцветие — мутовчатая колосовидная кисть. Цветки формируются в верхней части цветоносов, в пазухах прицветников, группами по 3-4 и более у многосемянных сортов или одиночно у односемянных сортов (гибридов).

Цветки обоеполые, пятерного типа. У некоторых биотипов свеклы при нормальном развитии женских органов отмечается недоразвитие мужских (пыльники не содержат пыльцы). В этом случае растения проявляют цитоплазматическую стерильность (ЦМС). Эту особенность используют в селекционной работе для получения высокопродуктивных гибридов.

Плод — орешек. При созревании плоды желтеют и у многосемянной свеклы срстаются в соплодия (клубочки), состоящие из 2—6 орешков, у односемянной свеклы клубочек состоит из одного орешка. Масса 1000 клубочков многосемянной свеклы 20—50 г, а односемянной — около 20 г.

Семя, лежащее в плоде, имеет бурую блестящую оболочку и составляет 25—30 % массы клубочка. Семя состоит из оболочки и зародыша, который имеет две семядоли, почечку между ними, подсемядольное колено, зародышевый корешок и перисперм с запасами питательных веществ.

Свекла — перекрестноопыляемое при помощи ветра (анемофильное) и отчасти насекомых растение.

Сахарная свекла умеренно теплолюбива. Минимальная температура почвы для прорастания семян 3—4 °С, но всходы при этом появляются только на 25—28 день, оптимальная 15—18 °С. При такой температуре всходы появляются на 6—7 день.

В первые дни всходы свеклы очень чувствительны к заморозкам. В фазе «вилочки» заморозки –3...–4 °С могут уничтожить растения.

С появлением первой пары листьев холодостойкость повышается, и свекла может выдержать заморозки –4...–6 °С.

Оптимальная температура для ассимиляции составляет 20—23 °С. Температура 15—23 °С является благоприятной для формирования репродуктивных почек на головках корнеплодов.

Осенью вегетация свеклы прекращается с установлением температуры 2—4 °С.

Маточные корнеплоды сахарной свеклы хорошо хранятся при температуре 3—4 °С (допустимый интервал 1—6 °С).

Отрастание розеточных листьев у семенных сахарной свеклы начинается при 2—3 °С.

Наиболее благоприятные условия для роста розеточных листьев и стеблей складываются при температуре 15—20 °С.

Для формирования хорошего урожая сахарной свекле необходима сумма активных температур в пределах от 2400 до 2800 °С.

Сахарная свекла — растение длинного дня. При увеличении периода освещения растения быстрее развиваются, лучше растут листья и корнеплоды, возрастает накопление в них сахара. Затенение свеклы в загущенных посевах ведет к снижению темпов роста и накопления сахара.

Сахаристость свеклы сильно зависит от интенсивности солнечной радиации во второй половине вегетационного периода. Наиболее быстро накопление сахара в корнеплодах происходит, когда ясная солнечная погода чередуется с облачной.

Сахарная свекла — растение относительно засухоустойчивое, поскольку формирует глубокопроникающую (до 2—3 м) корневую систему. Это помогает свекле использовать влагу почвы, накопленную за счет осадков осенне-зимнего периода.

Сахарная свекла, особенно семенники, плохо переносит переувлажнение и близкий уровень грунтовых вод (ближе 1,5—2,0 м от поверхности почвы). Кроме того, свекла характеризуется длительным вегетационным периодом и может усваивать летние осадки. В годы с повышенным количеством осадков урожаи корнеплодов обычно бывают высокими, но сахаристость меньше.

Наилучшие сочетания света, тепла, влаги и питательных веществ для свеклы создаются при теплой и влажной погоде в мае, нежаркой и влажной — в июне и июле, при достаточном количестве осадков и солнечных дней — в августе, теплой и умеренно влажной погоде — в сентябре и октябре.

Сахарная свекла в разные периоды вегетации расходует неодинаковое количество воды. Если вегетационный период (с 15 мая по 15 октября) разделить на три периода (по 50 дней), то соотношение расхода воды на испарение в каждом из них составит примерно 1 : 9 : 3. Недостаток влаги в любой из этих периодов отрицательно сказывается на урожайности свеклы. Однако больше всего снижаются урожай корнеплодов и их сахаристость, когда растения подвергаются действию засухи в июле-августе.

Наибольшую потребность в воде семенники сахарной свеклы испытывают в период от выбрасывания цветоносов до конца цветения, которое обычно начинается в середине июня и продолжается 20—40 дней.

Сахарная свекла предъявляет высокие требования к плодородию почвы, ее физическому состоянию, обеспеченности макро- и микроэлементами. Растение хорошо развивается на дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых почвах с глубиной пахотного горизонта не менее 20—22 см. Почва должна быть обеспечена подвижными формами азота, фосфора и калия.

Для свеклы наиболее благоприятны нейтральная и слабощелочная реакции почвенного раствора. На кислых почвах без предварительной их

нейтрализации свекла дает невысокие урожаи. Сахарная свекла может приспособляться к слабозасоленным почвам. Нельзя размещать свеклу на тяжелых глинистых, заболоченных, бедных песчаных и каменистых почвах, поскольку она предъявляет высокие требования к аэрации почвы.

Вегетационный период свеклы первого года жизни составляет 150—170 дней, второго года — 100—130 дней.

Выделяют *восемь фаз роста и развития* растения сахарной свеклы первого года жизни: прорастание семян, «вилочка», 1-я пара листьев, 2-3-я пары листьев, 7-й лист, смыкание листьев в рядах, смыкание листьев в междурядьях, наступление технической спелости.

Для набухания семян сахарной свеклы требуется 120—160 % воды от их массы. При прорастании семян свеклы первыми трогаются в рост корешок и подсемядольное колено, которые, прорвав оболочку семени, выходят наружу. Семядоли появляются над поверхностью почвы, зеленеют и выполняют функцию фотосинтеза. Фаза семядолей, или «вилочки», продолжается 6—8 дней. Ко времени формирования 6—8 настоящих листьев семядоли засыхают.

Рост сахарной свеклы в первый год жизни можно условно разделить на три периода (продолжительность каждого около 50 дней):

первый — растения энергично образуют листья и корневую систему, рост корнеплода в толщину отстает от роста листьев (май-июнь);

второй — наблюдается усиленное разрастание корнеплода и листьев (июль-август);

третий — характеризуется замедленным приростом листьев, интенсивным накоплением сахара и увеличением массы корнеплодов (сентябрь-октябрь).

У сахарной свеклы различают:

- *ботаническую спелость* — наступает, когда созревают семена. При нормальном росте и развитии растений это обычно происходит в конце второго года жизни;

- *биологическую спелость*, для которой характерны отмирание старых листьев, медленное нарастание массы корнеплодов и накопление сахара в них, повышение доброкачественности сока, уменьшение содержания воды и золы в корнеплодах;

- *техническую спелость*, характеризующуюся следующими особенностями: максимальной массой корнеплода и максимальным содержанием сахара при минимальном среднесуточном приросте массы и сахаристости корнеплода. К моменту технической спелости отношение массы корнеплода к массе листьев возрастает до 3 : 1. Перед ее наступлением рядки свеклы размыкаются, листья становятся светло-зелеными, частично желтеют и отмирают.

Главное условие интенсификации производства сахарной свеклы — исключение ручного труда на всех операциях, замена его машинным трудом.

В Государственный реестр Республики Беларусь на 2010 г. внесены более 50 сортов и гибридов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции. Опытная научная станция по сахарной свекле предлагает к использованию семена сорта-популяции *Белорусская односемянная 69* и гибрида *Несвижский 2* [9].

Из районированных зарубежных гибридов к группе сахаристых и раннеспелых относятся: *Кристалл*, *Рубин*, *Кассандра*, *Алиса*, *Травиата* и др. Гибридами, сочетающими высокую урожайность с высокой сахаристостью, являются: *Кобра*, *Борута*, *Эврика* и др. К гибридам урожайного направления относятся: *Казак*, *Крокодил*, *Араксия*.

5.2.4. Особенности технологии выращивания

Лучшие предшественники сахарной свеклы — озимые зерновые и зернобобовые культуры. Ее не следует возвращать на прежнее место ранее, чем через 3–4 года. Свеклу размещают после таких предшественников, которые обеспечивают чистоту полей от сорняков и хороший водный режим почвы, дают возможность внести органические и минеральные, а при необходимости и известковые удобрения, своевременно и высококачественно обработать поле с осени.

Осенью проводят рыхление почвы на глубину 5–8 см, повторяя через 7–10 дней. Этот прием используют для провокации прорастания сорняков. Затем проводят зяблевую вспашку на глубину пахотного горизонта.

Весной при наступлении физической спелости почвы проводят культивацию с боронованием для сохранения влаги, уничтожения корки и выравнивания ее поверхности. Затем почву прикатывают и сразу же приступают к севу семян.

Сахарная свекла очень отзывчива на внесение органических удобрений. Перепревший навоз в дозе 30–40 т/га и компост (смесь торфа, соломы и навозной жижи) в количестве 40–50 т/га вносят под осеннюю вспашку. Нежелательно использовать под сахарную свеклу свежий навоз, навозную жижу и куриный помет, поскольку они сильно вымываются и способствуют накоплению нитратов.

Минеральные удобрения вносят в следующих дозах д. в.: N — 140 кг/га, P₂O₅ — 155, K₂O — 200 кг/га. Минеральные удобрения вносят в несколько приемов: основное, пред- и припосевное, а также подкормки во время вегетации. При этом полная доза калийных удобрений и 80 % фосфорных поступает в почву осенью. Оставшаяся часть фосфорных и полное количество азотных удобрений вносятся весной.

Семена сахарной свеклы готовят на семенных заводах. Там их сортируют, калибруют, если нужно, шлифуют и дражируют, протравливают против комплекса болезней, обогащают питательными веществами, в том числе микроэлементами, и в готовом виде продают свеклосеющим хозяйствам.

Для посева используют семена со всхожестью не менее 80 %, откалиброванностью не менее 85 %, чистотой не ниже 98 %, диаметром 3,5—4,5 мм или 4,5—5,5 мм.

Сеют свеклу районированными односемянными сортами или гибридами, когда почва на глубине 5 см прогреется до 5—6 °С сразу после предпосевной обработки.

Способ посева — широкорядный с шириной междурядий 45 см, расстояние между семенами в рядке должно составлять 13—18 см, глубина заделки семян 2—3 см, а на легких почвах в засушливые годы — до 4 см.

Норма высева семян исчисляется 4—8 кг/га.

Для посадки маточной свеклы отбирают типичные для районированного сорта здоровые корнеплоды. Почву готовят так же, как и в первый год выращивания, добавляя весной перегноя 5—6 т на гектар. Высаживают маточные корни ранней весной на расстоянии 70 × 70 см. Уход за растениями заключается в рыхлении междурядий и внесении подкормки перед вторым рыхлением междурядий (1,5 ц суперфосфата и 3—4 ц аммиачной селитры на гектар). Во время цветения производят пинцировку (чеканку) — удаление соцветий на ветвях первого и второго порядка.

Через 4—5 суток после сева проводят боронование поперек рядков для удаления сорняков. Чтобы препятствовать распространению сорняков, края полей обрабатывают специальными химическими препаратами [11, 12].

После появления всходов свеклы и до формирования у них трех пар листьев посевы дважды прореживают. Первое прореживание проводят с интервалом 6—8 см, второе — через 6—10 дней с интервалом 10—12 см.

Для борьбы с вредителями (свекловичной блошкой, серым и обыкновенным долгоносиком, листовой и корневой тлей, гусиницами, минирующей мухой, проволочником, нематодой и др.) применяют фурадан, гаучо, монтур форте [11, 12]. Соблюдение севооборота и обработки почвы — главный прием в защите от почвенных вредителей.

Для борьбы с сорной растительностью применяют гербициды, использование которых недопустимо в период засухи. В качестве почвенных рекоммендуются применять следующие гербициды: пирамин турбо, голтикс, дуал голд и др.

В качестве послевсходовых применяются гербициды бетанал эксперт ОФ, бетанал 22, бицепс. Послевсходовое внесение гербицидов должно осуществляться в утреннее или вечернее время, при температуре воздуха на уровне почвы 15—25 °С.

В целях защиты посевов сахарной свеклы от болезней (церкоспороз, мучнистая роса, рамуляриоз, гниль корнеплодов) рекомендуется обработка фунгицидами (дерозал, импакт, харизма, альго супер и др.) [11, 12].

Лучший срок массовой уборки корнеплодов сахарной свеклы с 1 по 20 октября, т. е. в период наступления технической спелости. За 2—3 недели до уборки проводят предуборочное рыхление междурядий на глубину 10—12 см и перед уборкой скашивают ботву.

Корнеплоды выкапывают комбайнами. После уборки при необходимости проводят доочистку ботвы.

6. КОРМОВЫЕ КОРНЕПЛОДЫ

Кормовая свекла, брюква, турнепс, морковь дают сочный легкопечеваримый и обладающий хорошими вкусовыми качествами корм. Корнеплоды считаются молокогонным кормом для коров. В структуре сочных кормов они занимают около 17 %. В хозяйствах с высокой молочной продуктивностью коров доля корнеплодов в сочных кормах достигает 40—50 %.

По химическому составу эта группа культур относится к углеводистым кормам. По зоотехническим нормам, на 100 г сырого белка должно приходиться 120—150 г углеводов. Чаще всего это соотношение нарушается в переходные периоды — весной и осенью, когда корнеплоды особенно необходимы.

Благоприятен минеральный и аминокислотный состав корнеплодов. Зола их содержит в среднем: калия — 3,4 %, фосфора — 1,1 %, кальция — 0,7 %, магния — 0,35 %. Она включает такие микроэлементы, как кобальт, медь, цинк, марганец.

Содержание белка в корнеплодах невелико — 2,0—2,5 %, однако в нем сравнительно много незаменимых аминокислот (лизина, метионина, аргинина).

Листья этих культур богаче, чем корнеплоды, белком, витаминами, сухим веществом и пригодны для использования в свежем и силосованном виде, а также в качестве сырья для приготовления травяной муки и гранул.

Корнеплоды и листья богаты витаминами С, В₁, В₂, В₆, РР и каротином. В 1 кг сырой массы корнеплода брюквы содержится 310—470 мг каротина (моркови — 104—260 мг); в 1 кг зеленой массы листьев брюквы и турнепса содержится 1200—1300 мг витамина С (моркови — 700, свеклы — 500 мг) (табл. 8).

Таблица 8

Кормовая характеристика корнеплодов

Показатель — содержание	Кормовая свекла	Морковь	Брюква	Турнепс
в 1 т корнеплодов: корм. ед. сырого белка, кг	120 20—22	140 20—22	130 20—22	90 15
в 1 т листьев: корм. ед. сырого белка, кг	100 40—42	170 50	100 32	110 32

Переваримость питательных веществ корнеплодов не уступает переваримости молодой пастбищной травы. Они способствуют лучшему усвоению грубых кормов. Включение в рацион корнеплодов позволяет экономнее расходовать концентраты, улучшает воспроизводительную способность животных и качество приплода.

6.1. КОРМОВАЯ СВЕКЛА**6.1.1. Биологическая характеристика**

Кормовая свекла (*Beta vulgaris* L. v. *crassa*) (см. рис. 42, а) относится к тому же виду, что и сахарная, поэтому по морфологическим и биологическим признакам эти культуры очень близки.

Гипокотиль (шейка) у кормовой свеклы имеет более разнообразную окраску, чем у сахарной, и может быть бело-зеленого, желтого, розового, карминного, оранжевого и фиолетового цвета.

В формировании корнеплода кормовой свеклы большое участие принимают эпикотиль (головка) и гипокотиль (шейка), на долю которых у разных сортов приходится от 25 до 65 % массы корнеплода, собственно корень развит сравнительно слабо.

Чем больше развита надземная часть, тем сорт более влаголюбив и содержит меньше сухих веществ.

Различают корнеплоды конические (удлиненные и сердцевидно укороченные), цилиндрические и мешковидные. Наиболее распространенной формой корнеплода сахарной свеклы является коническая, с небольшой головкой. У кормовой свеклы часто встречаются и другие формы (см. рис. 42, з). Однако даже в пределах одного сорта в зависимости от условий корнеплоды дают довольно резкие отклонения по форме. Более высокие урожаи массы получают от мешковидных корней, а более высокое процентное содержание сахара дают корни конической формы.

В анатомическом строении корнеплодов сахарной и кормовой свеклы также имеются различия. У кормовой свеклы значительно меньше колец

камбия и сосудисто-волокнистых пучков (5—8), между которыми расположены более крупные клетки паренхимы с меньшим содержанием сахара в них (см. рис. 42, в).

Листья у кормовой свеклы сердцевидно-яйцевидной формы, более гладкие и расположены горизонтальнее, чем у сахарной свеклы; общее количество их на 20—30 % меньше.

Характерная особенность семенников кормовой свеклы — гораздо меньшая осыпаемость ее соплодий по сравнению с сахарной.

Кормовая свекла — перекрестноопыляемое (с помощью ветра и частично насекомыми) растение.

В первый год жизни в росте и развитии кормовой свеклы, как и сахарной, можно различить три основных периода: всходы, появление «вилочки», интенсивное формирование листовой поверхности, нарастание массы корнеплода, сопровождаемое накоплением в нем запасных питательных веществ. Эти периоды тесно взаимосвязаны.

Функциональные характеристики этих периодов онтогенеза у свеклы кормовой аналогичны тем, что описаны для свеклы сахарной.

Период вегетации у кормовой свеклы в первый год составляет 125—150 дней.

Кормовая свекла — растение длинного дня. Благодаря ускоренному развитию при длинном световом дне культура кормовой свеклы продвинулась достаточно далеко на север. Питательные вещества в корнеплодах наиболее активно накапливаются в солнечные дни при постепенном сокращении продолжительности освещения. Во второй год развития растения кормовой свеклы сокращение светового дня стимулирует цветение.

По сравнению с сахарной свеклой кормовая является более холодостойким растением. Ее семена способны прорасти при температуре 2—5 °С, жизнеспособные всходы появляются через 18—20 дней. Всходы кормовой свеклы чувствительны к весенним заморозкам. Температура –3...–4 °С вызывает гибель всходов.

Для роста листьев и корнеплодов благоприятна температура 15—20 °С.

Прекращение роста осенью наблюдается при снижении среднесуточной температуры до 6 °С.

Листья взрослых растений выдерживают кратковременные утренние заморозки до –6 °С, тогда как выкопанные из почвы и неукрытые корнеплоды повреждаются уже при температуре –2 °С, становясь непригодными для зимнего хранения.

Для нормального формирования урожая корнеплодов кормовой свеклы необходима сумма активных температур 1900—2400 °С за вегетационный период в зависимости от особенностей сорта.

Оптимальная влажность почвы для кормовой свеклы составляет 65—70 %. Наибольшее потребление воды приходится на конец июля — начало августа. При недостатке влаги листовой аппарат не получает полноценного развития, сокращается накопление питательных веществ.

Для возделывания кормой свеклы необходимы хорошо аэрируемые, богатые питательными веществами микроэлементами почвы с реакцией среды, близкой к нейтральной.

В настоящее время на полях Беларуси выращиваются два сорта кормовой свеклы, созданные в лаборатории кормовых корнеплодов НПЦ НАН Беларуси по земледелию, — *Даринка* и *Лада* — и один гибрид полусахарного типа *Милана*, а также *Монро* — триплоидный гибрид французской селекции. *Милана* имеет среднюю урожайность корнеплодов 883 ц/га, максимальную (на опытных участках) — 1373 ц/га; *Монро* — среднюю урожайность 1056 ц/га, максимальную — 1450 ц/га [9, 10].

6.1.2. Особенности технологии выращивания

В севооборотах лучшее место для кормовой свеклы — поле после озимых, бобовых, кукурузы и других пропашных растений. Большие урожаи свекла дает на освоенных поймах рек.

Для получения высоких урожаев крупной кормовой свеклы с повышенным содержанием сухих веществ обязательно внесение под вспашку зяби полуперепревшего навоза и других местных удобрений (компосты, зола и пр.) в смесях с минеральными удобрениями. Хорошие результаты дают также удобрения в рядки при посеве и в виде подкормки.

На кислых почвах свекла хорошо отзывается на известкование (лучше при внесении извести и органо-минеральных удобрений под предпосевную культивацию). На болотно-торфяных почвах эффективно внесение удобрений, содержащих бор и медь.

В рядки при посеве следует применять полное минеральное удобрение (NPK) из расчета д. в. на 1 га: азота 8—10 кг, фосфорной кислоты 15—20 кг, калия 10—12 кг. В начале роста свекле требуется усиленное азотное питание. Особенно большая потребность в фосфорно-калийном питании проявляется в период активного накопления углеводов (к концу лета).

Время, способы посева и нормы высева кормовой свеклы те же, что и для сахарной свеклы. Ширину междурядий устанавливают 50 см, а в поливных условиях 60 см, оставляя в каждом гнезде по 2-3 растения на 15—20 см друг от друга.

Уход за кормовой свеклой существенно не отличается от ухода за сахарной.

Убирать кормовую свеклу надо перед наступлением заморозков, так как они могут повредить не только листья, но и части корнеплодов, выступающие над поверхностью почвы.

Маточные корнеплоды кормовой свеклы, как и сахарной, обрезают так, чтобы на них осталась центральная почка и черешки листьев длиной 1—1,5 см.

6.2. КОРМОВАЯ МОРКОВЬ

Корнеплоды кормовой моркови содержат сахар (7—9 %), каротин (5,4—19,8 мг/% 100 г), витамины В₁, В₂, РР, С, а также минеральные соли, в состав которых входят кальций, железо и фосфор. По содержанию сухих веществ, углеводов и витаминов корнеплоды моркови превосходят кормовую свеклу, брюкву и турнепс. Ни в одной из корнеплодных культур не содержится так много каротина, как в моркови. Красно-оранжевые корнеплоды считаются богаче витаминами (каротином и др.).

В диком состоянии морковь встречается на лугах и в полях южных районов СССР, в Центральной Азии, в Средней и Южной Европе. В культуре морковь известна за 1 тыс. до н. э. (Греция, Рим). В России — с XIV в.

В Госреестр Беларуси на 2010 г. включены 53 сорта моркови: *Рига РЗ*, *Анастасия*, *Бангор*, *Болеро*, *Дордонь*, *Купар*, *Маэстро*, *Монанта*, *Найджел*, *Нандрин*, *Нанда*, *Нанко*, *Нектар*, *Пантер*, *Паўлінка*, *Розаль*, *Ройял Форто*, *Топаз*, *Флам*, *Шантанэ Рэд*, *Шантенэ 2461*, *Шатрия*, *Юкон* и др. [9].

6.2.1. Биологическая характеристика

Кормовая морковь (*Daucus carota* L.) — двулетнее растение из семейства Укропные (*Apiaceae*), или Зонтичные (*Umbelliferae*) (рис. 43). В первый год жизни морковь образует розетку прикорневых 3—5-кратноперисто-разсеченных, с большим числом узких долек листьев.

Цветоносные стебли моркови развиваются на второй год жизни (после прохождения стадии яровизации и световой). Они достигают высоты 1—1,5 м, кверху ветвятся, покрыты редкими волосками.

Цветки моркови собраны в соцветие сложный зонтик, состоящий из простых зонтиков. В основании зонтика имеются перисто-раздельные листочки-обертки.

Цветки моркови обоеполые, белые, пятерного типа. При основании цветоносов развита оберточка из узких листочков. Цветение зонтиков растягивается на 10—15 дней.

Плоды моркови — двусемянные, нераспадающиеся, снабженные длинными шипиками вислоплодникой. Вес 1000 плодов 2—2,5 г.

По форме корнеплоды могут быть овальные, удлиненно-цилиндрические, конические, усеченно-конические, веретеновидные. По окраске мякоти выделяют сорта: беломясые, желтомясые и красномясые. Сорта с укороченными корнеплодами обычно более скороспелые и удобные для выкопки, чем сорта с длинными и веретеновидными корнеплодами. У большинства сортов моркови корнеплоды почти полностью погружены в почву, и только зеленеющая головка у некоторых сортов выдается наружу.

В отличие от свеклы боковые корешки на корневой части корнеплода моркови располагаются в четыре продольных ряда.

Морковь относится к перекрестноопыляемым (энтомофильным) растениям. Vegetационный период исчисляется 110—120 днями в первый год и 110—130 — во второй. Техническая спелость на первом году вегетации наступает у моркови уже через 80—90 дней после всходов.

Морковь отличается от свеклы большей холодостойкостью. Семена моркови во влажной почве начинают прорастать при температуре 3—4 °С. всходы появляются через 15—20 дней. При повышении температуры (до 18—20 °С) прорастание ускоряется. Морковь лучше, чем свекла, переносит весенние и осенние заморозки до -3...-5 °С.

Морковь — растение длинного дня.

Морковь засухоустойчивее других корнеплодов. Она требовательна к достаточной обеспеченности влагой в период прорастания до появления всходов и во время роста корня. Семенникам особенно важна оптимальная влажность почвы в период укоренения корнеплодов.

Морковь очень отзывчива на увлажнение почвы. Если после длительной засухи выпадают дожди, корнеплоды моркови растрескиваются от усилившегося роста и плохо сохраняются зимой. Но избыточная влажность почвы задерживает их развитие и вызывает заболевание.

Морковь менее требовательна к почве, чем свекла, и дает удовлетворительные урожаи на легких, супесчаных почвах. Для моркови лучше рыхлая и чистая от сорняков почва. Наиболее пригодны для нее легкие суглинистые и супесчаные черноземы. На плотных и тяжелых почвах морковь образует более мелкие, рыхлые, изгибающиеся, иногда разветвленные корнеплоды. Она хорошо растет на почвах, богатых известью, и плохо — на кислых и заболоченных, а также на солонцеватых почвах.



Рис. 43. Морковь: морфологические особенности

6.2.2. Особенности технологии выращивания

Морковь целесообразно высевать после озимых злаковых, зернобобовых, картофеля.

Основным требованием к обработке почвы под посевы моркови является глубокая (25—35 см) зяблевая вспашка и тщательная весенняя обработка почвы.

Обычно под морковь вносят те же удобрения и в тех же нормах, как и под кормовую свеклу. Положительные результаты получаются от внесения калийных удобрений (сульфинит, каинит), а также фосфорнокислых и азотных удобрений, которые вносят весной. Особенно эффективно совместное внесение органо-минеральных удобрений. На подзолистых почвах хороший результат дают известкование и подкормки.

Перед посевом семена моркови калибруют, замачивают, подвергают частичной яровизации и дражированию.

Обеспечение ранних, дружных всходов имеет решающее значение в культуре моркови. Для этого морковь нужно высевать в самые ранние сроки, когда почва еще не успевает высохнуть в верхнем слое. Нередко практикуют подзимние посевы моркови с таким расчетом, чтобы семена не успели прорасти с осени.

Посев моркови осуществляют однострочным (ширина междурядий 45 см) или двустрочным (с междурядьями 50 см и расстоянием между лентами 20 см) способами. Норма высева семян колеблется от 4 до 6 кг/т. Глубина заделки семян составляет 2—3 см.

К приемам по уходу за посевами относятся: послепосевное прикатывание, боронование до всходов и после всходов, прореживание всходов в фазе 4–5 листьев. Очень важно не запоздать с прорывкой всходов моркови. Иногда прорывку делают в несколько приемов, по мере роста корнеплодов, используя удаляемые растения для подкормки животных.

Убирают морковь свеклокомбайном перед наступлением заморозков (опасаться их действия на морковь нет оснований вследствие глубокой погруженности корнеплодов в почву).

6.3. БРЮКВА

6.3.1. Биологическая характеристика

Брюква (*Brassica napus* ssp. *rapifera* Metzger.) относится к семейству Капустные (*Brassicaceae*) (рис. 44). Это двулетнее растение, близкое к рапсу (*Brassica napus* v. *oleifera*). Брюква известна только в культурном состоянии, доказано ее европейское происхождение. Она образовалась путем

самопроизвольного скрещивания листовой капусты и турнепса с последующим удвоением числа хромосом. Родиной брюквы считают побережье Средиземноморья.

Брюква имеет мясистые, голые, покрытые сизым налетом листья.

На второй год брюква дает цветоносные ветвящиеся стебли, на которых сидят очередные листья, наполовину охватывающие стебель. Все растение голое.

Цветки брюквы имеют типичный для крестоцветных план строения и собраны в соцветие кисть. Цветение каждого растения растягивается на 30—40 дней.

Плод — многосемянный растрескивающийся стручок, имеющий короткий носик.

Семена мелкие, шаровидные, темно-бурой окраски. Масса 1000 семян 2,5—4 г.

Образующийся в первый год жизни корнеплод округло-шаровидной или сплюснутой формы, снаружи и внутри белый или желтый. В ниж-



Рис. 44. Брюква: морфологические особенности (а); корнеплод в конце лета (б); корнеплод в разрезе (в)

ней, подземной части корнеплод резко переходит в многочисленные разветвления корня и заканчивается стержневым разветвляющимся корнем.

По содержанию сухих веществ и кормовому достоинству брюква уступает свекле и моркови, но несколько превосходит турнепс. Корнеплоды покрыты толстой корой и хорошо сохраняются в зимнее время.

Для брюквы характерно перекрестное опыление. Vegetационный период длится 110—130 днями в первый год и 110—115 — во второй.

Брюква — довольно холодостойкое растение. Семена начинают прорастать при температуре 2—3 °С. Всходы и молодые растения легко переносят заморозки более 2—3 °С. Корнеплоды и листья повреждаются осенними заморозками 6—8 °С. Высокие температуры (30—40 °С) отрицательно сказываются на росте и развитии брюквы, особенно в период цветения.

Стадия яровизации у брюквы короткая, и при длительных весенних похолоданиях она может зацвести в первый год жизни.

К влаге брюква требовательна и в засушливых условиях произрастает плохо. Однако избыточной влажности почвы она тоже не выносит.

Брюква предпочитает связные почвы с хорошей водоудерживающей способностью, ее можно с успехом возделывать на тяжелых и переувлажненных почвах, но плохо растет на песчаных.

Госреестр Беларуси на 2010 г. рекомендует сорт брюквы *Красносельская*, который уже широко выращивается в хозяйствах республики [9]. Можно встретить и хорошо зарекомендовавший себя старый российский сорт *Куузику*.

6.3.2. Особенности технологии выращивания

В отношении размещения в севообороте, системы обработки почвы, потребности в удобрениях брюква не отличается особенностями по сравнению с кормовой свеклой и морковью.

Брюква особенно отзывчива на калийные удобрения вследствие пониженной усваивающей способности по отношению к калию и более высокой по сравнению со свеклой усваивающей способности в отношении фосфорной кислоты.

Брюква хорошо реагирует на рядковое внесение гранулированного суперфосфата (5—10 кг д. в. на 1 га). На кислых подзолистых почвах сильное положительное действие на брюкву оказывает известь.

Посев брюквы семенами в грунт проводится в самые ранние сроки. Способ посева — широкорядный с междурядьями 50—60 см; норма высева семян — 3—4 кг/га. Заделывают семена во влажный слой почвы на глубину 2—3 см.

Маточники (семенники) брюквы высаживают в самые ранние сроки квадратным способом (60 × 60 или 70 × 70 см по одному растению на

подготовленном с осени участке). В дальнейшем стебли брюквы необходимо подвязывать, так как они хрупки, легко полегают. Способы уборки и хранения брюквы те же, что и для других корнеплодов.

6.4. ТУРНЕПС

6.4.1. Биологическая характеристика

Турнепс, или кормовая репа (*Brassica rapa* ssp. *rapifera* Metzger.), — двулетнее растение из семейства Капустные (*Brassicaceae*) (рис. 45). Турнепс происходит от дикой репы, распространенной в Евразии.

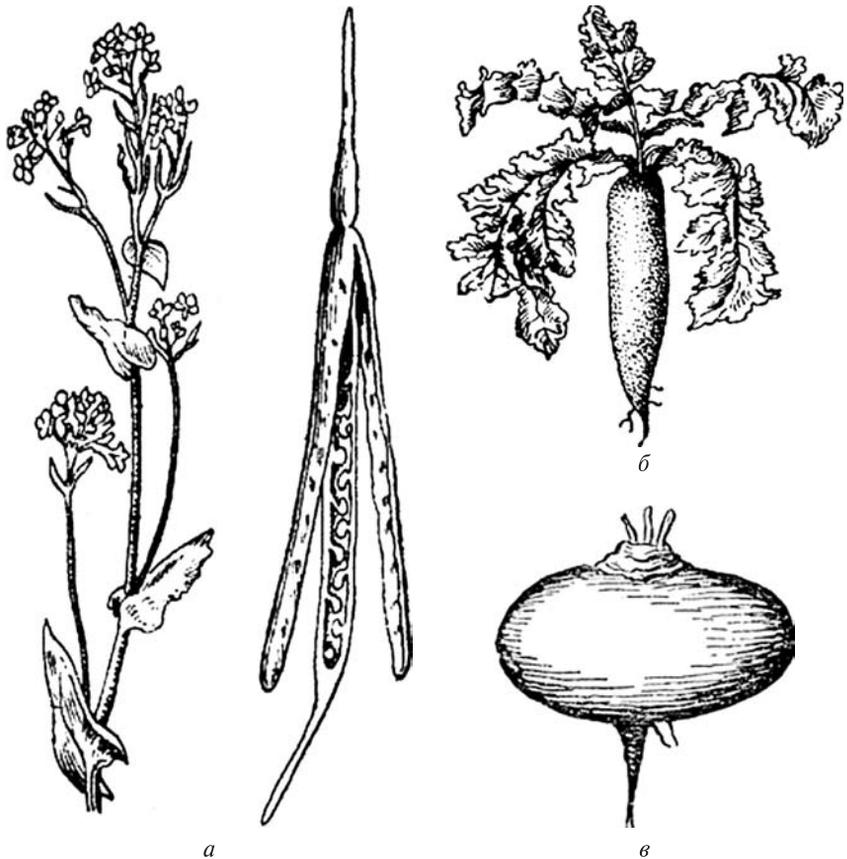


Рис. 45. Турнепс: морфологические особенности на второй год онтогенеза — развитие цветоносного побега и стручков с семенами (а); корнеплод в конце первого года вегетации (б); сердцевидная форма корнеплода (в)

В первый год жизни у турнепса формируется утолщенный мясистый корнеплод с прикорневой розеткой крупных черешковых, рассеченных, шершавых от волосков листьев, не имеющих воскового налета.

На второй год жизни турнепс образует цветоносные стебли, на которых расположены по спирали цельные треугольные стеблеобъемлющие листья. Цветки желтые, с двойным околоцветником характерного строения для растений семейства Крестоцветные, собраны в соцветие кисть.

Плод — стручок, содержащий около 20 мелких круглых бурых семян. Масса 1000 семян 1,5—3,5 г.

Корнеплоды турнепса имеют сочную, белую или желтую мякоть. Внешняя окраска их у различных сортов фиолетовая или белая в надземной части и белая в нижней. По форме корнеплоды могут быть цилиндрическими, овальными и шаровидными. Боковые корешки расположены лишь в нижней сильно суженной части корнеплода.

В отличие от свеклы, моркови и брюквы корнеплоды турнепса более водянистые, с рыхлой мякотью. Для длительного хранения они непригодны и должны скармливаться животным в начале стойлового периода. Желтомясые сорта турнепса, так же как и брюквы, содержат в корнеплодах больше сухих веществ и обычно лучше сохраняются, чем беломясые сорта, но по урожайности несколько уступают им.

Турнепс — высокоурожайная холодостойкая культура, менее других корнеплодов требовательна к уровню плодородия почвы. Благодаря этому они распространены до самых северных границ земледелия.

Турнепс — перекрестноопыляющееся растение. Вегетационный период исчисляется 70—110 днями в первый год и 85—90 — во второй.

Госреестр Республики Беларусь на 2010 г. предлагает для широкого использования сорт турнепса *Московский* [9].

6.4.2. Особенности технологии выращивания

Турнепс — самая холодостойкая культура. Семена турнепса могут прорасти при 2—3 °С, всходы переносят заморозки до -3...-5 °С, а взрослые растения — до -7...-9 °С. Однако в период цветения заморозки могут повреждать семенные растения. Засуха и жара угнетают турнепс. При недостатке влаги он образует мелкие и малосочные корнеплоды; наиболее высокие урожаи дает в прохладных условиях лета, с частыми дождями, туманами и росами.

Турнепс, как и брюква, — растение длинного дня, но требовательно к интенсивности освещения.

Турнепс менее требователен к почве, чем брюква. Его можно возделывать на подзолистых суглинках, осушенных болотах и торфяниках. Плохо растет турнепс на очень тяжелых, солонцеватых, заболоченных и кислых

почвах (без известкования). Лучшие почвы для него — умеренно влажные, суглинистые и супесчаные, с высоким содержанием гумуса.

Турнепс хорошо отзывается на удобрения. Особенно он реагирует на совместное внесение органических и минеральных удобрений, давая большие прибавки урожая корнеплодов. По отзывчивости на калийное удобрение турнепс превосходит брюкву.

Турнепс не выносит пересадки, поэтому возделывают его только посевом семян в грунт. Высевают турнепс в конце мая — середине июня рядковым способом с шириной междурядий 45—60 см на глубину 2—3 см. Норма высева составляет 3—4 кг/га.

Приемы ухода за посевами турнепса и способы уборки аналогичны таковым у брюквы.

7. КОРМОВЫЕ ТРАВЫ

В группу кормовых трав входят: *многолетние бобовые, многолетние мятликовые, однолетние бобовые, однолетние мятликовые, нетрадиционные кормовые растения.*

В Республике Беларусь площадь под многолетними травами составляет 845—940 тыс. га. Площадь под бобовыми травами составляет 600 тыс. га (240 тыс. га — под посевами клеверов).

В целом размер угодий под кормовыми травами учеными НАН Беларуси рассматривается как близкий к оптимальному. Однако структура многолетних трав не является оптимальной, так как в ней преобладают посевы злаковых трав, продуктивность которых без достаточного внесения удобрений составляет не более 30 % от продуктивности бобовых трав. В перспективе необходимо довести удельный вес сеяных бобовых трав до 60 %, оставить злаковые травы преимущественно в виде семенников (до 8 %), что позволит улучшить состав предшественников, увеличить валовый сбор зерна колосовых и решить проблему дефицита белка, особенно в хозяйствах по производству молока и откорму крупного рогатого скота [16].

7.1. МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВЫЕ ТРАВЫ

Эта группа культур характеризуется специфическими положительными и отрицательными особенностями. Среди достоинств многолетних бобовых трав необходимо отметить следующие:

- *белковая продуктивность бобовых трав выше, чем других кормовых культур.* Высокоурожайный посев люцерны или козлятника восточного

за вегетационный период дает до 2,5—3,0 т белка с 1 га — в 2—3 раза больше, чем мятликовые культуры;

- многолетние бобовые травы содержат *полноценный по фракционному и аминокислотному составу белок*. В связи с этим переваримость белка намного выше, чем, например, белка мятликовых кормовых культур. При этом они повышают переваримость кормов из других культур;

- одна из главных особенностей бобовых состоит в том, что *они производят белок за счет биологической фиксации азота воздуха, без затрат энергетических и дорогостоящих азотных удобрений*. Чистый энергетический доход посевов многолетних бобовых трав выше в результате экономии энергозатрат на азотные удобрения;

- пласт многолетних бобовых трав является *хорошим предшественником* для абсолютного большинства полевых культур. При этом стабилизируется плодородие почвы;

- многолетние бобовые травы, как и многолетние мятликовые, имеют *более продолжительный вегетационный период*, чем однолетние культуры, и *полнее используют энергию солнца*. Поэтому у них есть объективная возможность сформировать большую биомассу;

- многолетние травы *предотвращают водную и ветровую эрозию* в ранневесенний и осенний период, резко *снижают вымывание питательных веществ* из пахотного слоя в нижележащие горизонты;

- возделывание многолетних трав исключает необходимость энергозатрат на ежегодную обработку почвы, на семена и посев.

К негативным сторонам выращивания многолетних бобовых трав можно отнести:

- повышенную требовательность к реакции почвенного раствора, обеспеченности фосфором, калием, бором, молибденом;

- более неустойчивое и трудоемкое по сравнению с мятликовыми травами семеноводство;

- повышенную технологическую сложность уборки и сушки трав. Однако по всем этим показателям существует родовая и видовая специфичность.

Современные агротехнические приемы возделывания многолетних бобовых трав характеризуются тем, что их часто высевают в травосмесях с многолетними мятликовыми травами. Предпосевная обработка почвы заключается в тщательном выравнивании и прикатывании поля.

Посев осуществляют широкорядным или обычным рядовым способом. Норма посева семян — 4—5 млн всхожих семян на 1 га. Глубина посева — 1—3 см.

На корм убирают в фазу «бутонизация — начало цветения».

Из многолетних бобовых трав, высеваемых на лугах, наибольшее распространение получили клевер, люцерна, эспарцет, людвенец, донник.

7.1.1. Клевер. Биологическая характеристика

Клевер — ценная кормовая культура, распространенная на огромной территории — от западной границы Беларуси 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. Применяя посев клевера в пар, можно получить с гектара 35—40 ц белкового сена и высевать озимые по хорошему предшественнику.

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. По данным академика Д. Н. Прянишникова, каждый центнер клеверного сена оставляет в почве 1 кг азота. На дерново-подзолистой почве корневая система клевера проникает глубоко в подпочву, обогащает ее органическим веществом, увеличивая тем самым мощность пахотного слоя.

Клевер относится к роду *Trifolium* из семейства Бобовые (*Fabaceae*) и насчитывает около 300 видов. В роде *Trifolium* L. преобладают диплоиды, полиплоидные виды составляют 25 %.

В Беларуси в полевых севооборотах возделывают три вида клевера: луговой (красный), гибридный (розовый) и ползучий (белый) (рис. 46, 47).

Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) — многолетнее растение. Корневая система у позднеспелого типа — стержнегато-мочковатая, у скороспелого — стержневая, хорошо развитая.

Стебель высотой 50—70 см, в очертании округлый, внутри полый, опущен прижатыми белесоватыми волосками. При избыточном увлажнении полегают. Стебли ветвятся и хорошо кустятся. Из одного куста выходит до 20 и больше стеблей.

Листья тройчатосложные, нижние длинночерешковые, верхние более укороченные. Форма листовой пластинки яйцевидная, удлинено-яйцевидная, эллиптическая. На ней имеется характерное белое треугольное пятно.

Цветки в количестве около 100 штук собраны в соцветие головка. Цветок имеет чашечку с десятью жилками зеленоватого цвета и венчик пурпурного цвета, трубчатый, мотылькового типа.

Плод — односемянный, редко двусемянный, боб.

Семена яйцевидной формы, с выступающим зародышевым корешком, сплюснутые, желтоватой, бурой или фиолетовой окраски. Масса 1000 семян 1,6—1,8 г.

Клевер луговой нетребователен к почве и теплу, влаголюбив. Это растение длинного дня, светолюбивая культура.

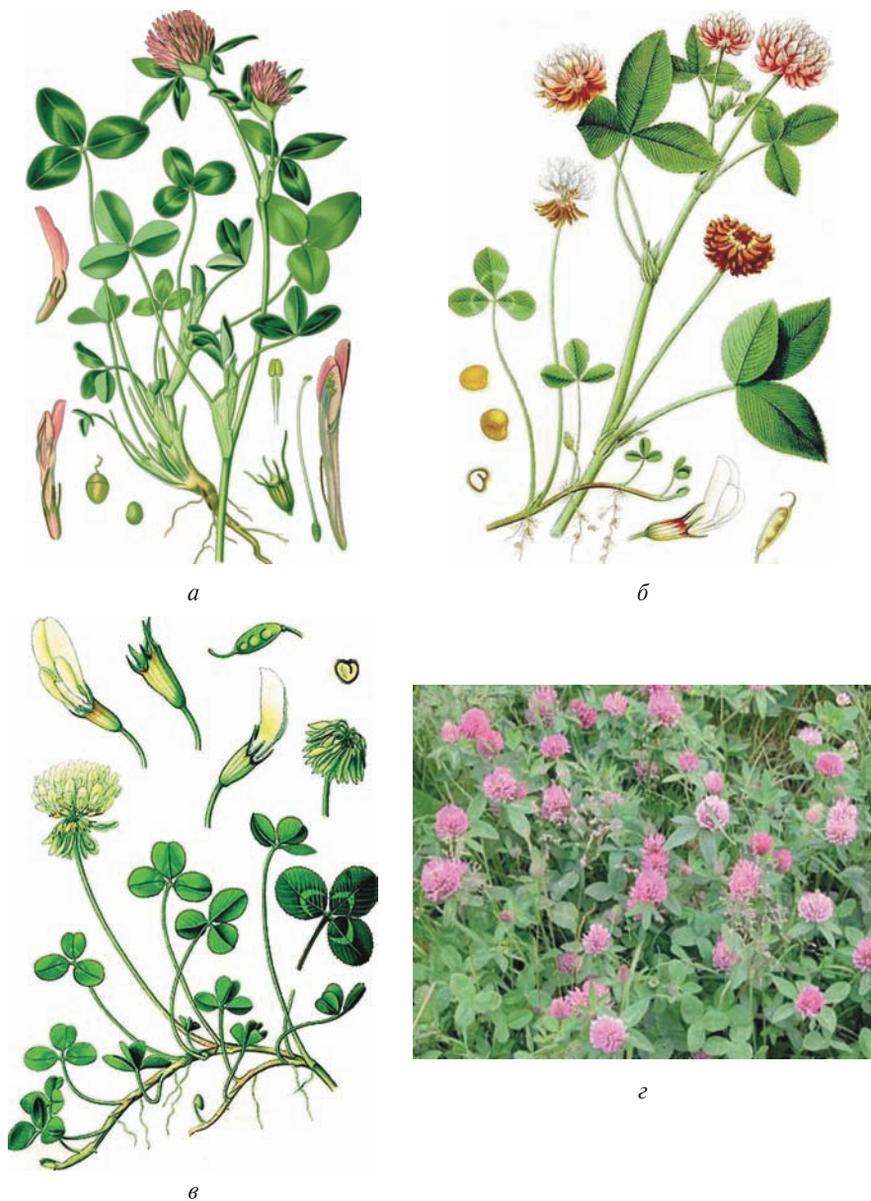


Рис. 46. Клевер: морфологические особенности клевера красного (лугового) (а), клевера розового (гибридного) (б), клевера белого (ползучего) (в); цветение клевера красного (z)

Лучшие почвы для клевера лугового суглинистые. На песчаных и супесчаных, а также кислых почвах растет плохо.

Клевер гибридный (*Trifolium hybridum* L.) — многолетнее растение до 80—100 см высотой, ветвление начинается с первого года жизни. Корневая система развита лучше, чем у клевера лугового, и проникает в почву глубже. Соцветие — головка бледно-розового цвета. Плод — 1-2-семянный боб. Семена зеленоватые, значительно мельче, чем у красного клевера.

Клевер гибридный влаголюбив, весной выдерживает даже продолжительное затопление (до двух недель). Морозоустойчив, но не выносит засухи. Хорошо произрастает на тяжелых, глинистых, сырых и кислых почвах, осушенных торфяно-болотных землях.

Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) имеет стелющийся стебель, входящий только в верхней части. Сильно ветвится, образуя широкий куст. Корень стержневой, сильноветвящийся, в узлах стеблей также образуются



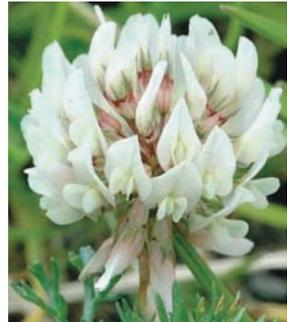
a



б



в



г

Рис. 47. Соцветия (головки) клевера: красного (а), розового (в), белого (г); лист клевера красного (б)

корни. Соцветие — головка белого или бледно-розового цвета. Плод — боб с 2—4 семенами. Семена мелкие, округлые, коричнево-желтые.

Для травосеяния в Беларуси рекомендуются новые сорта клевера лугового — *Янтарный*, *Устойливы*, *Працаўнік* — и клевера ползучего — *Волат* (позднеспелый), *Духмяны* (среднепоздний), *Чарадзея* (раннеспелый) [9].

7.1.2. Люцерна.

Биологическая характеристика

Люцерна — одно из лучших кормовых растений из семейства Бобовые (рис. 48, *а*, *б*, *в*). Во многих странах ее называют королевой кормовых культур. Возделывается на зеленый корм, сено и для приготовления сеной муки. Один центнер зеленой массы люцерны дает 17,2, а сеной



а



б



в

Рис. 48. Люцерна: посевная (синяя) (*а*); серповидная (желтая) (*б*);
хмелевидная (однолетняя) (*в*)

муки — 47,7 корм. ед. В среднем сено люцерны содержит 12—13 % белка, 2—2,5 % жира, 33,3 % безазотистых экстрактивных веществ, 25 % клетчатки, 8 % зольных веществ и все витамины (А, В, С, Д, Е, К), а также фосфор и кальций, обеспечивающие развитие животных, особенно молодняка. Является хорошим выпасом для свиней.

Люцерна насчитывает около 60 видов. В Беларуси распространены следующие из них: люцерна посевная (синяя); люцерна серповидная (желтая); люцерна голубая; люцерна хмелевидная (однолетняя, желтая).

Люцерна посевная (*Medicago sativa* L.) — многолетнее растение (рис. 48, а). Стебли отрастают от корневой шейки, сильно ветвятся, высота их от 70 до 150 см. Корневая система стержневая, мощная, имеет утолщенную корневую шейку, которая по мере роста втягивается в почву и этим предохраняет растения от вымерзания. Лист сложный с двумя прилистниками, состоит из трех листочков. Растение сильнооблиственное. Соцветие — кисть. Цветки лилово-фиолетовые с различными оттенками. Плод — многосемянный спиральный боб. Семена желтые. Масса 1000 семян ~ 2 г.

Люцерна посевная — светолюбивая культура длинного дня. Теплолюбивая и холодостойкая, засухоустойчивая и солеустойчивая культура. Произрастает на суглинках и супесях с плодородной и проницаемой подпочвой.

Для лугового травосеяния в Беларуси рекомендуются новые сорта люцерны посевной *Будучыня* и *Аванта АС* [9].

Люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.) (рис. 48, б) отличается от посевной более мощной корневой системой. Соцветие — короткая кисть в виде головки из желтых цветков. Плод — серповидный многосемянный боб. Семена желтые, мельче, чем у синей люцерны.

Люцерна голубая (*Medicago coerulea* Zess.) отличается от посевной (синей) более мелкими листочками, бледно-синими цветками, бобами, большей засухоустойчивостью. Способна произрастать на засоленных почвах. Позднеспелая, зацветает на 10—15 дней позже синей. Возделывается в засушливых районах на засоленных и светло-каштановых почвах.

Люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.) (рис. 48, в) — однолетнее растение со стелющимся стеблем, мелкими желтыми цветками, собранными в небольшие головки, и односемянным черным бобом. В диком виде широко распространена. В культуре ее часто сеют на осушенных торфяно-болотных почвах.

7.1.3. Лядвенец.

Биологическая характеристика

Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) — многолетнее бобовое растение (рис. 49). Он имеет хорошо разветвленную корневую систему, уходящую на глубину до 1,5 м. Стебли невысокие (35—70 см), приподни-

мающиеся, образуют плотный куст до 100—150 побегов. Цветки ярко-желтые, собранные в зонтиковидные головки (по 5—8 цветков). Бобы удлиненные, растрескивающиеся, многосемянные. Семена мелкие, округлые, темно-бурые. Масса 1000 семян 1,1—1,4 г.

Все эти травы выращивают на сено, сенаж, для скармливания в виде зеленой массы, приготовления травяной муки, сенной резки, брикетов.

В чистом виде они плохо силосуются из-за низкого содержания свободных сахаров, силосование возможно только при использовании химических консервантов.

Особенностью многолетних бобовых трав является то, что от фазы отрастания до периода «бутионизация — начало цветения» у них интенсивно нарастает вегетативная масса. С начала цветения этот процесс замедляется и начинается снижение содержания азота и сырого белка в надземной массе. Элементы питания перераспределяются в корневую систему для успешной перезимовки и создания будущего урожая. В связи с этим лучшим сроком укоса всех многолетних бобовых трав является фаза начала цветения. К этому времени уже накапливается большая биомасса, но содержание белка еще высокое (14—18 % в зависимости от вида и условий выращивания). Задержка с укосом до полного цветения или дольше приводит к снижению содержания белка, увеличению содержания клетчатки, ухудшению качества корма.

Лядвенец рогатый — зимостойкая, морозостойкая, холодостойкая культура. Относится к растениям длинного дня, светолюбив.

Произрастает на различных типах почв — от легких супесчаных до более тяжелых суглинистых.

Для посева на лугах выведен новый сорт лядвенца рогатого *ИЗуС* [9].

7.1.4. Эспарцет.

Биологическая характеристика

В Беларуси распространены два вида эспарцета — **посевной**, или **виколистный** (красный буркун), и **песчаный**: *Onobrychis viciaefolia* Scop. (= *Hedysarum onobrychis* L.) и *Onobrychis arenaria* D.C. (= *Hedysarum arenarium* Kit) соответственно (рис. 50, а, б). Преобладающая форма эспарцета посевного — озимый тип развития. В первый год жизни обычно этот эспарцет не



Рис. 49. Лядвенец рогатый



Рис. 50. Эспарцет:
посевной (виколистный) (а) и песчаный (б)

цветет и образует только розетку листьев. Зимуют корень и розетка листьев. В последующие годы стебель и листья зимой отмирают, а зимуют только корни и почки зоны кущения. Листья сложные, непарноперистые. После перезимовки в конце мая — июне зацветает. Цветки крупные, несколько свисающие. Венчик ярко-розово-пурпурный (у эспарцета посевного) и розово-белый (у эспарцета песчаного).

В лаборатории многолетних бобовых трав НПЦ НАН Беларуси по земледелию выведены и рекомендованы к использованию два новых сорта эспарцета песчаного: *Караневичскі* и *Каўпацкі* [9].

7.1.5. Донник.

Биологическая характеристика

Донник — хорошее медоносное растение. Зеленую массу используют на корм скоту, для приготовления сена, сенажа. В начале цветения в сухой массе донника содержится примерно 19 % белка. Донник используют и в качестве сидерального растения. Недостатком этой культуры является наличие в вегетативной массе горького вещества — кумарина. Из 16 видов донника наибольшее распространение получили **донник белый** (*Melilotus albus* Desr.) и **донник лекарственный** (*Melilotus officinalis* [L.] Pall.) — два двулетних травянистых растения. Как кормовая культура используется преимущественно донник белый (рис. 51).

Корневая система стержневая, с хорошо развитыми боковыми корнями.

Стебли прямые, реже приподнимающиеся, высотой 75—300 см. Ветвление стеблей начинается с высоты 25—30 см. В верхней части стебли короткоопушенные, внизу — голые.



Рис. 51. Донник:
белый (а) и лекарственный (желтый) (б)

Листья тройчатосложные. Листочки нижних и средних листьев округлые, верхних — линейные или узкоэллиптические, по краям зазубренные.

Цветки избегающие, собраны в соцветие пазушная кисть. Венчик белый (у донника белого) или желтый (у донника лекарственного).

Бобы эллиптические, сетчато-морщинистые с коротким носиком.

Семена овальной формы, желтого или желтовато-зеленого цвета. Масса 1000 семян 1,5 г.

В Беларуси для лугового травосеяния предлагается новый сорт донника белого *Коптевский* [9].

7.2. МНОГОЛЕТНИЕ МЯТЛИКОВЫЕ (ЗЛАКОВЫЕ) ТРАВЫ

Все используемые в полевом кормопроизводстве мятликовые травы относятся к культурам длинного дня. Они холодостойки, влаголюбивы, но оба эти свойства у разных видов проявляются в различной степени.

Многолетние мятликовые травы выращивают как в чистом виде, так и в смеси с бобовыми. Большинство этих трав хорошо поедает скот в сене и на пастбище.

Биологические особенности многолетних мятликовых трав следующие:

- каждый развитый стебель живет один год, что означает формирование второго укоса за счет вегетативных побегов;
- рыхлокустовые злаки способны куститься непрерывно;
- у каждого нового побега формируется своя корневая система;
- максимальный прирост надземной массы приходится на период от начала выхода в трубку до окончания фазы колошения или выметывания метелки (в это время они потребляют наибольшее количество питательных веществ);
- дают высокие урожаи в течение 5—7 лет и более при выращивании на одном месте;
- злаки развивают мощную корневую систему;
- при выращивании этих трав происходит заметное накопление органических веществ в почве и улучшение ее физических свойств.

По характеру кущения у злаков различают три группы:

- *корневищные злаки* — узел кущения находится в глубине почвы на 3—5 см от ее поверхности (пырей ползучий, костер безостый);
- *рыхлокустовые злаки* — имеют узел кущения у самой поверхности почвы (овсяница луговая, ежа сборная, тимофеевка луговая, житняк);
- *плотнокустовые злаки* — имеют побеги, прижатые друг к другу, образующие плотный куст (щучка дернистая, белоус торчащий).

Современные агротехнические приемы возделывания многолетних мятликовых трав определяются тем, что их часто высевают в травосмесях с многолетними бобовыми травами. Предпосевная обработка почвы заключается в тщательном выравнивании и прикатывании поля. Посев осуществляют широкорядным или обычным рядовым способом. Норма посева семян в смешанных посевах — 4—6 млн всхожих семян на 1 га.

На корм убирают в фазе выметывания.

7.2.1. Тимофеевка. Ежа. Овсяница.

Биологическая характеристика

Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) (рис. 52, б, в) имеет поверхностную мочковатую корневую систему.

Стебель — полая соломина, в нижней части коленчато-изогнутая, в основании клубневидно утолщенная, высотой до 1 м.

Листья простые, состоят из влагалища и листовой пластинки, на границе которых находится язычок.

Цветки собраны в соцветие колосовидная метелка (ложный колос, или султан).

В лаборатории многолетних злаковых трав НПЦ НАН Беларуси по земледелию создан новый одновременно созревающий сорт тимофеевки луговой *Волна*, перспективный для лугового травосеяния [9].



Рис. 52. Многолетние мятликовые травы: овсяница луговая (а); тимофеевка луговая – колоски после выметывания (б) и отцветающие (в); ежа сборная (г)

Тимофеевка луговая обладает высокими кормовыми качествами: в 100 кг сена содержит 49,2 корм. ед. и 3,1 кг переваримого белка; хорошо поедается животными в виде зеленого корма и сена. Как многолетний злак — незаменимый компонент для клеверозлаковой смеси; без ее участия немислимо травосеяние в районах распространения клевера. Клевер, высеянный с тимофеевкой, лучше развивается. Тимофеевка луговая хорошо возделывается в полевом травосеянии, участвует при залужении искусственных сенокосов и пастбищ. По продуктивности не уступает другим многолетним и однолетним травам. За два укоса урожай сена достигает 40—50 ц/га.

Ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) (рис. 52, з) имеет мочковатую корневую систему, образующую крупные, плотные дерновины. Стебель — прямостоячая соломина высотой до 1,5 м. Влагалища листьев почти на всем протяжении замкнутые, голые, реже волосистые, шероховатые. Цветки формируют треугольную непоникающую метелку, сжатую после цветения. Чешуи колосков кожистые, по килю с шипиками.

Для травосеяния на территории Беларуси рекомендован новый сорт ежи сборной *Магутная*, выведенный в лаборатории многолетних злаковых трав НПЦ НАН Беларуси по земледелию [9].

Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) (рис. 52, а) характеризуется типичной для злаков мочковатой корневой системой. Стебель — прямостоячая соломина, хорошо облиственная, высотой до 1,4 м. Листовые пластинки стеблевых листьев 3—5 мм шириной. Цветки собраны в метелку, нижняя веточка соцветия с 2-3 колосками; нижняя цветковая чешуя тупая, с неясным килем. Метелка отдалена от верхнего листа.

Все многолетние злаковые травы имеют плод зерновку. Масса 1000 семян тимофеевки луговой 0,4—0,5 г, ежи сборной — 1,2 г, овсяницы луговой — около 2 г.

В НПЦ НАН Беларуси по земледелию в лаборатории многолетних злаковых трав создана система одновременно созревающих сортов овсяницы луговой *Зорка* и овсяницы тростниковой *Зарница*, которые предлагаются для использования в луговодстве республики [9].

7.3. ОДНОЛЕТНИЕ БОБОВЫЕ ТРАВЫ

В группу однолетних бобовых трав, возделываемых в Республике Беларусь, входят: вика посевная и озимая, чина посевная, горох полевой, люпин узколистный, сераделла посевная.

Однолетние бобовые травы являются светолюбивыми культурами длинного дня, малотребовательными к теплу и влаге, холодостойкими и морозостойчивыми и способными произрастать на различных почвах.

В агротехнике выращивания у этих культур имеется много общего. Предпосевная обработка почвы заключается в тщательном выравнивании и прикатывании поля.

Семена высевают в ранние сроки. Посев осуществляют широкорядным или обычным рядовым способом. Норма высева семян — 2—2,5 млн всхожих семян на 1 га. Глубина посева — 1—3 см.

Уборку проводят прямым комбайнированием. При неблагоприятных условиях — раздельным способом.

7.3.1. Вика. Чина. Пелюшка. Люпин. Сераделла. Биологическая характеристика

Вика посевная (яровая) возделывается на зеленый корм, сено, силос и зерно. В зерне вики содержится 27—35 % белка, в соломе 6,5—10 %, в сене 18 %. 1 ц сена вики содержит 47 корм. ед.

Как и все бобовые, вика яровая обогащает почву азотом. За вегетационный период она накапливает до 30—40 и более килограммов азота на гектар. Вика является хорошим предшественником для других культур. При посеве вместе с овсом она дает сена 40—50 ц/га. Вико-овсяный пар — лучший предшественник для озимых культур.

Вика посевная, или **яровая** (*Vicia sativa* L.) (рис. 53, а), — однолетнее растение, принадлежит к семейству Бобовые. В диком состоянии встречается в европейской части России, на Кавказе, в Западной Сибири, в Средней Азии и на Дальнем Востоке.

Стебель тонкий, стелющийся, 80—120 см длиной.

Листья парноперистые, состоят из 4—9 пар мелких листочков. Стержни листьев заканчиваются усиками.

Цветки расположены в пазухах листьев. Окраска венчика чаще фиолетово-пурпуровая, сиреневая, реже розовая или белая.

Плод — многосемянный продолговатый боб, линейный или сдавленный. В нем формируется 7—9 семян.

Семена округлые, слегка сплюснутые, чечевицеобразные. Они имеют различную окраску — от белой до коричнево-черной, с разным рисунком. Масса 1000 семян — 45—65 г.

Вику посевную часто выращивают вместе с овсом. Вико-овсяную смесь на сено убирают косилками в фазе начала образования бобиков, а на силос — при массовом их пожелтении. Скошенную массу быстро подсушивают. При хорошей погоде ее провяливают 1—2 дня в покосах и, как только подвянут листочки, сгребают в валки, а затем в небольшие копны. При затяжной дождливой погоде вико-овсяную смесь используют в основном на силос. На зерно вику часто высевают в чистом виде аналогично гороху.



Рис 53. Однолетние бобовые травы: вика посевная (яровая) (а); чина посевная (б, в); сераделла посевная (г)

Для травосеяния в Республике Беларусь рекомендуются следующие сорта вики посевной: среднеспелые универсального использования — *Наталі, Чараўніца, Удача*; зерноукосного использования — *Міла* [9].

Вика озимая, или **мохнатая** (*Vicia villosa* Roth.), которую иногда высевают в смеси с озимой рожью, дает самый ранний зеленый корм высокого

качества. На сено такая смесь менее пригодна, так как ко времени цветения вики рожь обычно грубеет. Вика озимая не получила широкого распространения в Беларуси из-за малой зимостойкости.

Средний урожай зеленой массы колеблется от 180 до 360 ц, а сена — от 30 до 45 ц/га. Урожай семян от 4 до 10—12 ц/га.

В первый период после всходов вика озимая развивается медленнее озимой ржи. Поэтому ее сеют за 10—15 дней до посева ржи сплошным рядовым способом по 80—100 кг/га. Глубина заделки семян 3—4 см.

Озимую рожь высевают по всходам вики поперек рядков, уменьшая норму посева до 80 кг/га. Вико-ржаную смесь на зеленый корм убирают до начала колошения ржи, а на семена — при побурении бобов.

Чина. В культуре встречается несколько видов чины, но наибольшее производственное значение имеет чина посевная — *Lathyrus sativus* L. (рис. 53, б, в). Чину возделывают как кормовую и техническую культуру. На кормовые цели используют семена, зеленую массу и сено — они богаты белками и их хорошо поедают все виды животных. Семена могут служить сырьем для получения растительного казеина, необходимого при производстве фанеры, тканей, пластмасс. Хозяйственное значение чины обусловлено ее высокими урожайностью, засухоустойчивостью, солевыносливостью, нетребовательностью к почве и слабым поражением гороховой зерновкой и болезнями.

Чина — культура длинного дня, холодостойка, выдерживает заморозки до -8°C . По засухоустойчивости из бобовых она уступает только нуту. Период вегетации колеблется от 80 до 110 дней, сумма активных температур составляет около 1700°C . В холодные дождливые годы чина дает много зеленой массы, но семена вырастают мелкие и листья поражаются ржавчиной, аскохитозом.

Чина посевная — однолетнее растение с полегающим четырехгранным стеблем, высотой до 1—1,5 м. Стебель от основания ветвится. Листья однопарноперистые с линейно-ланцетными листочками, заканчивающиеся сложными усиками. Цветки по 1-2 в пазухах листьев, крупные, белой, синей и реже розовой окраски. Бобы прямые, сплюснутые, с двумя расходящимися ребрами по спинному шву. В каждом бобе по 2—5 семян. По окраске семена бывают белые, серые, коричневые, пестро-крапчатые; форма их неправильная — трех-, четырехугольная, в виде клина с четырьмя гранями; вес 1000 семян от 50 до 600 г в зависимости от условий выращивания и сорта.

Чина — растение чаще перекрестноопыляющееся.

Различают два подвида посевной чины: европейская — с белыми или слабоокрашенными цветками и желто-белыми семенами — и азиатская — с окрашенными цветками и темноокрашенными семенами с рисунком.

В благоприятных условиях чина дает более высокие урожаи зерна, чем другие зернобобовые (до 30 ц/га и более). Урожайность сена 40—60 ц/га, а зеленой массы 200—280 ц/га. Для выращивания на сено практикуют смешанные посевы чины с овсом; при этом на 1 ц семян овса высевают 1,5—2 ц чины. На зеленый корм и на сено чину часто также сеют в смеси с ячменем, суданской травой и могаром.

Чина, как горох и другие бобовые растения, оставляет в почве много азота. Вместе с этим, развитая корневая система чины, извлекая кальций и фосфор из глубоких горизонтов почвы, обогащает ими пахотный слой. Эта особенность чины усиливает ценность ее как предшественника для многих яровых зерновых и других культур. Большое значение она имеет как парозанимающая культура и как кормовая при посеве в смеси на сено.

Созревает чина дружнее, чем горох, и не так сильно осыпается при перестое. Урожай чины убирают, как правило, отдельным (двухфазным) способом. К скашиванию в валки приступают при созревании 60—80 % бобов. По мере подсыхания массы валки подбирают и обмолачивают комбайнами.

Пелюшка, или **горох полевой** (*Pisum arvense* L.), — однолетнее бобовое растение, одна из лучших пожнивных культур в Республике Беларусь (см. рис. 26, з, д, ж). Вегетационный период ее 85—100 дней, укосная спелость 45—55 дней. Это дает возможность возделывать ее в северных районах, где вика не вызревает. Пелюшка не требовательна к почве, дает хорошие урожаи на подзолистых песчаных, малоплодородных землях, превышая урожай вики яровой. Зеленой массы можно получать до 300—350 ц/га. По кормовым качествам несколько уступает вике.

Корневая система у гороха полевого стержневая, хорошо проникающая в почву.

Стебель тонкий, лазающий. Длина его колеблется от 50 до 120 см. Окраска стебля зеленая или антоциановая.

Листья состоят из 2-3 пар листочков с ветвистыми усиками. Листочки овально-яйцевидные, без зазубрин. Прилистники крупнее листочков, по краям зазубренные, с антоциановым пятном у основания.

Соцветие содержит два цветка в пазухах листьев. Окраска цветков — от бледно-розовой до пурпурной.

Плод — многосемянный боб.

Семена неправильно-округлые, овальные, иногда сдавленные. Семени имеют светло-бурую, серо-зеленую, фиолетово-мраморную окраску с полосками, крапинками и пятнами. Масса 1000 семян — 80—200 г в зависимости от размера.

Высевают пелюшку в смеси с овсом, ячменем, могаром, суданской травой. Можно высевать в пару на зерно. В пожнивных посевах высевает

ют смесь с овсом в норме: овса 50—60, пелюшки 150—160 кг/га. Для силоса хороша пелюшко-подсолнечная смесь. Урожай зеленой массы достигает 275 ц/га.

Люпин насчитывает около 200 видов. Возделываются в полевой культуре однолетние и многолетние виды. Из однолетних люпинов в производственных условиях чаще всего встречаются узколистный, или синий (*Lupinus angustifolius* L.) (см. рис. 32, е) — один из скороспелых видов, возделываемых в Беларуси на корм и как зеленое удобрение (сидерат), который имеет синие, розовые или белые цветки и белое крупное округлое зерно. В нашей стране сорт люпина считается кормовым (безалкалоидным), если в семенах содержится не более 0,03 % алкалоидов. Такие растения, а также их семена не имеют горького вкуса, их охотно поедают животные, их можно также добавлять в другие корма, создавая рационы, сбалансированные по белку. По содержанию белка в семенах (35—42 %) и его аминокислотному составу люпин не уступает сое. Люпин узколистный выращивают на зеленую массу (урожайность составляет 40—53 т/га), а его современные безалкалоидные сорта используют для производства высокобелкового зерна. В благоприятные годы урожайность семян составляет 2,5—3,0 т/га.

Люпин узколистный более скороспелый, чем желтый, продвигается в северные районы Беларуси. В последние годы благодаря созданию скороспелых и урожайных сортов площади его посева значительно расширились.

Уборку люпина на семена начинают, когда 80—90 % бобов побуреет. Семена, убранные комбайном, сразу очищают и сушат. Высушенные до 15 % влажности семена можно хранить в сухом помещении.

К промежуточным посевам люпина относятся пожнивные посевы. После уборки озимой ржи, ячменя, овса поле вспахивают, боронуют, прикатывают катком, чтобы почва уплотнилась, и высевают кормовой или горький люпин. Осенью кормовой люпин скармливают как зеленый корм или силосуют.

Если малоалкалоидные сорта люпина выращиваются в основном на корм скоту и на силосную массу, то горькие, или алкалоидные сорта, выращивают в занятом пару на зеленое удобрение. Преимущество люпина перед другими бобовыми заключается в том, что его корневая система глубоко проникает в почву и использует труднорастворимые фосфаты; на корнях развиваются клубеньковые бактерии, способные фиксировать азот из воздуха; он может произрастать на бедных почвах, для улучшения которых и выращивается. В зеленой массе люпина содержится около 0,5 % азота и 20 % органических веществ. Средний урожай зеленой массы люпина составляет около 300—400 ц/га. Следовательно, только с зеленой массой на каждый гектар вносится до 150—200 кг азота и 6—8 т органических ве-

ществ, что соответствует 30 т навоза. Поэтому люпин, запаханный на зеленое удобрение, является хорошим предшественником. Последствие люпина сохраняется в почве 5—8 лет.

В Беларуси районированными кормовыми сортами люпина являются *Першацвет*, *Митан*, *Миртан*, *Владлен*, *Світанак*, *Хвалько* [9].

Сераделла посевная (*Ornithopus sativus* Broth.) — однолетнее бобовое растение (рис. 53, з). Выращивают ее на зеленый корм, сено и семена. По кормовым качествам сено сераделлы не уступает клеверному. Ее иногда называют «клевером песчаных почв». В 100 кг зеленой массы содержится 2,4 кг переваримого белка и 17,1 корм. ед.

Сераделлу можно высевать как пастбищную культуру: она не боится вытаптывания, хорошо отрастает и поедается скотом. Сераделла легко переносит затенение и в период вегетации развивается медленно. Поэтому она выращивается как подсевная к озимым или яровым хлебам, однако ее можно высевать и чистой культурой (как парозанимающую или в полях кормового севооборота). В связи с тем, что подсевная сераделла дает зеленую массу к поздней осени, ее используют на подкормку и на силос, а также на зеленое удобрение.

К теплу не требовательна, но относительно влаголюбива. На пониженных местах дает более высокий урожай. Семена начинают прорастать при 1—2 °С. Переносит заморозки до –8...–9 °С.

Сераделла — хороший медонос. Сераделла посевная зацветает через 40—45 дней после посева, и ее цветение со второй половины июня продолжается до самой осени. Пчелы охотно ее посещают.

Стебель сераделлы тонкий, высотой 50—70 см. Листья непарноперистые с 6—10 парами ланцетных листочков. Цветки мелкие, с розовым венчиком, собраны в негустые кисти из 4—8 цветков.

Подсевают сераделлу под озимую рожь дисковой сеялкой поперек рядков. В яровые злаковые культуры подсев сераделлы производится сразу после их посева, также поперек рядков посева. Высевать вместе с покровной культурой не рекомендуется, так как глубина заделки семян сераделлы 2—3, а покровной культуры 6—8 см. Чтобы семена не заделали глубоко, после посева покровной культуры сперва производят укатывание почвы, а потом подсевают сераделлу. Норма посева 45—60 кг/га.

При выращивании на сено и зеленый корм без покрова сераделлу высевают ранней весной рядовым способом. Норма посева 45 кг/га. Чтобы не допустить сильного полегания, к семенам сераделлы для поддержания ее стеблей добавляют овес (20 кг/га). Скашивают сераделлу не ниже 5 см от почвы. При низком срезе отава отрастает плохо.

Сушат сераделлу на сено в валках, чтобы уберечь листья от пересыхания.

В Беларуси районированы сорта сераделлы посевной *Столбцовская местная* и *Скидельская местная* [9].

7.4. ОДНОЛЕТНИЕ МЯТЛИКОВЫЕ ТРАВЫ

В группу однолетних мятликовых трав, возделываемых в Республике Беларусь, входят: суданская трава, могоар, райграс.

7.4.1. Суданская трава. Могоар. Райграс (плевел). Биологическая характеристика

Суданская трава (*Sorghum sudanense* Stapf, = *Andropogon sudanensis* Piper., = *Sorghum exigiram* Roshev.) (рис. 54, в) — однолетняя злаковая кормовая культура, охотно поедаемая сельскохозяйственными животными. Она может возделываться на сено и силос, на зеленый корм и выпас. Зеленая кормовая масса и сено суданской травы богаты питательными веществами и по кормовому достоинству стоят выше многих других злаковых трав. Сено суданской травы содержит 12 % белка, 2,5 % жира, 45 % безазотистых экстрактивных веществ, 10 % зольных элементов. Сто килограммов зеленого корма дают 120 г переваримого белка и 17 корм. ед., а отава еще больше — 230 г белка и 22,3 корм. ед.

Урожай сена за два укоса составляет в среднем 70—80 (иногда 100 и более) ц/га. Даже в очень засушливые годы урожаи суданской травы обычно не ниже 25—30 ц/га, превосходя все другие травы. Урожаи семян суданской травы составляют от 5 до 25 ц/га.

Ценная особенность суданской травы — высокая и устойчивая урожайность. В благоприятных условиях она дает даже 3—4 укоса в год. После укоса суданская трава быстро отрастает и уже через 30—35 дней достигает высоты 60 см.

Суданская трава в диком состоянии произрастает в Судане (Северная Африка), откуда получила и свое название. В нашей стране введена в культуру в 20-е гг. XX в. Это теплолюбивое, засухоустойчивое, теневыносливое растение. Суданская трава лучше всего произрастает на плодородных почвах, на пойменных землях и осушенных торфяниках.

Суданская трава — однолетнее растение из рода сорго семейства Мятликовые (*Poaceae*). Имеет мочковатую, глубоко проникающую в почву (до 2,5 м) корневую систему. Мощно развитая корневая система обуславливает исключительную засухоустойчивость суданской травы. Узел кущения хорошо развит, располагается близко от поверхности почвы (0,8—1,2 см) и обладает огромной побегообразовательной способностью. Один куст может дать до 25 побегов. Стебли хорошо облиственные, способны давать из пазух листьев побеги, в высоту достигают 3 м. Листья линейные, длинные (до 70 см), составляют 35—55 % всего урожая при укосе. Соцветие —

*a**б**в*

Рис. 54. Однолетние мятликовые травы: райграсс (плевел) однолетний (*a*); могар (*б*); суданская трава (*в*)

метелка, колоски одноцветковые. Опыление перекрестное ветром, реже самоопыление. Плод — зерновка.

Для травосеяния в Беларуси создан сорт *Сочностебельная 18* (средняя урожайность сухого вещества — 156 ц/га и семян — 17,5 ц/га) [9].

Могар (*Setaria moharium* Alef. = *Setaria italica* P. B. ssp. *moharium* Alef., = *Setaria italica* v. *germanica* Richf., = *Setaria germanica* P. B., = *Setaria mocharica* Meu. et. Ei.) (рис. 54, б) — однолетнее мятликовое растение, близкое к чумизе (*Setaria italica* var. *maxima* Alef.) и пайзе (*Echinochloa colona* [L.] Link). Корневая система мочковатая, хорошо развитая, обладает способностью проникать на глубину 120—150 см. Для возделывания могоара необходимы плодородные почвы. Могар — теплолюбивая, светолубивая, засухоустойчивая культура.

Стебель прямой, в очертании округлый, опушенный, высотой 50—150 см, зеленый или антоциановый. Стебель хорошо облиственный, со многими междоузлиями. Кустистость — от двух до семи побегов.

Листья длинные (30—60 см), шириной 2—4 см, зеленые или антоциановые.

Соцветие — колосовидная метелка, цилиндрическая или веретеновидная, с короткими веточками. Длина соцветия 10—25 см, ширина — 1—4 см. Колоски одноцветковые.

Плод — округло-эллиптическая, пленчатая зерновка. Окрашенная в различные цвета (от белого до черного с оттенками желтого и красного). Масса 1000 семян в пленках — 2—3 г [9].

Райграс (плевел) однолетний (*Lolium multiflorum* Lam. var. *Westerwoldicum* [Nansholt. Wittmack.], или *Lolium italicum* v. *westerwoldicum* A. Br.) (рис. 54, а) является разновидностью многолетнего райграса пастбищного. Стебли его тонкие, 60—90 см высотой. Листья линейные, с нижней стороны блестящие, с верхней слегка шероховатые. Соцветие — рыхлый колос. Плод — зерновка. Все колоски, кроме самого верхнего, с одной колосковой чешуей и повернуты к оси колоса узкой стороной. Колосковые и цветковые чешуи продолговато-ланцетные, кожистые; цветковые чешуи иногда с остью.

Райграс однолетний — светолубивое растение, малотребовательное к теплу, холодостойкое, хорошо отзывющееся на увлажнение. Растение длинного дня. Отличается быстрым ростом, большой кустистостью, хорошо отрастает после укосов. Райграс однолетний получил распространение (с 1928 г.) в Беларуси, Смоленской и ряде других областей нечерноземной полосы Российской Федерации, продвигаясь далеко на север (до Полярного круга).

Райграс однолетний произрастает на различных почвах, но максимальные урожаи формирует на глинистых и суглинистых.

Предпосевная обработка почвы заключается в тщательном выравнивании и прикатывании поля.

Райграсс однолетний высевают в ранние сроки. Семена прорастают при температуре 3—4 °С, всходы переносят заморозки до -4...-5 °С. Посев осуществляют широкорядным или обычным рядовым способом. Нормы высева семян — 10—12 млн всхожих семян на 1 га. Глубина посева — 1—3 см.

Райграсс однолетний — рыхлокустовый, рано зацветающий, скороспелый злак, дающий большую кормовую массу. Урожай сена достигает 45—60 ц/га, семян — 2—5 ц/га (до 10 ц). На севере Беларуси дает 1-2 укоса, на юге республики возможны три укоса. После укосов быстро отрастает. Во влажные годы возможны пожнивные посевы. К теплу неприхотлив.

Уборку проводят прямым комбайнированием, а при неблагоприятных погодных условиях — раздельным способом.

В Беларуси районированы сорта райграсса однолетнего — *Изорский местный*, *Луч*, *Ивацевичский местный* — и райграсса пастбищного — *Пашавы* [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Нацыянальны атлас Беларусі. Минск, 2002.
2. Сельскагаспадарчая біятэхналогія / В. С. Шэвелуха [і др.] ; пад рэд. В. С. Шэвелухі. М., 2008.
3. 15 лет после Чернобыльской катастрофы : последствия в Республике Беларусь и их преодоление : нац. докл. / под ред. В. Е. Шевчука, В. Л. Гурачевского. Минск, 2001.
4. *Кумаков В. А.* Физиология яровой пшеницы. М., 1980.
5. Частная физиология полевых культур / Е. И. Кошкин [и др.] ; под ред. Е. И. Кошкина. М., 2005.
6. *Полевой В. В.* Физиология растений : учеб. для биол. спец. вузов. М., 1989.
7. *Медведев С. С.* Физиология растений : учебник. СПб., 2004.
8. Генетические основы селекции растений : в 4 т. / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. Минск, 2008, 2010. Т. 1 : Общая генетика растений. 2008 ; Т. 2 : Частная генетика растений. 2010.
9. Новые сорта зерновых и зернобобовых культур, включенные в Государственный реестр с 2007 года. Минск, 2007. URL: <http://www.mshp.minsk.by/.../zern-bobov-2007>.
10. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 2003–2005 годы : в 2 ч. Минск, 2005. Ч. 1–2.
11. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных к применению в Республике Беларусь (на 2000–2010 гг.). Минск, 2011. URL: <http://www.mhsp.minsk.by/rasten/katalog.htm>.
12. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Беларуси (утверждено Мин-вом сел. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь 03.03.2011). Минск, 2011. URL: <http://www.mhsp.minsk.by/rasten/katalog.htm>.

13. Рожь : производство, химия и технология / пер. с англ. В. И. Дашевского, Н. А. Емельяновой. М., 1980.

14. *Кобылянский В. Д.* Рожь. Генетические основы селекции / В. Д. Кобылянский. М., 1982.

15. *Созинов А. А.* Генетика и урожай / А. А. Созинов, Ю. П. Лаптев. М., 1986.

16. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. материалов. 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Минск, 2007.

17. *Хамчиев Б. Б.* Рапс стратегическая культура // АгроXXI. 2007. № 4—6.

18. URL: <http://www.kp.ru/daily/25689/892043/> .

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Долгачева, В. С.* Растениеводство / В. С. Долгачева. М., 1999.
Основы растениеводства / И. П. Козловская [и др.] ; под ред. И. П. Козловской. Минск, 2010.
Растениеводство / Г. С. Посыпанов [и др.] М., 2007.

Дополнительная

- Бадина, Г. В.* Основы агрономии / Г. В. Бадина. М., 1988.
Баздырев, Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г. И. Баздырев. М., 2004.
Большая книга садовода и огородника / под ред. О. Ганичкиной. М., 2010.
Буга, С. Ф. Защита растений / С. Ф. Буга, Н. И. Протасов, В. Ф. Саммерсов ; под ред. А. Л. Амбросова. Минск, 1983.
Бульба : энцыкл. даведнік. Минск, 1988.
Бульба белорусская : энциклопедия / под общ. ред. И. И. Колядко. Минск, 2008.
Васько, В. Т. Кормовые культуры России : справочник / В. Т. Васько. СПб., 2006.
Грищенко, Г. Г. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур / В. В. Грищенко, Ю. М. Стройков, Н. Н. Третьяков ; под ред. Ю. М. Стройкова. М., 2008.
Евтифеев, Ю. В. Основы агрономии / Ю. В. Евтифеев, Г. М. Казанцев. М., 2008.
Жуковский, П. М. Культурные растения и их сородичи / П. М. Жуковский. Л., 1971.

- Звягинцев, Д. Г.* Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. М., 2005.
- Земледелие / В. В. Ермоленков [и др.] ; под ред. В. В. Ермоленкова, В. Н. Прокоповича. Минск, 2006.
- Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур / под ред. Г. В. Коренева. М., 1988.
- Ковалев, Н. Д.* Основы земледелия и растениеводства / Н. Д. Ковалев [и др.]. М., 1963.
- Кузнецова, Е. Д.* Защита зерновых культур от вредителей и болезней в Нечерноземной зоне / Е. Д. Кузнецова, А. А. Маслова. М., 1987.
- Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений / под ред. М. И. Борисова. Минск, 1974.
- Лели, Я.* Селекция пшеницы : теория и практика / Я. Лели ; пер. с англ. Н. Б. Ронис. М., 1980.
- Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н. А. Ламан [и др.]. Минск, 1996.
- Минкевич, И. А.* Растениеводство (умеренной, субтропической и тропической зон) / И. А. Минкевич. М., 1968.
- Настольная книга картофелевода / В. Г. Иванюк [и др.] ; под ред. С. А. Турко; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству. Минск, 2007.
- Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. Минск, 1999.
- Основы агрономии / Н. Н. Третьяков [и др.] ; под ред. Н. Н. Третьякова. М., 2009.
- Основы сельского хозяйства / И. М. Вашенко [и др.] ; под ред. И. М. Вашенко. М., 1987.
- Основы сельского хозяйства / под общ. ред. И. Ф. Гаркуши, Г. И. Зюлькова. Минск, 1969.
- Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев [и др.]. М., 1987.
- Пересыпкин, В. Ф.* Сельскохозяйственная фитопатология / В. Ф. Пересыпкин. М., 1989.
- Плотникова, Л. Я.* Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям / Л. Я. Плотникова ; под ред. Ю. Т. Дьякова. М., 2007.
- Растениеводство / Г. В. Коренев [и др.]. М., 1999.
- Растениеводство / И. А. Майсуриян [и др.]. М., 1971.
- Растениеводство / под ред. проф. П. И. Подгорного. М., 1967.
- Рымин, Ю. В.* Сорные растения. Определитель для средней полосы Европейской части СССР / Ю. В. Рымин. М., 1959.
- Справочник агронома по защите растений / А. Ф. Ченкин [и др.]. М., 1990.

Троицкий, Н. А. Генетическая инженерия / Н. А. Троицкий, Н. А. Кар-
тель. Минск, 1980.

Формазюк, В. И. Энциклопедия пищевых лекарственных расте-
ний: Культурные и дикорастущие растения в практической медицине /
В. И. Формазюк ; под ред. Н. П. Максютинной. Киев, 2003.

Химическая защита растений / под ред. проф. Г. С. Груздева. М., 1980.

Шкляр, А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их
в сельском хозяйстве / А. Х. Шкляр. Минск, 1973.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
Часть I. ОБЩИЕ ОСНОВЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА	
1. Растениеводство — отрасль сельскохозяйственного производства и наука.....	11
1.1. Сельское хозяйство как важнейшая часть народного хозяйства....	11
1.2. Критические исторические периоды в развитии сельскохозяйственного производства	12
1.3. Перспективы производства сельскохозяйственной продукции	13
1.4. Особенности сельскохозяйственного производства	15
1.5. Растениеводство как наука и его роль в развитии сельскохозяйственного производства	18
1.6. Связь растениеводства с другими науками	20
1.7. Краткая история развития растениеводческой науки	22
2. Происхождение культурных растений.....	28
2.1. Дикие, культурные и сорные растения.....	28
2.2. Формирование генотипов культурных растений.....	29
2.3. Роль экофизиологических условий в формировании генотипов культур	30
2.4. Центры происхождения культур	35
2.5. Системы земледелия и севообороты (исторический обзор).....	37
2.6. Системы земледелия в Беларуси.....	42
2.7. Агроклиматические зоны Беларуси.....	44
2.8. Законы земледелия	46
3. Теоретические основы продуктивности растений и образования урожая.....	51
3.1. Понятие о сорте культуры и особенностях его создания	51
3.2. Рост и развитие растений. Органогенез, фенофазы и стадии онтогенеза.....	55
3.3. Оптимизация фотосинтеза сельскохозяйственных культур.....	65
3.4. Минеральное питание	70
3.5. Удобрения (минеральные, органические, бактериальные).....	71
3.6. Почва: происхождение, состав, структура, типы	78
4. Обработка почвы	88
4.1. Научные основы и задачи обработки почвы	88
4.2. Способы, приемы и системы обработки почвы.....	92
4.3. Основная обработка почвы.....	100

4.4. Технология проведения основной и поверхностной обработки почвы	101
4.5. Необходимость минимализации воздействия на почву	104
4.6. Обработка почвы под озимые культуры	108
4.7. Обработка почвы под яровые культуры	109
4.8. Обработка почвы и производство продукции растениеводства, свободной от радионуклидов	115

Часть II. ПОЛЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Зерновые культуры	123
1.1. Зерновые злаковые культуры первой группы	125
1.2. Зерновые злаковые культуры второй группы	179
1.3. Гречиха	208
2. Зерновые бобовые культуры	214
2.1. Горох	218
2.2. Фасоль	225
2.3. Чечевица	231
2.4. Кормовые бобы	233
2.5. Соя	235
2.6. Арахис	241
2.7. Люпин	243
3. Масличные культуры	250
3.1. Подсолнечник	251
3.2. Рапс	256
3.3. Сурепица	262
3.4. Горчица сизая (сарептская)	262
3.5. Горчица белая	264
4. Прядильные культуры	264
4.1. Лен	265
4.2. Хлопчатник	276
5. Крахмало- и сахарозапасующие клубнеплоды и корнеплоды	284
5.1. Картофель	286
5.2. Сахарная свекла	299
6. Кормовые корнеплоды	311
6.1. Кормовая свекла	312
6.2. Кормовая морковь	315
6.3. Брюква	317
6.4. Турнепс	320
7. Кормовые травы	322
7.1. Многолетние бобовые травы	322
7.2. Многолетние мятликовые (злаковые) травы	331
7.3. Однолетние бобовые травы	334
7.4. Однолетние мятликовые травы	341
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ	345
ЛИТЕРАТУРА	347

Учебное издание

Карпук Василий Васильевич
Сидорова Светлана Георгиевна

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Учебное пособие

Редактор *Н. Ф. Акулич*
Художник обложки *Т. Ю. Таран*
Художественный редактор *Т. Ю. Таран*
Технический редактор *Т. К. Раманович*
Корректор *Е. Д. Кукор*
Компьютерная верстка *С. Н. Егоровой*

Подписано в печать 30.06.2011. Формат 60×90/16. Бумага офсетная.
Гарнитура NewtonС. Печать офсетная. Усл. печ. л. 22,00.
Уч.-изд. л. 24,04. Тираж 350 экз. Зак. 513.

Белорусский государственный университет.
ЛИ № 02330/0494425 от 08.04.2009.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика.
Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
ЛП № 02330/0494178 от 03.04.2009.
Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.
