

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Т.В. Карпюк

АГРОБИОЛОГИЯ

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение»

Электронное издание

Красноярск 2020

ББК 40.0

К 26

Рецензенты:

Н.Н. Тупицына, д-р биол. наук, проф. каф. биологии, химии и экологии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»

И.С. Вышегородцева, канд. биол. наук, доц. каф. биологии и экологии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого»

К 26 Карпюк, Т.В.

Агробиология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.В. Карпюк; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 256 с.

В учебном пособии рассматриваются структура и классификация агроэкосистем. Описаны процессы формирования почв, механизмы влияния на почвенное плодородие климата, растительности, животных, микробиоты и хозяйственной деятельности человека. Проанализированы экологическая роль и значение для человека важнейших компонентов агроценоза: культурных и дикорастущих растений, диких и домашних животных, микроорганизмов, дан анализ их взаимоотношений. Приведены сведения по основам земледелия.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

ББК 40.0

ОГЛ **Е**

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АГРОЭКОСИСТЕМЫ.....	8
1.1. Понятие «агроэкосистем».....	8
1.2. Структура агроэкосистем.....	14
1.3. Классификация агроэкосистем.....	16
Контрольные вопросы и задания.....	21
2. УЧЕНИЕ О ПОЧВЕ.....	22
2.1. Возникновение и развитие почвы.....	22
2.2. Состав почвы.....	26
2.3. Основные свойства почвы.....	29
2.3.1. Морфологические свойства.....	29
2.3.2. Физико-механические свойства.....	35
2.3.3. Водные свойства и водный режим.....	37
2.3.4. Воздушные свойства и воздушный режим.....	43
2.3.5. Тепловые свойства и тепловой режим.....	48
2.3.6. Химические свойства.....	50
2.4. Почвенные зоны.....	53
Контрольные вопросы и задания.....	58
3. РАСТЕНИЯ В АГРОЦЕНОЗАХ.....	59
3.1. Условия роста и развития растений.....	59
3.2. Агрофитоценоз.....	70
3.2.1. Понятие об агрофитоценозе.....	70
3.2.2. Формирование агрофитоценоза.....	72
3.2.3. Формы взаимоотношений между компонентами полевых сообществ.....	74
3.3. Полевые культуры. Классификация и характеристика.....	77
3.3.1. Зерновые культуры.....	78
3.3.2. Зернобобовые культуры.....	95

3.3.3. Масличные культуры.....	101
3.3.4. Прядильные культуры	106
3.3.5. Корнеплоды	109
3.3.6. Клубнеплоды	111
3.3.7. Кормовые травы	112
3.4. Сорные растения. Классификация и меры борьбы с ними	128
3.5. Происхождение культурных растений	135
3.5.1. Центры происхождения культурных растений	135
3.5.2. Происхождение основных полевых культур Сибири	138
3.6. Особенности сибирского растениеводства	140
Контрольные вопросы и задания.....	142
4. ЖИВОТНЫЕ В АГРОЦЕНОЗАХ	144
4.1. Дикая фауна	144
4.1.1. Насекомые.....	145
4.1.2. Птицы	149
4.1.3. Млекопитающие.....	158
4.1.4. Почвенная фауна	162
4.2. Одомашненные животные.....	169
Контрольные вопросы и задания.....	176
5. МИКРООРГАНИЗМЫ В АГРОЦЕНОЗАХ	177
5.1. Экологические группы микроорганизмов.....	178
5.2. Свободноживущие микроорганизмы почвы	180
5.2.1. Бактерии	180
5.2.2. Грибы	184
5.2.3. Водоросли.....	187
5.2.4. Простейшие.....	188
5.2.5. Роль микроорганизмов в поддержании почвенного плодородия	189
5.3. Симбиотические азотфиксирующие бактерии	190
5.4. Нормальная микробиота животных.....	192
5.5. Микроорганизмы – паразиты животных.....	193

5.5.1. Паразиты сельскохозяйственных животных.....	193
5.5.2. Паразиты диких животных.....	197
5.6. Микроорганизмы – паразиты растений.....	199
5.6.1. Вирусы.....	199
5.6.2. Бактерии.....	200
5.6.3. Грибы.....	201
Контрольные вопросы и задания.....	202
6. ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	203
6.1. Земледелие как наука.....	203
6.2. Законы земледелия.....	204
6.3. Плодородие почвы.....	209
6.4. Севооборот.....	213
6.5. Обработка почвы.....	219
Контрольные вопросы и задания.....	225
ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ.....	226
СПИСОК ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ.....	229
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	255
ЛИТЕРАТУРА.....	256

ВВЕДЕНИЕ

В лексиконе современного человека давно уже стали привычными слова, содержащие корень «агро». Этот корень имеет греческое происхождение и переводится как «поле» или «пашня». С него начинаются названия многих научных дисциплин: агрономия, агротехника, агрохимия, агрометеорология, агрофизика и другие. Они охватывают знания и практический опыт человечества, необходимые для аграрного (сельскохозяйственного) сектора экономики.

Эти прикладные дисциплины базируются на биологии, экологии, химии, физике, математике и других науках и служат научно-методической основой для деятельности людей по производству пищевых продуктов и сырья для промышленности. Главными объектами этой деятельности людей выступают представители живой природы: растения, животные и микроорганизмы. Поэтому вполне обоснованным и необходимым стало выделение особой ветви биологии – агробиологии (или сельскохозяйственной биологии).

Агробиология является теоретической основой сельского хозяйства и изучает общие биологические закономерности, действующие в земледелии, растениеводстве, животноводстве, и их использование в практике сельскохозяйственного производства.

Дисциплина «Агробиология» входит в образовательную программу бакалавриата по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение». *Целью освоения дисциплины «Агробиология»* является формирование знаний и умений, необходимых для целостного представления о биологических основах земледелия, растениеводства и животноводства.

Задачи дисциплины:

- изучение структуры и организации агроэкосистем;
- формирование целостного представления о почве;
- изучение растений в агроценозах;
- изучение животного населения агроландшафта;
- приобретение знаний в области сельскохозяйственной микробиологии;
- приобретение знаний по основам земледелия.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать:*

- структуру и организацию агроэкосистем;
- роль почвы в природе и жизни человека;

- роль растений в агроэкосистемах, а также влияние экологических факторов на растительный организм;
- роль животного населения в агроландшафтах;
- основы сельскохозяйственной микробиологии;
- основы земледелия;

уметь:

- анализировать и обобщать общебиологические явления;
- устанавливать причинно-следственные связи в строении и функционировании живых систем разного уровня;

владеть:

- полученными теоретическими знаниями и практическими умениями и навыками.

Учебное пособие «Агробиология» знакомит обучающихся со структурой и классификацией агроэкосистем; процессами формирования почв, механизмами влияния на почвенное плодородие климата, растительности, животных, микробиоты и хозяйственной деятельности человека; также проанализированы экологическая роль и значение для человека важнейших компонентов агроценоза (культурных и дикорастущих растений, диких и домашних животных, микроорганизмов), дан анализ их взаимоотношений; рассматриваются основы земледелия.

При подготовке учебного пособия широко использованы материалы учебников и учебных пособий по агроэкологии, растениеводству, земледелию, почвоведению. Всем авторам выражается глубокая признательность и благодарность.

1. АГРОЭКОСИСТЕМЫ

1.1. Понятие «агроэкосистемы»

Сельское хозяйство существенно трансформирует природные комплексы. В результате сформировались разнообразные антропогенные сельскохозяйственные образования (пашни, садовые насаждения, луга, пастбища и т.д.).

Агроэкосистема – экологическая система, объединяющая участок территории (географический ландшафт), занятый хозяйством, производящим сельскохозяйственную продукцию. В состав агроэкосистемы входят: почвы с их населением (животные, водоросли, грибы, бактерии); поля-агроценозы; скот; фрагменты естественных и полустественных экосистем (леса, естественные кормовые угодья, болота, водоемы); человек.

Основные черты агроэкосистемы определяет человек, который стоит на вершине экологической пирамиды и заинтересован в получении максимального количества сельскохозяйственной продукции. К агроэкосистемам относятся поля, сады, виноградники, полезащитные лесные полосы и др. Без поддержки человека агроэкосистемы быстро распадаются, возвращаясь к естественному состоянию.

Составными частями агроэкосистемы являются сельскохозяйственные угодья, на которых выращиваются зерновые, пропашные, кормовые и технические культуры, а также луга и пастбища.

Основой агроэкосистем являются *агроценозы*. **Агроценозы** (греч. *agros* – поле) – это биоценозы на землях сельскохозяйственного пользования. Основными элементами агроценозов в аграрных экосистемах являются:

- 1) культурные растения, высеянные или высаженные человеком;
- 2) сорняки;
- 3) микроорганизмы ризосфер культурных и сорных растений;
- 4) клубеньковые бактерии на корнях бобовых, связывающие свободный азот воздуха;
- 5) микоризообразующие грибы на корнях высших растений;
- 6) бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли, свободно живущие в почве;
- 7) беспозвоночные животные, живущие в почве и на растениях;

- 8) позвоночные животные (грызуны, птицы и др.), живущие в почве и посевах;
- 9) грибы, бактерии, вирусы-паразиты (полупаразиты) культурных и сорных растений;
- 10) бактериофаги – паразиты микроорганизмов.

В настоящее время агроценозами занято около десяти процентов суши. В агроценозах растительный покров представлен одним или немногими видами. Замена сложного растительного покрова монокультурой приводит к резкой перестройке комплекса фитофагов. Виды, неспособные питаться возделываемыми растениями, могут исчезать. В агроценозах численность энтомофагов также резко снижается. Агроценозы регулируются деятельностью человека. Они обладают высокой продуктивностью, но малой экологической устойчивостью.

При формировании агроэкосистем основополагающее значение имеет их *устойчивость* – способность сохранять и поддерживать значение своих параметров и структуры в пространстве и во времени без изменения характера функционирования. Параметрами устойчивости агроэкосистемы являются функции, режимы и свойства почвы; структура, организация и продуктивность агрофитоценоза; структура и организация микробного сообщества; интенсивность и сбалансированность биогеохимического круговорота; потоки информации.

Агроэкосистемы должны обладать *пластичностью*, что означает их способность возвращаться в прежнюю область устойчивого равновесия после временного воздействия природного или антропогенного фактора; *инерционностью*, вследствие которой при переходе из одной области устойчивого равновесия в другую сохраняются внутренние связи. Сохранение и повышение плодородия почв – центральное звено в обеспечении устойчивости агроэкосистем.

Производственная, в том числе и сельскохозяйственная, деятельность человека осуществляется в границах целостных природных образований – *ландшафтов*.

Ландшафт – это территория, однородная по происхождению и истории развития, обладающая единым геологическим основанием, однотипным рельефом, единообразным сочетанием почв, растительности и отличающаяся от других территорий структурой, а также характером взаимосвязи и взаимодействия между отдельными компонентами этой территории.

По различным параметрам выделяют природные и антропогенные, культурные и акультурные, степные и горные, лесные и болотные, а также другие ландшафты, в том числе и *агроландшафты*.

Аграрный ландшафт – экосистема, сформировавшаяся в результате сельскохозяйственного преобразования природного ландшафта. В более узкой трактовке под *агроландшафтом* понимают ландшафт, на большей части которого естественная растительность заменена посевами и посадками сельскохозяйственных растений.

Деятельность человека приводит к значительным и устойчивым изменениям природной среды. В агроэкосистемах к таковым относят процессы эрозии и дефляции; загрязнение почв и природных вод химическими веществами, вымываемыми из минеральных удобрений; эвтрофирование водоемов; уплотнение, подкисление и понижение биологической активности почв; изменение видового состава, численности и распределения флоры и фауны и т.д. В связи с этим очевидна необходимость в системе средостабилизирующих мероприятий.

Оптимизация агроландшафта – это комплекс мероприятий по сохранению или модификации существующих и формированию новых связей между различными составляющими ландшафта в целях его рационального использования, сохранения полезных свойств и предупреждения их возможной утраты, установления максимально полного соответствия природного потенциала ландшафта социально-экономическим функциям, задаваемым ему человеком.

Для достижения оптимальности функционирования адаптированных к конкретным условиям земледельческих систем важно соблюдение принципа адекватности, взаимоувязки и соподчинения природного, технологического, экономического и социального признаков.

Экологическая и социальная значимость агроландшафтов определяются их ролью в жизнеобеспечении общества и в регулировании качества среды. Интенсивность использования биологических ресурсов агроландшафтов должна ограничиваться их способностью к возобновлению.

Агросфера – глобальная система, объединяющая всю территорию Земли, преобразованную сельскохозяйственной деятельностью человека.

Принципы устойчивого функционирования агроэкосистем

1. Потребление ресурсов и удаление отходов осуществляются в процессе круговоротов всех элементов.

2. Энергетика экосистемы определяется прежде всего притоком солнечной энергии, которая избыточно доступна и неисчерпаема.

3. Величина биомассы зависит от длины пищевой цепи.

Основная функция агроэкосистемы – получение максимального количества сельскохозяйственной продукции высокого качества при сохранении агроресурсов, в первую очередь почв и биоразнообразия.

Ресурсы агроэкосистемы и методы их сохранения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Ресурсы агроэкосистемы и методы их сохранения

Ресурсы агроэкосистемы	Методы сохранения
Возобновимые: – содержание гумуса в почве	Почвозащитные обработки почвы; насыщение севооборотов почвосстанавливающими культурами; полное использование навоза
	Активизация процессов биологической азотфиксации; внесение навоза и азотных минеральных удобрений
	Нормирование водозаборов для полива; исключение осушения болот; предотвращение сельскохозяйственного и техногенного загрязнения почв
– содержание азота в почве	
– гидрохимический и гидрологический режимы	
Невозобновимые: – запасы фтора, калия и других элементов питания; – биоразнообразие	Внесение минеральных удобрений
	Сокращение площади пашни; снижение пастбищных нагрузок; рациональное использование лесных насаждений; использование восстановительных сукцессий

Отличительные особенности агроэкосистем. Естественные системы и агроэкосистемы имеют свойственные им потоки энергии и возможности накопления ее, внутренние и внешние круговороты веществ, обладают способностью регулировать эти процессы, которые существенно отличаются друг от друга.

Первое различие между естественными и искусственными экосистемами (агроэкосистемами) *состоит в разном направлении отбора.*

Естественный отбор, отменяя нежизнеспособные формы организмов и их сообществ, ведет организацию естественных экосистем к их фундаментальному свойству – устойчивости. При недостатке света, тепла и влаги, питательных элементов выживают те конкурирующие виды, которые способны пройти весь жизненный цикл и оставить потомство.

Агробиоценозы находятся вне сферы естественного отбора, эти системы создаются и поддерживаются человеком.

Искусственный отбор направлен прежде всего на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, причем урожайность не связана с устойчивостью к неблагоприятным факторам.

Второе отличие связано с поступающей энергией. Естественные экосистемы используют единственный источник энергии – солнце. КПД использования солнечной энергии мал, однако естественные экосистемы устойчиво существуют на этом количестве энергии, трансформируя ее в различных пищевых цепях.

Агробиоценозы наряду с солнечной энергией получают дополнительную. Доля антропогенной энергии составляет 5–10% от общей. К такой энергии относятся: мышечные усилия человека, удобрения, пестициды, орошение, сельскохозяйственные машины и др. Энергетические вложения всегда сопровождаются вещественными, что оказывает влияние на биологический круговорот в агроценозах. В целом же КПД хорошего посева за вегетационный период не превышает 1,0–4,0%.

Третье отличие состоит в разнообразии экологического состава фитоценоза. Разнообразие экологического состава фитоценоза обеспечивает устойчивость продукционного процесса при колебании погодных условий в различные годы. Угнетение одних растений в естественных экосистемах приводит к повышению продуктивности других. В результате сохраняется способность к созданию продукции в разные годы.

Агроценоз полевых культур – сообщество монодоминантное, односортовое. Действие неблагоприятных факторов одинаково отражается на всех растениях агроценоза. Угнетение роста и развития одной культуры не может быть компенсировано усиленным ростом других растений. В результате устойчивость агроценоза ниже, чем в естественных экосистемах.

Четвертое отличие заключается в наличии растений с различными фенологическими ритмами. Наличие широкого спектра растений с различными фенологическими ритмами позволяет естественным экосистемам осуществлять продукционный процесс в течение всего вегетационного периода непрерывно, наиболее полно и экономно расходуя ресурсы тепла, влаги и питательных элементов.

В агроэкосистемах период вегетации культурных растений короче вегетационного сезона. В агробиоценозе рост растений одновременен и последовательность стадий развития во многом синхронна. Поэтому время взаимодействия растений и их остатков с почвой намного короче, чем в естественных системах, что негативно отражается на обменных процессах в системе. Надземные растительные остатки поступают на почву на короткий промежуток времени, лишь в конце лета и в начале осени, минерализация их осуществляется лишь в следующем сезоне, что негативно отражается на уровне почвенного плодородия.

Пятое, одно из самых существенных различий между естественными экосистемами и агроэкосистемами заключается в степени скомпенсированности круговорота внутри экосистемы.

В естественных экосистемах приход вещества в цикл за определенный период в среднем приблизительно равен выходу вещества из цикла.

Антропогенное воздействие нарушает скомпенсированность (замкнутость) биологического круговорота. В агроэкосистемах часть веществ изымается из экосистемы безвозвратно. В агроценозах с растительной продукцией выносятся 50,0–60,0% органического вещества. Даже внесение удобрений не может компенсировать выносимые с урожаем элементы питания.

Уменьшение содержания гумуса ухудшает условия развития полезной микрофлоры, в том числе «почвоочистительной», способствует утрате запасов внутрипочвенной энергии, элементов питания, благоприятствует усилению процесса смыва и вымывания, то есть обуславливает деградацию базиса.

Шестое отличие заключается в том, что природные системы авторегуляторны, агроэкосистемы – управляемы человеком. Человек в агроэкосистемах контролирует или изменяет влияние природных факторов. В связи с чем необходимо найти условия повышения урожайности культур при минимальных затратах вещества и энергии, при которых сохранялось и повышалось почвенное плодородие.

1.2. Структура агроэкосистем

Агроэкосистема – автотрофная экосистема, основным источником энергии для которой является солнце. Дополнительная (антропогенная) энергия, которую использует человек при обработке почвы и которая затрачена на производство тракторов, удобрений, пестицидов и т.д., не превышает 1% от солнечной энергии, усваиваемой агроэкосистемой.

Как и естественная экосистема, агроэкосистема состоит из организмов трех основных трофических групп: *продуцентов*, *консументов* и *редуцентов*.

Продуценты в агроэкосистеме – культурные растения, травы сенокосов и пастбищ, деревья садов, лесопосадок и естественных лесов, входящих в ее состав. Продуцентами являются также спутники культурных растений – сорняки.

Консументы в агроэкосистеме – человек и сельскохозяйственные животные. К консументам относятся также вредители полевых культур (от насекомых до сусликов и хомяков); паразиты (часто опасные для сельскохозяйственных животных); полезные насекомые (хищные и опылители); птицы, организмы-симбиотрофы (микоризные грибы и бактерии-азотфиксаторы).

Животные-детритофаги размельчают растительные остатки и облегчают деятельность бактерий. Особенно важна роль дождевых червей. Прошедшая через пищеварительную систему дождевого червя почва с растительными остатками склеивается в плотные комочки, что улучшает ее структуру. Эти комочки обогащаются калием, фосфором и азотом в форме соединений, доступных растениям. Кроме того, черви, прорывая ходы, разрыхляют почву и облегчают проникновение в нее корней. В хорошо унавоженной почве биомасса червей может составлять до 10–20 т на 1 га. Существуют специальные фермы, где разводят дождевых червей, которых вносят на поля для повышения урожая.

Редуценты в агроэкосистеме – это в основном бактерии. Они поддерживают плодородие почв, превращая пожнивные остатки в гумус, а гумус и вносимый на поля навоз – в более простые органические и минеральные вещества, доступные растениям.

Однако среди редуцентов есть не только восстановители плодородия почв, но и его разрушители. Бактерии-нитрификаторы и денитрификаторы превращают аммонийные формы азота в нитраты, которые легко вымываются из почвы, и газообразный азот, улетучивающийся в атмосферу.

Поступающая в агроэкосистему энергия передается по пищевым цепям. В агроэкосистеме выделяют две основные (главные) пищевые цепи: *растение – человек; растение – скот – человек*.

В агроэкосистему могут внедряться различные спонтанные организмы (сорняки, насекомые-фитофаги), вследствие чего возможно образование и потеря (дополнительный расход) ресурсов энергии.

Сорные растения приспособились к условиям жизни в агроэкосистемах, многие виды осуществили переход от многолетних форм к озимым, зимующим и яровым однолетним формам. Они изменили свою морфологию, физиологию.

Культура не оказывает существенного влияния на изменение состава зачатков сорных растений в почве, поэтому посевы разных культур в аналогичных экологических условиях имеют высокое сходство по видовому составу сорных растений. Например, в посевах ржи, озимой пшеницы и яровых культур 83,3% сорняков являются общими. Для яровых культур доля общих видов может составлять 93,0%.

Исследования показывают, что видовой состав сорных растений и особенно полевые комплексы насекомых в агроэкосистемах совершают определенные миграции за культурой в пределах севооборота. При этом их биомасса и видовой состав в пределах севооборота из года в год меняются мало.

В пастбищных и луговых системах на видовое разнообразие большое влияние оказывает деятельность грызунов. Исследования, проведенные в разные годы и в разных географических зонах, показали, что грызуны оказывают очень большое влияние на видовое разнообразие растительного покрова пастбищ. Их деятельность способствует возникновению и расселению сорных растений.

Применение химических средств защиты растений в агроэкосистемах сказывается как на видовом составе сорных растений, так и на возникновении новых форм, которые будут устойчивы к применяемым гербицидам.

Биологическая продукция агроэкосистем разделяется на две группы: *первичную* и *вторичную*.

Для повышения ***первичной биологической продукции*** агроэкосистемы необходимо:

- учет и контроль абиотических факторов, влияющих на рост и развитие растений (обеспеченность водой, элементами питания, снятие «стрессов»: засоление, техногенное загрязнение);

- повышение биотического потенциала продуцентов (селекция растений);

- повышение полноты использования ресурсов среды продуцентами (использование сортосмесей, смешанных посевов; оптимизация структуры севооборотов; улучшение естественных кормовых угодий);
- повышение качества первичной биологической продукции (выбор наиболее рентабельных сельскохозяйственных культур).

Увеличение *вторичной биологической продукции* возможно благодаря:

- повышению эффективности передачи вещества и энергии в звене пищевой цепи «растение – скот» (оптимизация структуры поголовья скота; оптимизация срока откорма разных видов сельскохозяйственных животных; использование сбалансированных кормовых рационов; полное вовлечение в откорм всех отходов растениеводства; рациональное использование пастбищ);
- адаптация поголовья и его структуры к колебаниям климата (разделение поголовья на группы разной стабильности; создание запаса страховых кормов; «импорт» кормов, «экспорт» сельскохозяйственных животных на откорм в другие районы).

1.3. Классификация агроэкосистем

Выделяется пять видов землепользования, по каждому из которых классифицированы агроэкосистемы.

1. Земледельческое, или полевое землепользование – *богарные, орошаемые и бахчевые агроэкосистемы* (ротации зерновых, бобовых, фуражных, корнеплодных, овощных, технических и лекарственных культур).

2. Плантационно-садовое землепользование – *плантационные агроэкосистемы* (чайный куст, дерево какао, кофейное дерево, сахарный тростник), *садовые агроэкосистемы* (плодовые сады, ягодники, виноградники).

3. Пастбищное землепользование – *пастбищные агроэкосистемы* (отгонные пастбища: тундровые, пустынные, горные; лесные пастбища; улучшенные пастбища: сенокосы, окультуренные луга).

4. Смешанное землепользование – *смешанные агроэкосистемы*, характеризующиеся равнозначным соотношением и сочетанием нескольких видов землепользования, а также процессов получения как первичной, так и вторичной биологической продукции.

5. Землепользование в целях производства вторичной биологической продукции – *агропромышленные экосистемы* (территории

интенсивного «индустриализированного» производства молока, мяса, яиц и другой продукции на основе преобладающих процессов снабжения системы веществом и энергией извне).

По энергетическим вложениям выделяют агроэкосистемы доиндустриальные с дополнительной энергией в виде мышечных усилий человека и животных. Это самодостаточные системы, в которых выращенная продукция попадает либо самому производителю, либо на продажу (обмен) на местные рынки. Основная доля земель в мире (до 60%) обрабатывается этим способом, большая часть таких земель находится в Азии, Африке, Южной Америке. При своей примитивности они гармонизируют с природными системами. По усредненным данным в такие системы вкладывается энергии около $2 \cdot 10^9$ Дж/га.

Среди *агроэкосистем доиндустриального периода* различают следующие типы:

- *скотоводческие* (разведение крупного рогатого скота);
- *кочевые, или подсечно-огневые* (расчистка участков леса и сжигание древесных остатков с последующим выращиванием сельскохозяйственных культур);
- *заливные системы* (орошение во время паводков).

Кроме *доиндустриальных агроэкосистем* существуют **интенсивные механизированные агроэкосистемы**. Они характеризуются крупными энергетическими дотациями в виде горючего, пестицидов, удобрений и др. Продукция получается в количестве, превышающем местные потребности, она идет на экспорт. Величина дополнительной энергии существенна – $20 \cdot 10^9$ Дж/га (целесообразный предел внесения дополнительной энергии $15 \cdot 10^9$ Дж/га).

По воспроизводству плодородия почв выделяют три базовых типа агроэкосистем.

1. Природоемкий тип характеризуется неполным воспроизводством естественного плодородия, что приводит к падению его уровня.

2. Природоохранный тип характеризуется простым воспроизводством естественного плодородия и, как следствие, сохранением его уровня.

3. Природоулучшающий тип направлен на расширенное воспроизводство и повышение уровня естественного плодородия.

В настоящее время преимущественно доминирует природоемкий тип. Следует отметить, что пропорционально типу воспроизводства почвенного плодородия меняется эффективность привносимой в агроэкосистемы антропогенной энергии.

Агроэкосистемы весьма разнообразны и могут различаться по специализации (*растениеводческие, животноводческие, комплексные*) и по величине вложений антропогенной энергии (*экстенсивные, компромиссные, интенсивные*). Существуют как небольшие аборигенные фермы, где используется только ручной труд и реже – мускульная сила животных, так и высокомеханизированные хозяйства и скотооткормочные комплексы, потребляющие много антропогенной энергии.

Растениеводческие агроэкосистемы. В экстенсивном хозяйстве используется залежно-переложная система земледелия (в условиях лесной зоны – подсечно-огневая система земледелия). В таких системах происходит постоянная ротация (заменяемость) участков пашни и естественной растительности, в результате чего восстанавливается плодородие почв.

При компромиссном хозяйстве почвовосстанавливающую роль играют посевы многолетних трав и однолетних бобовых культур в севооборотах, а также сидераты (зеленые удобрения). В умеренном количестве используются фосфорно-калийные удобрения, а для контроля плотности насекомых-вредителей – биологические методы защиты растений и система полезных симбиотических связей.

В интенсивном хозяйстве сохраняется та же схема производства, что и при компромиссном, но резко увеличиваются дозы минеральных удобрений, возможны полив и использование пестицидов в высоких дозах. Севообороты упрощаются до двух-трех звеньев и не включают сидератов или используется монокультура. С увеличением вложений антропогенной энергии возрастает риск разрушения почв.

Животноводческие агроэкосистемы. Экстенсивный вариант – это выпас скота на естественных кормовых угодьях (с сенокошением или без него в зависимости от климата). Вложения антропогенной энергии при этом минимальны и сводятся к затратам на жизнеобеспечение пастухов и первичную обработку животноводческой продукции.

При компромиссном варианте корм производится на естественных кормовых угодьях и на пашне (многолетние травы, пропашные культуры и др.), плодородие почв которой поддерживается внесением навоза, возможно использование невысоких доз фосфорно-калийных удобрений.

При интенсивном варианте животноводческая продукция производится на скотооткормочных комплексах, а корма получают с пашни при высоких вложениях энергии и, кроме того, завозят из дру-

гих районов (в таких странах, как Нидерланды или Сингапур, – даже из других государств). Часть навоза вносится на поля, но его количество оказывается больше, чем можно внести в почву.

Комплексные агроэкосистемы. При низких энергозатратах сохраняется ротация полей и естественных кормовых угодий (часть пашни через определенное время забрасывается для естественного восстановления плодородия, хотя частично оно поддерживается за счет навоза). Минеральные удобрения либо не используются, либо вносятся в низких дозах фосфорно-калийные туки. Обеспечение почвы азотом достигается за счет биологической азотфиксации. Такой вариант хозяйства характерен для альтернативных систем земледелия. Такие агроэкосистемы создавал А.Т. Болотов.

При интенсивном варианте производство кормов на естественных кормовых угодьях минимизируется, и с пашни получают как растениеводческую продукцию, так и корм для скота. Дозы вносимых удобрений и пестицидов высокие. Возможен полив.

При компромиссном варианте наиболее полно реализуется адаптивный подход. Площадь пашни ограничена, ее плодородие поддерживается навозом, севооборотами и умеренными дозами фосфорно-калийных удобрений. Контроль сорняков, насекомых-вредителей и болезней культурных растений проводится либо биометодом, либо интегрированным методом защиты растений. Скот получает корм как на естественных кормовых угодьях, так и с пашни, поскольку в севооборотах значительное место занимают многолетние травы и кормовые однолетние бобовые культуры. Все это позволяет поддерживать достаточно высокую продуктивность агроэкосистем.

К экологически **организованной агроэкосистеме** предъявляется требование **сестайнинга** (от англ. *sustainable* – поддерживающий). Для любого варианта агроэкосистемы **сестайнинг** означает приближение к экологическому равновесию за счет обеспечения максимальной замкнутости циклов вещества, минимизации количества антропогенной энергии, повышения биологического разнообразия и его потенциальной способности к формированию полезных симбиотических связей.

Поскольку с увеличением вложений антропогенной энергии затрудняется достижение сестайнинга агроэкосистем, наиболее оправданы экстенсивные животноводческие агроэкосистемы в условиях, где нет возможности получать растениеводческую продукцию, и компромиссные комплексные агроэкосистемы.

Энергетический баланс экосистем, меняющийся в зависимости от климатической зоны, объективно обуславливает формирование у экосистем приспособленности к «оптимальному» поглощению лучистой энергии, возможному в конкретных условиях. Адаптированность энергетического баланса экосистемы, соответствующая энергозатратам на теплообмен и транспирацию, повсеместно определяет продукционную эффективность как естественных, так и искусственных ценологических образований.

Энергетические особенности различных природных зон планеты позволяют выделить 5 основных (глобальных) типов агроэкосистем.

1. Тропический тип. Характеризуется высокой обеспеченностью теплом, способствующей непрерывной вегетации. Земледелие главным образом осуществляется на основе функционирования агроэкосистем с преобладанием многолетних культур (ананасы, бананы, какао, кофе, многолетний хлопчатник и др.). Однолетние культуры здесь дают несколько урожаев в год. Особенностью является непрерывная потребность во вложении антропогенной энергии в связи с постоянным проведением полевых работ в течение года.

Для агроэкосистем этого типа присуща фактически равнозначность естественного и антропогенного процессов массо- и энергообмена.

2. Субтропический тип. Интенсивность антропогенных потоков веществ и энергии меньше; проявляются дискретность и дисперсность этих потоков. В основном характерно наличие двух вегетационных периодов – летнего и зимнего. Произрастают многолетние растения, которые имеют хорошо выраженный период вегетативного покоя (виноград, грецкий орех, чай и др.). Однолетние растения летнего периода представлены кукурузой, рисом, соей, хлопчатником и т.д.

3. Умеренный тип. Агроэкосистемы характеризуются лишь одним (летним) вегетационным периодом и продолжительным («нерабочим») периодом зимнего покоя. Очень высокая потребность во вложении антропогенной энергии приходится на весну, лето и первую половину осени.

4. Полярный тип. Земледелие носит очаговый характер. Агроэкосистемы существенно ограничены территориально и по видам возделываемых культур (листовые овощи, ячмень, некоторые корнеплоды, ранний картофель).

5. Арктический тип. Агроэкосистемы открытого грунта отсутствуют. Возделывание культурных растений исключено из-за очень низких температур теплого периода: в летние месяцы бывают дли-

тельные похолодания с отрицательными температурами. Возможно использование закрытого грунта.

На территории современной России главенствующими являются агроэкосистемы умеренного типа со всеми вытекающими требованиями по организации их рационального функционирования.



Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте понятия «агроэкосистема», «агроценоз», «аграрный ландшафт», «агросфера».
2. Обоснуйте особенности функционирования агроценоза.
3. В чем заключается понятие «устойчивость агроэкосистемы»?
4. Что такое ландшафт и агроландшафт?
5. Что такое оптимизация агроландшафта?
6. Назовите основные принципы устойчивого функционирования агроэкосистемы.
7. Какова основная функция агроэкосистемы?
8. Охарактеризуйте ресурсы агроэкосистемы.
9. Назовите основные механизмы сохранения ресурсов агроэкосистемы.
10. Объясните особенности трофической структуры агроэкосистемы.
11. Охарактеризуйте продукцию агроэкосистемы (первичную и вторичную) и мероприятия, направленные на повышение этой продукции.
12. Назовите принципиальные отличия функционирования природных систем и агроэкосистем.
13. Как классифицируются агроэкосистемы по видам землепользования?
14. Как классифицируются агроэкосистемы по количеству поступающей и используемой энергии?
15. Как классифицируются агроэкосистемы по воспроизводству почвенного плодородия?
16. Как классифицируются агроэкосистемы по антропогенному энергетическому вложению?
17. Как классифицируются агроэкосистемы по энергетическому балансу различных природных зон планеты?

2. УЧЕНИЕ О ПОЧВЕ

Почва – это базис для создания любой агроэкосистемы, своеобразное средоточие процессов видоизменения веществ и трансформации потоков энергии, главное звено управления агроэкосистемами.

2.1. Возникновение и развитие почвы

В.В. Докучаев сформулировал понятие о почве. *Почва – самостоятельное природное минерально-органическое тело, образовавшееся из поверхностных слоев горной породы в результате воздействия на них живых организмов в определенных климатических условиях.* Неотъемлемое свойство почвы – плодородие. Подчеркивая это основное свойство почвы, В.Р. Вильямс назвал почвой рыхлый поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений.

Краткая история развития почвы. Земная кора состоит из твердых пород, которые разрушаются под воздействием солнечной энергии, воды, воздуха. Процесс разрушения горных пород и образования рыхлых обломочных и осадочных пород называют *выветриванием*. На продуктах выветривания горных пород развиваются почвы. Формирование почвы связано с почвообразованием. Процессы выветривания и почвообразования идут одновременно и тесно связаны между собой. В зависимости от факторов (агентов, элементов), разрушающих горные породы, различают *физическое, химическое и биологическое выветривание*.

Физическое выветривание приводит к механическому измельчению горных пород под влиянием температуры, воды, ветра, не вызывая изменений химического состава. Породы разрушаются из-за неравномерного нагревания их поверхности лучами солнца днем и более быстрого охлаждения верхних слоев породы, по сравнению с глубокими слоями, в ночное время. В результате в горной породе образуются вертикальные и горизонтальные трещины, в которые попадает вода. При замерзании вода увеличивается в объеме и раскалывает породу. В результате получается рыхляк. В отличие от горной породы рыхляк хорошо пропускает воду и воздух, что усиливает химическое выветривание.

Химическое выветривание может идти одновременно с физическим. Оно протекает под влиянием воды, углекислого газа, кислорода воздуха и других воздействий. В результате химического вывет-

ривания возникают вторичные минералы, которые отличаются от горных пород по химическому составу и свойствам.

Образовавшийся в результате физического и химического выветривания рыхляк водой и ветром перемещается на большие расстояния, подвергаясь при этом дальнейшему размельчению и изменению, образуя разнообразные материнские породы. Материнские породы обладают пористостью, имеют небольшой запас воды и подвижные элементы питания. Создаются благоприятные условия для появления в них живых организмов.

Биологическое выветривание связано с возникновением жизни на земном шаре. Даже на голых скалах поселяются микроорганизмы, использующие для питания минеральные соединения горных пород. Микроорганизмы, разрушая измененные ветром и влагой горные породы и разлагая остатки мхов и лишайников, образуют гумус. Органические кислоты, выделяемые микроорганизмами, постепенно изменяют химический состав горных пород, создают условия для произрастания низших растений (лишайников, мхов).

По сравнению с микроорганизмами они сильнее изменяют состав породы. Отмирающие мхи и лишайники разлагаются микроорганизмами, накапливаются органические вещества, элементы питания, появляется почва, изменяются ее свойства. Поселяются высшие растения.

Под влиянием высших растений и животных организмов увеличивается мощность почвы. Накапливающийся в верхних слоях перегной содержит нужные для растений азот, фосфор, калий и другие элементы пищи. Все это говорит о том, что образование почвы – биологический процесс.

Роль микроорганизмов в почвообразовании. Микроорганизмы можно увидеть только при сильном увеличении. Необходимую энергию для жизнедеятельности они получают из органического вещества, создаваемого зелеными растениями. Чем больше в почве растительных остатков, тем больше в ней микроорганизмов. Организмы, разлагающие растительные остатки, разделяют на аэробные и анаэробные бактерии и грибы.

Аэробные бактерии развиваются при условии свободного доступа кислорода воздуха в почву. Отсутствие кислорода вызывает их гибель. **Анаэробные бактерии** живут и размножаются без доступа кислорода. **Грибы** в отличие от бактерий претерпевают условия кислой

среды. Они развиваются при доступе кислорода и способны разлагать дубильные вещества, которые не разлагают бактерии.

При доступе кислорода и слабой кислотности почвы разложение растительных остатков идет очень быстро, при этом образуются элементы зольного питания растений. Некоторые бактерии, например азотобактер, усваивают азот воздуха, выделяют в почву витамины и ростовые вещества.

В анаэробных условиях темп разложения растительных остатков замедляется, накапливаются полуразложившиеся растительные остатки (торф) и могут образоваться вредные для растений закисные соединения и кислоты.

Аэробные и анаэробные процессы в отдельности не могут обеспечить высокое плодородие почвы. Только при одновременном их действии создаются условия, благоприятные для растений.

В почве, кроме полезных микроорганизмов, имеются и вредные для растений микроорганизмы, борьба с которыми ведется агротехническими методами или другими средствами.

Накопление и разрушение органического вещества в почве играет большую роль в земледелии. Чтобы создать благоприятные для культурных растений условия жизни, нужно обогащать почву органическим веществом.

Основные факторы почвообразования. В.В. Докучаев выдвинул и обосновал представление о факторах почвообразования. К ним относятся: климат, материнская порода, растительный и животный мир, рельеф и геологический возраст территории, а также хозяйственная деятельность человека.

Почва образуется из горной породы в результате выветривания и деятельности живых организмов. Суточные температурные колебания приводят к расширению и сжатию горных пород. Неравномерное расширение ведет к их постепенному разрушению. Вода, просачиваясь в трещины, при замерзании создает огромное давление, что также способствует разрушению породы. Перемещаемые водой и ветром частицы вызывают *эрозию*. Выветривание вызывается вымыванием из горной породы различных химических веществ водой.

Важным элементом, определяющим образование почвы, могут быть климатические условия. Климатические условия влияют на характер выветривания горных пород. К климатическим факторам относят свет, температуру, влажность и т.п. На интенсивность света влияет широта местности, время дня и года, а также наклон поверх-

ности по отношению к горизонтали. Под действием света в растениях происходят фотосинтез и транспирация, благодаря свету животные видят. Организмы, живущие в областях с выраженной сменой времен года, выработали различные реакции на периодические изменения освещенности (у растений – цветение, опадание листьев, у животных – миграция, зимняя спячка). Необходимость света для нормальной жизнедеятельности приводит к ярусной структуре наземных сообществ, а в водных экосистемах – ограничивает распространение большинства организмов поверхностными слоями воды.

Температура и относительная влажность воздуха, осадки оказывают активное воздействие на тепловой и водный режим почвы. Проходящие в почве процессы различной природы и их интенсивность в значительной степени определяются ее растительным покровом и животным миром.

Материнская порода в процессе почвообразования превращается в почву. От ее гранулометрического состава и структурных особенностей зависят физические свойства почвы: водо- и воздухопроницаемость, водоудерживающая способность, скорость передвижения веществ в почве и прочее. Состав материнской породы определяет минералогический и химический состав почвы и первоначальное содержание в ней элементов питания для растений.

Растительность непосредственно воздействует на формирование почвы: корни рыхлят и оструктуривают почвенную массу, извлекая из нее минеральные элементы. В естественных условиях на поверхность почвы и в ее глубины поступают минеральные и органические вещества в виде наземного опада и корневых остатков. Годовое количество опада измеряется примерно от 5–6 ц/га в пустынях и 10 ц/га в арктических тундрах до 250 ц/га во влажных тропических лесах. Различен и качественный состав опада: его зольность изменяется от 1 до 15%. В почве опад подвергается воздействию микрофлоры, минерализующей до 80–90% его массы и участвующей в синтезе гумусовых веществ, которые образуются из продуктов распада и микробных метаболитов. Животные и растения окончательно разрушали горную породу, превращая ее верхний слой в почву. Представители животного мира (главным образом беспозвоночные, живущие в верхних горизонтах почвы и в растительных остатках на поверхности) в процессе жизнедеятельности значительно ускоряют разложение органических веществ и способствуют формированию органо-минеральных почвенных агрегатов, т.е. структуры почвы.

Основное влияние рельефа заключается в перераспределении по земной поверхности климатических (влаги, тепла и их соотношения) и других факторов формирования почв. Время развития зрелого почвенного профиля для разных условий – от нескольких сотен до нескольких тысяч лет. Хозяйственная деятельность человека влияет на некоторые факторы почвообразования, например на растительность (вырубка леса, замена его травянистыми фитоценозами и других), и непосредственно на почву путем ее механической обработки, мелиорации, внесения минеральных и органических удобрений и т.п. При соответствующем сочетании этих воздействий можно направленно изменять почвообразовательный процесс и свойства почв.

2.2. Состав почвы

Почва состоит из твердой, жидкой, газообразной и живой частей, или фаз. Соотношение их неодинаково не только в разных почвах, но и в различных горизонтах одной и той же почвы. Закономерно уменьшение содержания органических веществ и живых организмов от верхних горизонтов почв к нижним и увеличение компонентов материнской породы от нижних горизонтов к верхним.

В состав почвы входят четыре важнейших компонента:

- 1) минеральная основа (50–60% от общего объема);
- 2) органическое вещество (до 10%);
- 3) воздух (15–25%);
- 4) вода (25–35%).

Минеральная часть твердой фазы почвы состоит из измельченной в разной степени материнской породы, на долю которой приходится 80–97% твердой фазы большинства почв. В результате выветривания в ней образуются простейшие соединения, легко растворимые в воде. Минералогический состав твердой части почвы во многом определяет ее плодородие. В состав минеральных соединений входят следующие химические элементы: Si, Al, Fe, K, N, Mg, Ca, P, S; значительно меньше содержится микроэлементов: Cu, Mo, I, B, F, Pb и др.

Органическую часть твердой фазы почвы составляют неразложившиеся и слабо разложившиеся остатки растений, животных, насекомых, бактерий, продукты разложения растительных остатков бактериями и грибами, различные органические кислоты и их соли.

Пополнение почвы органическим веществом происходит за счет разложения растительных остатков (опавшие листья, жнивье, корни

растений), внесения в почву навоза, торфа, органико-минеральных компостов, зеленой массы растений, выращенной на зеленое удобрение. Разложение органических остатков связано с выделением тепла.

Жидкая фракция, то есть почвенный раствор, – активный компонент почвы, осуществляющий перенос веществ внутри нее, вынос из почвы и снабжение растений водой и растворенными элементами питания. Обычно содержит ионы, молекулы, коллоиды и более крупные частицы, превращаясь иногда в суспензию. В состав жидкой фракции входят: вода с растворенными в ней органическими и минеральными соединениями. Воды в почве содержится от 0,1 до 60% от веса абсолютно сухой почвы. Жидкая часть участвует в снабжении растений водой и растворенными элементами питания. Почвенная влага удерживается в промежутках между ее частицами. Часть воды просачивается сквозь почву, то есть проходит почвенный профиль, образуя грунтовые воды; остальная вода остается в почве благодаря силам поверхностного натяжения либо адсорбируется на поверхностях кристаллов кварца или глины.

Вода как необходимое условие жизни также является ограничивающим фактором в экосистемах. Водный баланс определяется выпадением осадков, дренажем и испарением воды; его смещение приводит к засухе либо, наоборот, к переувлажнению. Растения и животные, обитающие в засушливых местностях, приспособились к неблагоприятным условиям: они уменьшают потери воды (например, сбрасывают листья, снижают потоотделение или транспирацию, уменьшают площадь поверхности тела); увеличивают ее потребление (длинные, глубоко проникающие корни); переживают неблагоприятный период в виде луковиц и клубней или в летней спячке.

Воздух, так же как и вода, удерживается в почве в промежутках между ее частицами. Этот почвенный воздух, или газообразная часть почвы, заполняет поры, не занятые водой. Количество и состав почвенного воздуха, в который входят азот, кислород, углекислый газ, летучие органические соединения и прочие, непостоянны и определяются характером множества протекающих в почве химических, биохимических, биологических процессов. Например, количество углекислого газа существенно изменяется в составе почвенного воздуха в зависимости от годового и суточного цикла. Колебание состава газообразного состояния почвы – это следствие различной интенсивности выделения данного газа микроорганизмами и корнями растений. Газообмен между почвенным воздухом и атмосферой происходит

преимущественно в результате диффузии CO_2 из почвы в атмосферу и O_2 в противоположном направлении.

Живая часть почвы состоит из почвенных микроорганизмов (бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли и др.) и представителей многих групп беспозвоночных животных – простейших, червей, моллюсков, насекомых и их личинок, пронизывающих горизонты почвы позвоночных и др. (рис. 1). Активная роль живых организмов в формировании почв определяет принадлежность ее к биокосным природным телам – важнейшим компонентам биосферы. Они обитают в основном в верхнем слое почвы, около корневой системы растений или прямо на ней, где обитатели добывают себе пищу.

Важную роль в процессе разложения остатков играют сапрофиты. В результате образуется аморфная масса – гумус – темно-коричневого или черного цвета, на долю которой приходится 1–20% почвы. Гумус – от латинского слова «земля» (почва) – это перегной, совокупность темноокрашенных органических веществ почвы; основное органическое вещество почвы, содержащее питательные вещества, необходимые высшим растениям. Гумус формируется из остатков растений и животных в результате сложных биохимических превращений, зависящих от теплоемкости почвы, увлажнения и аэрации.



Рис. 1. Почва и ее обитатели

Химический состав гумуса сложен, он состоит из фенольных соединений, карбоновых кислот, эфиров жирных кислот. В почве частицы гумуса прилипают к глине, образуя единый комплекс. В разных климатических условиях образуется различное количество гумуса. Больше всего его в черноземах – 9–12%, иногда до 30%. Сложный комплекс органических веществ гумуса находится в тесном взаимодействии друг с другом и минеральными соединениями почвы.

Гумус играет большую роль в процессах почвообразования и в плодородии почвы: улучшает физические, химические и биологические свойства почвы, содержит многие элементы питания растений, в первую очередь азот, которого нет в горных породах. Гумусовые вещества обладают большой способностью поглощать воду и удерживать ее в почве, что улучшает обеспеченность растений влагой и придает почве более темную окраску, содействующую лучшему поглощению тепла. Свежеобразованный перегной склеивает мельчайшие частицы почвы в нерасплывающиеся в воде комки, что уменьшает связность тяжелых глинистых почв, снижает затраты тяговых усилий при их обработке.

Некоторые химические элементы (азот, фосфор, сера) в процессе разложения переходят из органических соединений в неорганические, т.е. происходит процесс *минерализации* вещества. По мере минерализации гумус становится источником снабжения растений элементами питания.

Почвы в разнообразных климатических и растительных зонах различны, поскольку факторы почвообразования в них отличаются. Чем старше почва, тем мощнее гумусовый горизонт. В зависимости от типа почвы толщина верхнего горизонта колеблется от нескольких сантиметров (в тундре) до 100 см и более (украинские черноземы до 3 м).

2.3. Основные свойства почвы

2.3.1. Морфологические свойства

К морфологическим признакам почв относят *общее строение почвенного профиля, мощность профиля, окраску, механический состав, структурность, сложение, наличие новообразований и включений*.

Структурность почвы – один из важнейших ее признаков, имеющий большое значение для определения генетической и агропроизводственной характеристики почв. *Структурность почвы* – способность распадаться на отдельные агрегаты, состоящие из склеенных перегноем и иловатыми частицами механических элементов.

Выделяют (по Захарову С.А.) три основных типа структурности почвы: кубовидная, когда структурные отдельности почвы равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям; призмовидная, если структурные отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси; плитовидная, если структурные отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены по вертикали.

Кроме морфологического признака структурности почвы существует понятие «*агрономическая структура почвы*», с точки зрения которой ценными почвенными комочками являются те, которые бывают диаметром 1–3 мм и не распадаются в воде. Такая структура называется мелкокомковатой, зернистой, пористой, механически упругой, водопрочной. Структурная почва обладает хорошими воздушными и тепловыми свойствами. В ней нормально проходят биологические процессы. Она обеспечивает доступность питательных веществ растениям. Структурная почва хорошо поддается механической обработке.

В твердой фазе почвы различают *минеральные органические* и *органоминеральные механические элементы*. Основная масса почв состоит из минеральных механических элементов, частиц различного размера, начиная от крупных валунов и заканчивая мелким грунтом (частицы мельче 2 мм в диаметре) и коллоидными частицами (< 1 мкм). Обычно частицы, составляющие почву, делят на глину (мельче 0,002 мм в диаметре), ил (0,002–0,02 мм), песок (0,02–2,0 мм) и гравий (больше 2 мм).

Механическая структура почвы имеет очень большое значение для сельского хозяйства: определяет усилия, требуемые для обработки почвы, необходимое количество поливов и т.п. Хорошие почвы содержат примерно одинаковое количество песка и глины; они называются *суглинками*. Преобладание песка делает почву более рассыпчатой и легкой для обработки; с другой стороны, в ней хуже удерживаются вода и питательные вещества. Глинистые почвы плохо дренируются, являются сырыми и клейкими, но зато содержат много питательных веществ и не выщелачиваются. *Каменистость почвы* (наличие крупных частиц) влияет на износ сельскохозяйственных орудий.

Близкие по размерам механические элементы объединяют во фракции. Количественное содержание фракций в почве, выраженное в процентах к навеске сухой почвы, характеризует механический состав почвы. От механического состава в значительной мере зависят различные свойства почвы (связность, водоудерживающая способность, запас питательных веществ и др.).

Чаще всего почвенные фракции делят на два вида: физический песок (частицы крупнее 0,01 мм) и физическая глина (частицы менее 0,01 мм). Частицы крупнее 1 мм составляют почвенный скелет, а частицы менее 1 мм называют *мелкоземом*. В нашей стране применяют классификацию В.Р. Вильямса и Л.Н. Сабинина, усовершенствованную Н.А. Качинским (табл. 2).

Камни, гравий не имеют значения для снабжения растений элементами питания. Они приводят к быстрому износу и деформациям рабочих органов почвообрабатывающих орудий.

Песок обладает рыхлостью, хорошей водопроницаемостью и малым скреплением частиц между собой. Он не способен удерживать воду. Крупные фракции содержат больше кварца и мало железа, фосфора, магния, кальция и других элементов. По мере уменьшения размера частиц уменьшается содержание кварца и увеличивается содержание элементов питания растений. Мелкий песок имеет уже небольшую связность. Он может удерживать воду, соединяться в очень непрочные комочки и образовывать на поверхности почвы корку после выпадения осадков. Добавление к песку небольшого количества глины улучшает его свойства.

Пыль способствует капиллярному поднятию воды к поверхности почвы. Однако значительное содержание мелкой пыли ухудшает физические свойства почвы (их труднее обрабатывать).

Таблица 2

Классификация механических элементов почв и пород (по Качинскому Н.А.)

Фракция			Диаметр механических элементов, мм	
Скелет	Камни		> 3	
	Гравий		3-1	
Мелкозём	Физический песок	Песок	Крупный	1,0-0,5
			Средний	0,5-0,25
			Мелкий	0,25-0,05
	Физическая глина	Пыль	Крупная	0,05-0,01
			Средняя	0,01-0,005
			Мелкая	0,005-0,001
		Ил	Глинистый (грубый)	0,001-0,0005
			Коллоидный (тонкий)	0,0005-0,0001
		Коллоиды		< 0,0001

Тяжелые глинистые почвы содержат 65–80% физической глины и 15–35% физического песка, средние суглинки – 20–40% частиц менее 0,01 мм, а супеси – всего 10–20%. Соотношение частиц глины и песка в почвах различного механического состава подзолистого типа образования можно видеть на рисунке 2.

Любые почвы (дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы, каштановые) по механическому составу могут быть песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые. Наиболее ценны в производственном отношении легкосуглинистые и среднесуглинистые почвы.

В них создаются благоприятные условия для обмена между почвенным и атмосферным воздухом, хороший водный режим; химические и биологические процессы обеспечивают растения необходимыми элементами питания. Обработка таких почв требует меньших затрат тяговых усилий.

Песчаные почвы обладают хорошей воздухопроницаемостью и водопроницаемостью, но бедны питательными веществами.

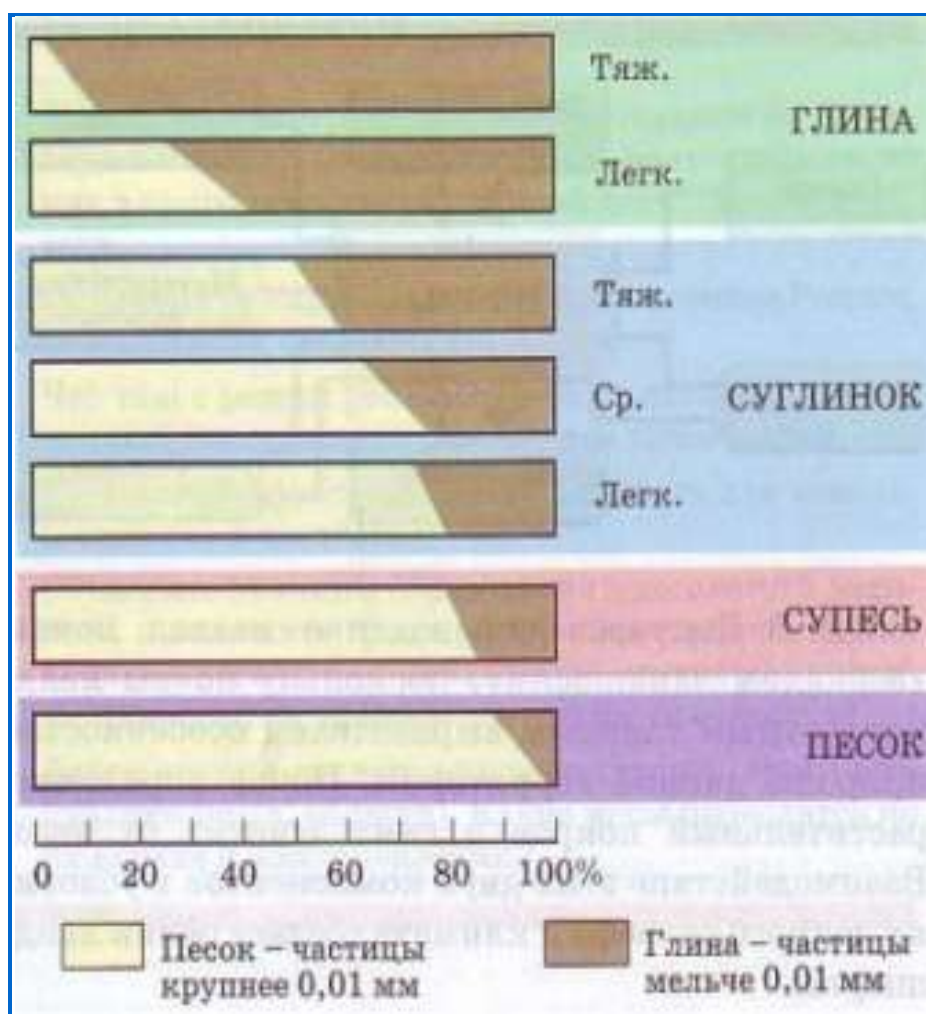


Рис. 2. Соотношение частиц глины и песка в почвах разного механического состава

Тяжелая глинистая почва плохо пропускает воду и воздух, слабо прогревается. За это ее называют холодной почвой. После дождей на ней образуется корка, во влажном состоянии она прилипает к почвообрабатывающим орудиям. В сухом состоянии не крошится и не требует больших усилий для преодоления сопротивления орудиям обработки почвы.

Глинистая почва богата элементами питания растений, но используются они с трудом, так как находятся в труднорастворимом состоянии. Обрабатывать такую почву можно только при полной ее спелости.

Механический состав почвы можно определить простым способом в поле. Для этого почву смачивают водой, разминают до однородной массы и раскатывают на ладони ребром кисти правой руки в шнур толщиной около 3 мм. Затем шнур сворачивают в кольцо диаметром 3 см и при помощи рисунка 3 определяют механический состав почвы.

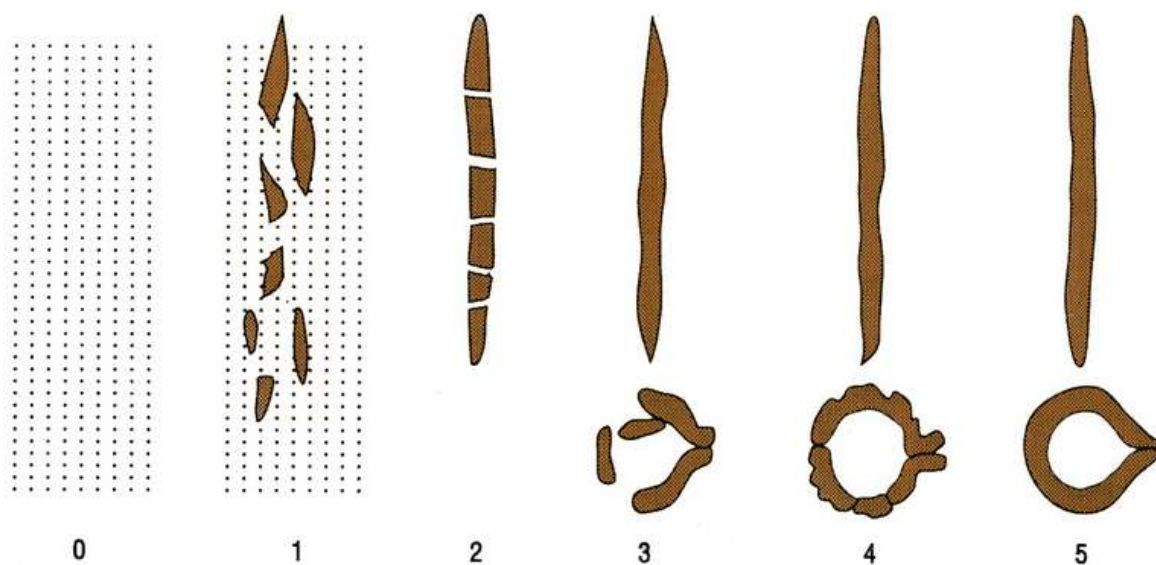


Рис. 3. Простой способ определения механического состава:

0 – шнур не образуется – песок; 1 – зачатки шнура – супесь; 2 – шнур дробится при раскатывании – легкий суглинок; 3 – шнур сплошной, кольцо при свертывании распадается – средний суглинок; 4 – шнур сплошной, кольцо с трещинами – тяжелый суглинок; 5 – шнур сплошной, кольцо цельное – глина

Строение почвенного профиля – это совокупность генетических горизонтов, образующих почвенный профиль. Каждый тип почв имеет свое строение и чередование горизонтов. При описании генетических горизонтов почв существует общая схема, разработанная

В.В. Докучаевым. В почвенном профиле выделяют три основных генетических горизонта: перегнойно-аккумулятивный (горизонт А), переходный (горизонт В) и материнскую породу (горизонт С). Горизонты обозначают начальными буквами латинского алфавита с цифровыми или буквенными индексами подразделений горизонтов. Например, горизонт A_0 имеет значение лесной подстилки, A_D – это дернина, A_1 – гумусово-аккумулятивный. Символ « A_2 » обозначает элювиальный горизонт; «В» – иллювиальный, переходный; «С» – является материнской породой, «D» – представляет подстилающую породу (рис. 4).

Мощность профиля разных почв неодинакова, так как она зависит от природно-климатических условий почвообразования. Ее мощность составляет от нескольких сантиметров до метра и даже более. Отмечают верхнюю и нижнюю границы каждого горизонта. Например, A_0 (0–25 см), B_1 (25–50 см), BC (50–80 см), C (80 см и глубже). Глубина расположения горизонта и характер его мощности указывают на интенсивность почвообразовательного процесса и уровень плодородия почвы. Общая мощность каждой почвы также неодинакова. Так, например, мощность почв тундры – 25–30 см, а у некоторых черноземных почв она достигает 200–300 см.



Рис. 4. Типичный почвенный профиль

Окраска – одно из основных свойств почвы. Она зависит от наличия в почве какого-либо красящего вещества. Окраска почвы связана с ее химическим составом. Окраска горизонтов почвы зависит от ее увлажнения, освещения и структурного состояния. Бесструктурные почвы, к примеру, кажутся более светлыми.

2.3.2. Физико-механические свойства

Механический состав и количество гумуса определяют физико-механические и другие свойства почвы. При обработке большое значение имеет *удельное сопротивление, липкость, связность, физическая спелость почвы*.

Удельное сопротивление позволяет рассчитать необходимую силу тяги для выполнения работы. При обработке плугом удельное сопротивление почвы, которое надо затратить на подрезание, трение о поверхность орудия, крошение и оборачивание обрабатываемого слоя, выражают в кг на 1 см².

Наименьшим удельным сопротивлением обладают песчаные почвы, наибольшим – глинистые. Удельное сопротивление почвы из-

меняется с увеличением глубины обработки почвы. На одном и том же поле при неизменности механического состава удельное сопротивление будет меняться при изменении ее влажности.

Под **связностью** понимают усилие, которое необходимо для преодоления сопротивления разьединения почвенных частиц. Величина связности зависит от механического состава почвы и ее влажности.

Связность наиболее выражена у почвенных разностей, где преобладают частицы диаметром менее 0,001 мм. Поэтому глинистые и суглинистые почвы имеют большую связность, чем супесчаные и песчаные, не содержащие достаточного количества ила. Распыленные почвы более связные, чем структурные. Чем выше связность, тем больше затрачиваются силы на ее преодоление. Большая связность почвы затрудняет развитие корневой системы растений.

Кроме механического состава на величину связности оказывает влияние влажность почвы. Глинистую и суглинистую пересохшие почвы качественно обработать нельзя. Поверхность пашни покрывается глыбами. Сухие глыбы трудно поддаются раздавливанию и крошению. В то же время в воде они расплываются. С увеличением влажности почвы связность ее уменьшается, но появляется липкость.

Липкость почвы – способность почвы прилипать к поверхности рабочих органов сельскохозяйственных орудий и различным предметам. С увеличением липкости повышается тяговое сопротивление, ухудшается качество обработки почвы. Воздушно-сухая почва почти не прилипает к орудиям. Наиболее опасная липкость наступает при заполнении водой всех мельчайших промежутков между частицами почвы, называемых капиллярами. Дальнейшее увеличение влажности снижает липкость. Почва становится текучей, тракторы и почвообрабатывающие орудия передвигаться в такой ситуации по полю не могут, особенно в ситуации полной влагоемкости почвы.

Липкость почвы зависит не только от влажности, но и от механического состава. Почвы грубозернистые имеют небольшую липкость. На почвах с большим содержанием илистых частичек липкость увеличивается. Распыленные почвы более липкие, чем структурные. Глинистая сырая почва при обработке плохо крошится, мажется, образует глыбы. На такой пашне невозможно проводить последующие полевые работы с высоким качеством. Одновременное определение влажности, связности и липкости почвы позволяет установить, при каком диапазоне влажности почвы создаются наименьшие тяговые

усилия для технических средств в момент ее обработки, и сама почва будет хорошо крошиться.

Липкость измеряют силой, которую надо затратить для отрыва от поверхности почвы металлической пластинки площадью 1 см², и выражают в граммах.

Физическая спелость почвы – состояние почвы, при котором она хорошо крошится. Весной многие хозяйства проводят пробную вспашку. Если почва не мажется, хорошо крошится, то время обработки наступило. Замазывание стенки пласта, сильное налипание почвы на орудие обработки и образование при вспашке глыб указывает на избыточную влажность почвы. Наиболее пригодны для обработки почвы с влажностью в пределах 40–60% полной влагоемкости. При увеличении скорости обработки можно начинать при более высокой влажности.

Почвы легкого механического состава, а также почвы, расположенные на повышенных элементах рельефа, весной обрабатывают в более ранние сроки, чем тяжелые и расположенные в пониженных элементах рельефа.

В полевых условиях спелость почвы определяют простым способом. Берут горсть почвы, сжимают в руке комок и сбрасывают с высоты 1 м над землей. Если комок при падении не рассыпается, почва переувлажнена и обрабатывать ее рано. Если комок распадается на отдельные комочки, почва имеет достаточную спелость и ее можно обрабатывать с высоким качеством. Если же при сжатии в руке комок не образуется и почва рассыпается на ладони, значит она пересохла.

Весной, когда наступает физическая спелость почвы, быстро провести обработку всей площади хозяйства не представляется возможным. Поэтому допускается интервал влажности. Более высокая влажность требует повышенных скоростей, затем наступает оптимальная влажность для данной почвенной разности. При дальнейшем снижении влажности необходимо закончить работы.

Легкие песчаные почвы можно обрабатывать и при повышенной влажности. Почвы более тяжелого механического состава в переувлажненном и сухом состоянии обрабатывать нельзя.

2.3.3. Водные свойства и водный режим

Водные свойства характеризуются следующими качествами: *влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемность.*

Водным режимом называют всю совокупность явлений поступления влаги в почву, ее передвижения, удержания в почвенных горизонтах и расхода из почвы.

Почва как многофазная, полидисперсная система способна поглощать и удерживать воду. В ней всегда находится определенное количество воды. Содержание влаги в процентах к массе сухой почвы (высушенной при 105 °С) характеризует влажность почвы. Данный показатель можно выразить также в процентах от объема почвы, в м³/га, в мм.

Вода поступает в почву в виде атмосферных осадков, грунтовых вод, при конденсации водяных паров из атмосферы, при орошении. Главным источником воды в неорошаемом земледелии являются атмосферные осадки.

Вода имеет неоспоримо большое значение для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур. Растения расходуют воду в огромном количестве. Для создания 1 г сухого вещества потребляется от 200 до 1000 г воды. С водой в растения поступают питательные вещества.

От содержания воды в почве зависят интенсивность протекающих в ней биологических, химических и физико-химических процессов, передвижение веществ в почве, водно-воздушный, питательный и тепловой режимы, ее физико-механические свойства, то есть важнейшие показатели почвенного плодородия. Поэтому при возделывании специалисты хозяйств обращают особое внимание на состояние почвы по увлажнению, так как важным фактором оптимального роста и развития растений является содержание влаги в почве. Если почва сухая, высеянные семена будут лежать в ней продолжительное время, пока не наступит благоприятный момент.

В разные фазы роста растения потребляют воду неодинаково. Есть моменты, когда растения потребляют наибольшее количество воды за день. Если в этот период растения будут ощущать недостаток воды, то резко снижается урожай сельскохозяйственной культуры. Такие периоды называют *критическими*.

После прорастания и появления всходов потребление растениями воды увеличивается. Так, потребление воды по фазам развития, к примеру яровой пшеницы, распределяется примерно следующим образом: в период всходов – 5–7% общего потребления воды за весь период вегетации; в фазе кущения этот уровень составляет 15–20%; выхода растений в трубку и колошения – 50–60%; молочного состояния

зерна – 20–30% и восковой спелости – 3–5%. Фазы кущения и выхода растений в трубку – критический период для яровой пшеницы. Недостаток влаги в это время увеличивает количество бесплодных колосков.

Если при высокой влажности почвы скорость набухания и энергия прорастания пропорциональны температуре, то при низкой влажности влияние температуры на набухание семян принимает иной характер: набухание идет тем быстрее, чем выше температура. Однако при 20–24 °С уже на вторые сутки набухание прекращается, и семена начинают терять влагу, в то время как при низких температурах семена продолжают набухать. Подсыхание и гибель уже начавших набухать семян нередки в полевых условиях при недостаточном увлажнении и высоких температурах в послепосевной период.

В полевых условиях приходится считаться и с другими факторами прорастания – доступностью воздуха для семян, а также с механическим сопротивлением почвы росту проростков. Так, на хорошо увлажненных, но плохо аэрируемых дерново-подзолистых почвах в полевых опытах оптимальной обычно оказывается более мелкая заделка семян, чем в степных районах. Мельче заделываются семена и на почвах с тяжелым механическим составом.

Атмосферные осадки – один из основных источников воды для растений. Количество выпавших осадков на территории России крайне неравномерно и распределение их в количественном соотношении тоже неодинаково. Так, в зоне тундры за год выпадает 150–400 мм осадков, лето короткое, испарение небольшое. Регион отнесен к избыточно увлажненной зоне.

В таежно-лесной зоне количество выпавших осадков достигает 500–600 мм в год и значительно превышает величину испарения. Здесь наблюдается периодическое заболачивание некоторых почв. В лесостепной зоне годовое количество осадков – 500–600 мм, а в западной части и к востоку зоны снижается до 300 мм. Это регион неустойчивого увлажнения. Порой здесь создаются условия с очень засушливой погодой. В зоне сухих степей и пустыни величина годовых осадков колеблется от 400–350 до 255–200 мм. В данном регионе выращивание культур часто лимитируется влагой. Во влажных субтропиках в год выпадает 1500–2000 мм осадков, на Дальнем Востоке – 800–1000 мм.

Влагоемкость почвы. Способность почвы удерживать влагу зависит от механического состава почвы, содержания в ней органиче-

ского вещества и размеров пор. Под действием гравитационной тяжести вода по почвенным порам начинает передвигаться вниз. Максимальное количество влаги, удерживаемое почвой после свободного стекания воды, называют **полной влагоемкостью**. Оптимальной для растений влажностью почвы считается 60% полной влагоемкости.

Оптимальную влажность почвы для растений указывают (в процентах полной влагоемкости): для зерновых культур – 65–75, для овощных – 75–80. На почвах легкого механического состава эта величина несколько ниже, а на почвах тяжелого – выше. Оптимальная влажность почвы может быть выражена в процентах веса абсолютно сухой почвы: для песчаных почв – 12%, для подзолистых суглинков – 18, для черноземной почвы – 24%.

Дальнейшее снижение влажности в почве приводит к размещению воды в порах с малым диаметром, которые называют капиллярами. Находящаяся в них вода носит название *капиллярной*. Эта форма воды является постоянным источником снабжения растений влагой. Когда количество капиллярной воды в почве уменьшается и сохраняется только на стыках между почвенными частицами или комочками, наступает увядание растений. Следует сделать вывод о том, что не вся вода, находящаяся в почве, является доступной для растений. Если количество воды в почве уменьшается до $2/3$ полевой влагоемкости, растения уже замедляют рост.

Подъем воды по капиллярам к поверхности приводит к испарению, что является непроизводительной потерей влаги из почвы. В засушливой зоне при большой концентрации солей в грунтовых водах капиллярное поднятие и испарение с поверхности приводит к засолению почвы. Передвижение воды вверх по капиллярам называют **водоподъемной способностью почвы**.

Водопроницаемость – способность почвы впитывать и пропускать через себя воду в единицу времени. Водопроницаемость разных по механическому составу почв неодинакова. Грубозернистые почвы обладают хорошей водопроницаемостью, но у них малая влагоемкость. Чем мельче частицы почвы, тем больше в ней пор с очень малым диаметром, сильнее проявляются действия капиллярных сил, и увеличивается влагоемкость почвы. С увеличением влагоемкости резко падает водопроницаемость.

Песчаные частицы не удерживают воду, поэтому она не застаивается на поверхности песчаных почв, а проникает в глубинные слои

и, соединяясь с грунтовыми водами, теряется для растений. Вместе с водой вымываются питательные вещества.

Мелкозернистые и глинистые почвы слабо пропускают через себя воду. От застоя воды на поверхности подобных почв растения вымокают и гибнут. В верхних слоях почвы вода вытесняет воздух, занимает все поры, в результате затрудняется жизнедеятельность аэробных бактерий, замедляется разложение органических остатков и накопление в почве азота. Растения начинают страдать от недостатка воздуха и питательных веществ.

На почвах илистого механического состава даже небольшие осадки не впитываются, а стекают. На склонах это приводит к значительному смыву почвы, образованию сначала небольших промоин, которые затем превращаются в овраги.

Положительное влияние на водные свойства оказывает внесение в почву органических удобрений и гипса на солонцах. Для увеличения влагоемкости легких почв вносят прудовой ил – 30–40 т/га. Хорошие результаты дает применение навоза и торфа. Торф может удерживать воды в 4 раза больше своего веса, а навоз – столько, сколько весит сам в сухом состоянии. Кроме навоза и торфа используют и зеленые удобрения. Органическое вещество улучшает водные свойства как легких, так и тяжелых глинистых почв. Накопление в почве перегноя – это самое мощное и действенное средство увеличения влагоемкости почвы.

Испаряющая способность почвы. Значительная часть воды может испаряться с поверхности почвы. Величина испарения зависит от влажности приземного слоя воздуха, температуры воздуха, скорости ветра. В солнечную и ветреную погоду верхний слой почвы пересыхает быстрее, чем в тихую и сырую. Чем темнее по окраске почва, тем больше она испаряет влаги. Характер поверхности почвы тоже может влиять на степень интенсивности испарения влаги из почвы. Так, с гребнистой, волнистой, глыбистой поверхности испарение увеличивается за счет большей площади по сравнению с ровной поверхностью почвы. Чем больше влажность почвы, тем больше с ее поверхности испаряется влаги.

Не меньшее значение имеет и механический состав почвы. Песчаная почва теряет воду интенсивнее, чем даже рыхлая комковатая суглинистая.

Выделяют следующие основные категории и формы почвенной воды, различающиеся между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности:

– *Гравитационная вода* – размещается в крупных некапиллярных порах, легко передвигается по профилю почвы под действием гравитационных сил.

– *Капиллярная вода* – заполняет капиллярные поры, передвигается в них под влиянием капиллярных сил.

– *Парообразная вода* – содержится в почвенном воздухе, в порах, свободных от воды.

– *Твердая вода* – лед.

– *Гигроскопическая, химическая* (прочно связанная) *вода* – образуется в результате адсорбции паров воды на поверхности твердых частиц почвы; непосредственно примыкает к ним в виде пленки из 2–3 ориентированных слоев молекул воды; удерживается очень прочно, совершенно недоступна растениям. Эта форма воды отличается по свойствам от свободной воды, обладает повышенной плотностью, низкой электропроводностью, не растворяет вещества, растворимые в свободной воде, замерзает при низкой температуре (от -4 до -78 °С).

– *Пленчатая* (рыхлосвязанная) *вода* – образуется в результате действия явления физколлоидной химии: сорбционные силы поверхности почвенных частиц не насыщаются полностью за счет парообразной воды. Так, при соприкосновении твердых частиц почвы с жидкой водой образуется дополнительная пленка из слабоориентированных молекул воды. Толщина этой пленки может достигать нескольких десятков молекул воды. Дополнительно сорбированная вода называется рыхлосвязанной, удерживается менее прочно, может передвигаться от почвенной частицы с большей пленкой к тем частицам, где пленка тоньше. Для растений данная форма воды доступна лишь частично.

Свободная вода – не связана силами притяжения с почвенными частицами, доступна растениям, различают 2 ее формы: капиллярную и гравитационную.

Для растений доступна та часть почвенной влаги, которая может быть усвоена процессе их жизнедеятельности. *Доступную воду называют продуктивной влагой*, так как она используется на формировании урожая.

Корневая система растений, поглощая воду из почвы, развивает сосущую силу, превышающую всасывающее давление почвы. Поэто-

му вся влага, которая удерживается силами, большими, чем сосущая сила корневых волосков, недоступна растениям. Сосущая сила корней многих сельскохозяйственных культур составляет не более 15 атм. Если доступная влага использована, растения завядают.

Влажность почвы, при которой проявляется устойчивое завядание растений, называют влажностью завядания (ВЗ).

Первые признаки завядания растений – потеря тургора. При устойчивом завядании тургор не восстанавливается, происходят необратимые изменения в клетках.

Влажность завядания зависит от вида растений и свойств почвы. Чем тяжелее механический состав почвы, чем больше в ней органического вещества, тем выше ВЗ. В среднем она составляет: песках – 1–3%, в супесях – 3–6, в суглинках – 6–15, в торфяных почвах – 50–60%. Влажность завядания является нижним пределом содержания продуктивной влаги в почве.

2.3.4. Воздушные свойства и воздушный режим

К воздушным свойствам почв относятся *воздухопроницаемость* и *воздухоемкость*.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух. Показатель воздухопроницаемости измеряется количеством воздуха (в мл), прошедшего под определенным давлением в единицу времени через площадь сечения почвы 1 см² при толщине слоя 1 см. Чем полнее выражена воздухопроницаемость, тем лучше газообмен, тем больше в почвенном воздухе O₂ и меньше CO₂.

Воздухопроницаемость зависит от механического состава почвы, ее плотности, влажности, структуры. Воздух почвы передвигается по порам, не заполненным водой и не изолированным друг от друга. Чем крупнее поры аэрации, тем лучше воздухопроницаемость. В структурных почвах, где наряду с капиллярными порами имеется достаточное количество крупных некапиллярных пор, создаются наиболее благоприятные условия для воздухопроницаемости.

Воздухоемкость – характеризует содержание воздуха в объемных процентах. Количество воздуха в почве зависит от влажности и пористости почвы. Чем выше пористость и меньше влажность, тем больше воздуха содержится в почве.

Максимальная воздухоемкость характерна для сухих почв и равна общей пористости. Однако в природных условиях почвы всегда

содержат то или иное количество воды, поэтому величина воздухоемкости очень динамична.

В воздушно-сухом состоянии воздухоемкость почвы равна разности между общей пористостью и объемом гигроскопической воды. Особое значение имеет воздухоемкость почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости и являющаяся аналогом некапиллярной пористости. Если объем пор, занятых воздухом, при наименьшей влагоемкости составляет менее 15%, то аэрация почв недостаточная, чтобы обеспечить благоприятный состав почвенного воздуха. Оптимальные условия для газообмена создаются при содержании воздуха в минеральных почвах 20–25%, а в торфяных – 30–40%.

Воздушным режимом почв называют совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, передвижения его в профиле почвы, изменения состава и физического состояния при взаимодействии с твердой, жидкой и живой фазами почвы, а также газообмен почвенного воздуха с атмосферным.

Почвенным воздухом называется смесь газов и летучих органических соединений, заполняющих поры почвы, свободные от воды. Главные источники газовой фазы почвы – атмосферный воздух и газы, образующиеся в самой почве. С атмосферным воздухом в почву поступает кислород, необходимый для дыхания корней растений, аэробных микроорганизмов, почвенной фауны.

В процессе дыхания кислород потребляется с выделением углекислого газа. Большинство растений не может существовать без непрерывного притока кислорода к корням и выхода углекислого газа из почвы. Если изолировать почву от атмосферного воздуха, то кислород в ней израсходуется полностью через несколько суток. Следовательно, почвенный воздух обеспечивает живые организмы кислородом только при условии постоянного обмена с атмосферным воздухом. Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называется *газообменом*, или *аэрацией*.

Свободный почвенный воздух размещается в капиллярных и некапиллярных порах почвы, обладает подвижностью, способен свободно перемещаться в почве и обмениваться с атмосферным. Наибольшее значение в аэрации почв имеет воздух некапиллярных пор, практически всегда свободных от воды.

Адсорбированный почвенный воздух – газы, сорбированные поверхностью твердой фазы почвы. Адсорбция газов сильнее проявляется в почвах тяжелого механического состава, богатых органиче-

ским веществом. Газы адсорбируются в зависимости от строения их молекул в следующей последовательности: $N_2 < O_2 < CO_2 < NH_3$.

Растворенный почвенный воздух – газы, растворенные в почвенной воде. Растворимость газов в почвенной воде возрастает с повышением их концентрации в свободном почвенном воздухе, а также с понижением температуры почвы. Хорошо растворяются в воде аммиак, сероводород, углекислый газ. Растворимость кислорода сравнительно небольшая.

Растворенные газы проявляют высокую активность. С насыщением почвенного раствора CO_2 повышается растворимость карбонатов, гипса и других минеральных соединений. Растворенный кислород поддерживает окислительные свойства почвенного раствора.

Запасы растворенного кислорода в почве быстро расходуются без их пополнения. Содержание кислорода в почвенных растворах изменяется от 0 до 14 мг/л в зависимости от температуры почвы и активности в ней биохимических процессов. Высокая насыщенность почвенного раствора кислородом (6–14 мг/л) отмечается ранней весной. В этот период почвы переувлажнены водой, обогащенной кислородом, а расход жизненно важного элемента – кислорода – в почве еще невелик вследствие низкой биологической активности.

Потребность в кислороде корней растений удовлетворяется главным образом за счет свободного почвенного воздуха, обеспечивающего постоянную аэрацию между почвой и атмосферой.

Свободный почвенный воздух, несмотря на его постоянную связь с атмосферным, характеризуется рядом особенностей. *Состав атмосферного воздуха* довольно постоянный, и содержание его основных компонентов изменяется незначительно. В атмосферном воздухе содержится: азота (N_2) – 78,08%, кислорода (O_2) – 20,95%, аргона (Ar) – 0,93%, углекислого газа (CO_2) – 0,03%.

Почвенный воздух отличается динамичностью. Наиболее динамичны в составе почвенного воздуха кислород (O_2) и углекислый газ (CO_2). Их содержание в почве сильно колеблется в соответствии с интенсивностью потребления кислорода и продуцирования углекислого газа, а также скоростью газообмена между почвой и атмосферой. В почвенном воздухе может содержаться CO_2 в десятки и сотни раз больше, чем в атмосферном воздухе, а концентрация кислорода может снизиться с 20,9 до 15–10% и ниже.

В пахотных, хорошо аэрируемых почвах с благоприятными физическими свойствами содержание CO_2 в почвенном воздухе в течение

вегетации растений не превышает 1–2%, а содержание O_2 не бывает ниже 18%. При переувлажнении в пахотных почвах тяжелого механического состава содержание CO_2 может достигать 4–6% и более, а O_2 падать до 15–17% и ниже. В заболоченных почвах, к примеру, наблюдаются еще более высокие концентрации CO_2 и низкие – O_2 .

Азот почвенного воздуха мало отличается от атмосферного. Некоторые изменения в содержании азота происходят в результате связывания его клубеньковыми бактериями, проявления денитрификации. В почвенном воздухе обнаруживается и другой характерный продукт денитрификации – закись азота (N_2O).

По литературным данным, в почвенном воздухе в небольшом количестве ($1 \cdot 10^{-9}$ – $1 \cdot 10^{-12}$ %) постоянно присутствуют летучие органические соединения различной природы (этилен, метан и др.). С ухудшением аэрации почв в почвенном воздухе этилен накапливается в концентрациях, превышающих уровень токсичности для корней растений (0,001%). В почвенном воздухе заболоченных и болотных почв могут находиться в заметных количествах аммиак, водород, метан.

Почвенный воздух неоднороден по составу и подвижности, что обуславливается разнообразием пор по размеру в почвах. В более крупных порах воздух более подвижен, менее обогащен CO_2 , больше содержит O_2 .

Газообмен, или аэрация, осуществляется через воздухоносные поры почвы, сообщающиеся между собой и с атмосферой. К факторам газообмена относятся: диффузия, поступление влаги в почву с осадками или при орошении, изменение температуры почвы и атмосферного давления, влияние ветра, изменение уровня грунтовых вод или верховодки.

Диффузия – перемещение газов в соответствии с их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе O_2 меньше, а CO_2 больше, чем в атмосфере, то под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления O_2 в почву и выделения CO_2 в атмосферу.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха.

Изменение температуры почвы и атмосферного давления, действие ветра и уровня грунтовых вод также вызывают объемные из-

менения воздуха в почве и, как следствие, общий ток его из почвы или в почву.

Некоторые рассмотренные факторы газообмена действуют в природных условиях совместно, однако основным следует признать диффузию. Диффузия газов через почву идет медленнее, чем в свободном воздухе.

Для корней растений необходима аэрация почвы, которая связана с переносом CO_2 и O_2 не только через воздухоносные поры, но и через пленку воды, окружающую корни.

Состояние газообмена определяется воздушными свойствами почв.

Интенсивность дыхания почвы – характерный показатель воздушного режима. Величина дыхания почвы колеблется в широких пределах (от 0,5 до 10 кг/га на 1 м² и более) в зависимости от свойств почв, гидротермических условий, характера растительности. Наиболее активно CO_2 выделяется из почвы в период интенсивного роста и развития корневой и вегетативной массы растений при благоприятных условиях влажности и температуры.

Широко используется оценка условий аэрации почв по составу почвенного воздуха. Концентрация CO_2 выше 2–3%, а O_2 ниже 19–18% ограничивает продуктивность многих сельскохозяйственных культур. В ряду по требованию к условиям аэрации их можно расположить следующим образом: картофель > кукуруза > зерновые > многолетние травы.

Для растений большое значение имеет продолжительность периода с неблагоприятной аэрацией, поэтому необходимо знать динамику состава почвенного воздуха.

Суточная динамика CO_2 и O_2 распространяется до глубины 30–50 см в соответствии с колебаниями температуры. Обновление состава почвенного воздуха возможно на 10–15%.

В годовом цикле динамики O_2 и CO_2 в почвенном воздухе максимальное содержание O_2 и минимальное CO_2 приходится на летний период, а осенью и зимой почвенно-грунтовая толща освобождается от ранее накопленного углекислого газа. В течение вегетационного периода состав почвенного воздуха значительно изменяется в зависимости от погодных условий. При оптимальной влажности с повышением температуры почвы содержание CO_2 в почвенном воздухе увеличивается, а O_2 уменьшается. При высокой температуре и низкой влажности (близкой к влажности завядания) состав почвенного воздуха мало отличается от атмосферного.

В почвах нормального увлажнения содержание O_2 в почвенном воздухе, как правило, уменьшается от верхних горизонтов к нижним, а количество CO_2 , наоборот, увеличивается. Воздушный режим почв оптимизируется при их окультуривании. Регулирование реакции среды, применение органических и минеральных удобрений, орошение почв активизируют биологические процессы в почвах, повышают интенсивность дыхания почв при наличии доступной влаги.

2.3.5. Тепловые свойства и тепловой режим

Почва находится в постоянном контакте с атмосферой и подвержена воздействию атмосферного климата. Важный элемент этого воздействия – постоянный приток к поверхности почвы солнечной радиации. При этом часть тепла поглощается почвой и идет на ее нагревание, а часть отдается в атмосферу в результате излучения. Поступление тепла в почву и его отдача в атмосферу – явления динамичные. Они определяются суточными и сезонными изменениями в поступлении солнечной радиации и в большей степени зависят от свойств самой почвы. Тепловое состояние почвы характеризуется показателями температуры ее генетических горизонтов.

*Совокупность явлений поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепла называется **тепловым режимом почвы***. Тепловой режим вместе с водным определяет динамику почвообразовательных процессов. Температура выступает как важный фактор интенсивности химических, физико-химических, биохимических и биологических процессов в почве. С ней связаны растворение и осаждение различных соединений в почве, жизнедеятельность микроорганизмов и почвенной фауны.

Тепло – необходимый фактор роста и развития растений. От температурных условий зависят развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур: прораствание семян, развитие корневых систем, быстрота прохождения отдельных стадий, интенсивность фотосинтеза. Недостаток теплообеспеченности почв может выступить как главный фактор снижения продуктивности растений и даже их гибель. Поэтому очень важно знать специалистам агрономической службы закономерности формирования температурного режима и приемы его регулирования.

Солнечная радиация – главный источник тепла в почве. Небольшое количество тепла почва получает из глубинных слоев Земли и за счет химических, биологических и радиоактивных процессов,

протекающих в верхних слоях литосферы. Тепло, образующееся при разложении органических веществ (навоза, растительных остатков, бытовых городских отходов и др.), широко используют в практике овощеводства закрытого грунта.

К тепловым свойствам почвы относятся *теплопоглощательная способность, теплоемкость и теплопроводность*.

Теплопоглощательная способность – способность почвы поглощать лучистую энергию Солнца. Она характеризуется величиной альбедо (А). *Альбедо* – количество коротковолновой солнечной радиации, отраженное поверхностью почвы и выраженное в процентах от общей солнечной радиации, достигающей поверхности почвы. Чем меньше альбедо, тем больше поглощает почва солнечной радиации. Альбедо зависит от цвета, влажности, структурного состояния, выравниваемости поверхности почвы и растительного покрова (табл. 3).

Таблица 3

Альбедо (А) некоторых почв, растительных ассоциаций и ландшафтов, %

Объект	А	Объект	А
Песок серый	9–18	Песчаная пустыня	30
Песок белый	30–40	Лиственный лес	18
Глина сухая	23	Хвойный лес	14
Глина влажная	16	Водная поверхность	10
Чернозем сухой	14	Пшеничное поле	10–25
Чернозем влажный	8–9	Луговая растительность	19–26

Темные, богатые гумусом почвы поглощают больше солнечной радиации, чем светло-каштановые, а также влажные, по сравнению с сухими.

Теплоемкость (С) – свойство почвы поглощать тепло. Этот показатель характеризуется количеством тепла в калориях, необходимого для нагревания единицы массы 1 г или объема 1 см³ на 1 °С. В связи с этим различают весовую (или удельную) и объемистую теплоемкость почв. Теплоемкость почвы зависит от минералогического и механического состава, содержания органического вещества, влажности почвы, ее пористости и содержания воздуха.

Теплопроводность – способность почвы проводить тепло. Это очень важное свойство почвы, от которого зависит скорость передачи тепла от одного слоя к другому. Измеряется количеством тепла в калориях, которое проходит в 1 с через 1 см³ слоя почвы толщиной

1 см. В почве наряду с твердой фазой – органической и минеральной – содержатся в порах воздух и вода. Поэтому и передача тепла может в отдельных участках осуществляться через минеральные и органические частицы и разделяющие их воду и воздух. Каждая из этих составных частей почвы обладает разной теплопроводностью.

Теплопроводность минеральной части в среднем в 100 раз больше, чем воздуха, а воды – в 28 раз. Поэтому, чем влажнее почва, тем больше ее теплопроводность, а чем рыхлее – тем меньше. Летом при просыхании верхнего слоя почвы его теплопроводность уменьшается, и как следствие, уменьшается и передача тепла из верхнего слоя вниз.

Тепловой режим почв формируется под влиянием атмосферного климата (потока солнечной радиации, условий увлажнения и континентальности и др.), а также условий рельефа, растительности и снежного покрова. Основным показателем теплового режима почвы, который характеризует ее тепловое состояние, является температура почвы.

2.3.6. Химические свойства

Основным критерием оценки потенциала пригодности почвы для возделывания культур является содержание гумуса в почве. В состав гумуса входят две основные группы веществ: гуминовые кислоты и фульвокислоты. Гумусовые вещества принимают активное участие в выветривании минералов и горных пород, и в дальнейшем им принадлежит ведущая роль в формировании почвенного профиля и морфологических признаков почв.

Гуминовые кислоты – темноокрашенные высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты. Они не растворимы в воде и минеральных кислотах, хорошо растворимы в особых растворах щелочей, их состав: углерода – 52–62%; кислорода – 31–39; водорода – 2,8–8,6; азота – 1,7–5,0%.

Фульвокислоты – светлоокрашенные высокомолекулярные органические кислоты, растворимы в воде, кислотах, слабых щелочных растворах, их состав: С – 40–52%; О – 42–52; Н– 4–6; N – 2–6%. Благодаря наличию гумусовых веществ в гумусе накапливаются и длительное время сохраняются все основные элементы питания растений, а также происходит разрушение токсических веществ.

Источником гумуса являются остатки растений, микроорганизмов, животных, обитающих в верхнем слое почвы и на ее поверхности. Масса наземного опада ежегодно составляет 0,5–13 т/га, корне-

вых систем – 6–13 т/га. В культурных агроценозах, наряду с корневыми и пожнивными остатками, важным источником гумуса являются органические удобрения (торф, навоз, сапропели). Органические остатки, благодаря деятельности микроорганизмов, переходят в более подвижные простые соединения.

Некоторая часть промежуточных продуктов с участием кислорода воздуха, воды, ферментов, микроорганизмов превращается в гуминовые кислоты, поэтому сам процесс называется *гумификацией*. С наличием гумуса связан *почвенный поглощательный комплекс* (ППК) – это совокупность коллоидов почвы, способных к реакциям обмена.

Источниками кислотности являются свободные кислоты, кислые соли, обменные ионы водорода и алюминия. В зависимости от способа вытеснения ионов водорода и алюминия из почвенного поглощающего комплекса различают две формы потенциальной кислотности: обменную и гидролитическую. Обычно в практике используются показатели обменной кислотности, которая определяется при обработке почвы раствором нейтральной соли (KCl) и выражается в рН.

Кислотность почвы – основной показатель качества почвы. К кислым почвам относятся: подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные, торфяно-болотные, выщелоченные черноземы и др. Естественный основной источник кислотности почвы – органические кислоты. Они образуются при разложении растительных остатков микроорганизмами без доступа воздуха и просачиваются в толщу почвы с атмосферной влагой. Подкисление почвы происходит при вымывании осадками кальция и магния из корнеобитаемого слоя. Кислоты могут накапливаться в почве и от систематического применения так называемых физиологически кислых удобрений: сульфат аммония, хлористый аммоний, аммиачная селитра, суперфосфат, хлористый калий.

Повышенная кислотность почвы отрицательно влияет на рост и развитие большинства культурных растений, мешает благоприятному ходу микробиологических процессов в почве. Однако имеются в природе культурные растения, которые очень требовательны к почвенным условиям. Так, клевер очень чувствителен к повышенной кислотности почвы (не любит кислые почвы, предпочитает щелочные). Таким образом, подкисляя почву на месте его произрастания, возможно угнетать его рост до полного устранения. Но менее чувствительны к повышенной кислотности злаковые культуры, в том числе и

газонные травосмеси. А некоторые растения хорошо растут на кислых почвах, например верески, рододендроны, люпины. Так возможно создавать красиво цветущие поляны разноцветного многолетнего люпина на ареалах кислых почв на участке.

Почвы в соответствии с преобладающими в них химическими соединениями могут быть кислыми, нейтральными и щелочными. Кислотность почвы принято условно обозначать латинскими буквами рН с соответствующей цифрой. У каждого типа почв есть свои растительные индикаторы рН. Величина рН=7 – нейтральная реакция; рН < 7 – кислая, рН > 7 – щелочная.

Растения, произрастающие на различных почвах и характеризующие одно из основных их свойств – кислотность:

– кислые почвы: полевой хвощ, подорожник, вероника, пикульник, пырей ползучий, вереск;

– сильнокислые почвы: сосна Веймутова, мхи-сфагнумы, зеленые мхи, ситник тощий, пушица, щучка, белоус, вереск, плаун булавовидный, водянка черноплодная, марьянник дубравный (рН = 3,0–4,5);

– умеренно кислые почвы: вполне приемлемы для березы бородавчатой, ели обыкновенной, лиственницы сибирской, сосны обыкновенной, черники, фиалки собачьей, брусники, багульника; нормально вегетация идет и у сушеницы, кошачьей лапки, толокнянки, калужницы болотной, различных видов лютика (едкого и лугового), седмичника европейского (рН = 4,5–6,0);

– слабокислые почвы: нормальное физиологическое развитие идет у акации белой, яблони лесной, липы мелко- и крупнолистной, березы бородавчатой и пушистой; хороший рост в этих условиях создается для клена остролистного, дуба черешчатого и красного, тополя канадского, вяза гладкого; нормальный рост обеспечивается и для груши, малины, крыжовника, смородины, земляники, ветреницы лесной, а также папоротника, медуницы неясной, зеленчука, колокольчика, овсяницы лесной, бора развесистого, осоки, купены многоцветковой (рН = 6–6,7).

На нейтральных почвах:

– кислотно-нейтральная почва: черемуха обыкновенная, каштан конский, орех маньчжурский, смородина черная, малина, лещина обыкновенная, крапива жгучая, клубника (рН = 6,7–7,0);

– околонеутральные почвы: клевер горный, смоловка поникшая, таволга шестилепестная, мыльнянка (рН = 7,0–7,3);

– нейтрально-щелочные почвы: люцерна серповидная, мать-и-мачеха, полынь горькая (рН = 7,3–7,8).

На щелочных почвах благополучно растут и развиваются абрикосы, персики, черешня, вишня, слива, вяз, крушина, бузина, лебеда бородавчатая, поташник облиственный, астра солончаковая, кермес Гмелина, хмель, куриное просо (рН = 7,8–8,5).

Существуют растения, которые обитают на почвах с любым значением рН от 3,0 до 9,5, т.е. от сильнокислых до сильнощелочных. В этой группе следует указать такие виды, как сосна, береза пушистая, лютик ползучий, земляника, мышиный горошек, марь белая, птичья гречиха. Эту группу растений, растущих на почвах разной кислотности, использовать в качестве индикаторов рН нельзя.

Химический состав почвы можно определить и другими способами:

- полить комок земли уксусом, если «зашумит» – почва щелочная;
- с вертикальных стенок ямки глубиной и шириной на штык лопаты срезать по всей глубине тонкий слой земли, хорошо перемешать с водой и сжать в руке вместе с лакмусовой бумагой. В случае, если бумага изменит цвет на красный, то почва сильнокислая, розовый – среднекислая, желтый – слабокислая, зелено-голубой – близка к нейтральной, синий – нейтральная, зеленый – щелочная.

Кислотность можно изменять, внося соответствующие органические и минеральные удобрения. Нормативные показатели для садовой земли колеблются обычно в пределах рН 4–8. Для большинства растений наиболее благоприятна рН – нейтральная и даже слабокислая почва, кислотность которой находится в пределах 5,0–7,0. При повышенной кислотности почвы значительно снижается эффективность применения удобрений. Во избежание этого почву известкуют.

2.4. Почвенные зоны

На территории Российской Федерации расположены тундровая, таежно-лесная, лесостепная, степная, сухостепная природные зоны и зоны горных областей. В каждой зоне в соответствии с природными условиями сформировался почвенный покров.

Тундровая зона занимает северную часть нашего государства. Почвы маломощные, кислые, бедные питательными веществами. Биологическая жизнь развито слабо. На небольшой глубине залегает вечная мерзлота. Главное направление развития сельского хозяйства на севере зоны – оленеводство, пушное звероводство, морской и рыбной промыслы.

В средней части зоны преобладает травянисто-кустарниковая растительность. Наиболее распространены торфяники небольшой мощности, торфяно-глеевые и подзолистые почвы.

Низкорослые деревья встречаются только в южной тундре, называемой лесотундрой. В этом регионе уже занимаются животноводством. С развитием промышленности стало развиваться и земледелие по берегам рек на почвах легкого механического состава южных и юго-западных склонов. При освоении земель в южной зоне почвы осушают, улучшают тепловой режим внесением больших доз навоза и навозно-торфяных компостов, а кислые почвы известкуют. Недостаток питательных веществ восполняют внесением минеральных удобрений. Применяют гребневую культуру. Для предохранения от западных ветров по границам посевов высаживают кустарники как полевые защитные полосы.

Таежно-лесная зона. Данная зона занимает свыше 55% территории страны. Территория этой северной части страны покрыта хвойными лесами. В южной зоне распространены смешанные хвойные и широколиственные породы. Зима здесь короче, а лето длиннее, чем в тундре (за исключением центральных и северных районов Республики Саха (Якутия), осадков выпадает много, и зону относят к достаточному и избыточному увлажнению.

Почвы таежно-лесного региона более мощные, чем в тундре. Около 86% занимают *дерново-подзолистые* и *болотные почвы*. Микробиологические процессы протекают довольно интенсивно. Это приводит к быстрой минерализации надземной массы травянистой растительности и ежегодно опадающих в лесах хвои и листьев.

Перегнойный горизонт дерново-подзолистой почвы серого цвета, достигает 12–15 см, содержит около 2–3% перегноя. Под перегнойным горизонтом располагается светло-серый подзолистый горизонт. Он обеднен элементами пищи, плотный, что препятствует проникновению корней растений в глубь почвы. В зависимости от величины этого слоя различают степень оподзоленности почвы. Если подзолистый слой больше 25 см – это сильноподзолистая почва; 25–15 см – среднеподзолистая; менее 15 см – слабоподзолистая. Сильнооподзоленные почвы характерны для возвышенных элементов рельефа.

Ниже подзолистого слоя расположен иллювиальный горизонт. В нем накапливаются элементы, вымываемые водой, органическими и минеральными кислотами из верхнего горизонта почвы. Иллювиальный горизонт очень плотный. Его окраска меняется от палевых оттенков в верхней части до красного цвета в более глубоких слоях.

Дерново-подзолистые почвы содержат больше гумуса. Горизонт «А» более темного цвета. Почва менее кислая.

В пониженных местах под влиянием травянистой растительности развиваются более темноокрашенные мощные почвы с незначительным подзолистым слоем. Это дерновые почвы. Чем мощнее перегнойный горизонт и меньше подзолистый слой, тем лучше природные свойства и выше плодородие этих почв.

В местах застоя воды образуются болотные почвы. Верхний слой представлен торфом, а место подзолистого слоя и иллювиального горизонта занимает глеевый горизонт серо-сизой окраски. Глей – плотный слой, образующийся при недостаточном доступе воздуха, в результате чего окисные соединения железа переходят в закисные, вредные для растений формы.

Таежно-лесная зона, несмотря на малоплодородные дерново-подзолистые почвы, часто переувлажненные и заболоченные, с высокой кислотностью, является важной зоной для сельскохозяйственного производства.

Лесостепная зона. Южнее таежно-лесной зоны узкой полосой в европейской части и Западной Сибири тянется зона лесостепных почв. В западной части зоны осадков выпадает много. На востоке годовое их количество уменьшается, нарастает континентальность и засушливость. Это зона неустойчивого увлажнения, здесь испарение превышает годовое количество выпадающих осадков. В зоне распространены лесные почвы, плодородные выщелоченные и типичные черноземы. Встречаются и оподзоленные почвы.

Серые лесные почвы развились под дубовыми, липовыми, кленовыми и другими широколиственными лесами. В Западной Сибири распространены сосново-березовые и березово-осиновые леса. В широколиственных лесах развивается подлесок и растут многолетние травы.

По содержанию гумуса в перегнойном горизонте серые лесные почвы подразделяются на светло-серые (1,5–2,0% гумуса), серые (2–3) и темно-серые (2,5–3,5% гумуса).

Верхний перегнойный горизонт достигает 25 см. Под ним расположен переходный горизонт коричневого цвета 25–45 см, а еще ниже, до глубины 85 см, а иногда и глубже, залегает иллювиальный горизонт коричневого цвета.

Серые лесные почвы являются промежуточными между дерново-подзолистыми и черноземами. По физическим свойствам они лучше

подзолистых почв. Темно-серые лесные почвы по плодородию ближе стоят к черноземам. Менее плодородны светло-серые почвы.

На серых лесных почвах выращивают зерновые, технические, бобовые, крупяные, овощные и другие сельскохозяйственные культуры. Повышение плодородия этих почв связано с систематическим применением органических и минеральных удобрений, углублением пахотного слоя почвы, травосеянием.

Большое значение имеет внедрение научно обоснованных севооборотов на пашне хозяйств, накопление влаги (снегозадержание, использование талых вод на сельскохозяйственных угодьях), ранняя вспашка зяби, применение чистых паров, подбор сортов зерновых культур, приспособленных к местным условиям и т.д.

Оподзоленный чернозем имеет в нижней, а иногда и в средней части гумусового горизонта кремнеземистую присыпку. По сравнению с выщелоченным черноземом оподзоленный содержит меньше гумуса и имеет кислую реакцию пахотного слоя. Выщелоченный чернозем обладает нейтральной реакцией. Эти почвы наиболее плодородные и их используют под посевы ценных сельскохозяйственных культур.

В лесостепной зоне сравнительно часто наблюдается такое явление, как смыв почвы ливневыми осадками и талыми водами (водная эрозия). В результате образуются овраги. Для сохранения плодородия почвы на склонах проводят борьбу с водной эрозией.

В лесостепной зоне Западной Сибири в комплексе с серыми лесными почвами встречаются солонцы, солоды, глеевые почвы.

Степная зона. Южнее лесостепной зоны, от западных границ России до Енисея и отдельными пятнами до Забайкалья, протянулась степная зона с богатыми черноземами. Наряду с черноземами встречаются серые лесные почвы, солончаки и солоды. В степной зоне на содержащих известь лессовидных суглинках когда-то росла богатейшая степная растительность. Травы ежегодно на поверхности оставляли отмершую растительную массу. Остатки растений перерабатывались насекомыми, различными животными, микроорганизмами и превращались в перегной.

Типичные черноземы делят на мощные и тучные. Перегнойный горизонт первых достигает 100 см и более с содержанием гумуса в среднем 15%. *Тучные черноземы* имеют гумусовый слой меньше, чем у мощных черноземов. Содержание гумуса – 10–13%. Тучные черноземы занимают северо-восточную часть зоны.

Обыкновенные черноземы имеют гумусовый горизонт от 45 до 80 см. Количество гумуса в верхнем слое – 9%, на самом юге зоны – 4–6%. Мощность перегнойного горизонта – 50–70 см. Это *южные черноземы*.

Черноземные почвы степной зоны с давних времен распаханы человеком. До сих пор они являются самыми богатыми почвами. Внесение органических и минеральных удобрений, защита от ветровой и водной эрозии, борьба с засухами и суховеями позволяют получать на этих почвах высокие урожаи зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур и корнеплодов.

Зона сухих степей. Сухие степи в Российской Федерации в основном распространены в северной части Крыма, на побережье Черного моря, в восточной части Предкавказья. Встречаются они и в Среднем, и Южном Поволжье, в южной части Западной Сибири (Кулунда), отдельные пятна – в Минусинской впадине и Забайкалье.

Почвообразующей породой зоны являются лессы, лессовидные суглинки, глины. Кроме лессов почвообразующие породы содержат водорастворимые соли.

В зоне сухих степей в основном распространены каштановые почвы. Высокая температура и недостаток увлажнения привели к образованию почв с меньшим содержанием гумуса (3–5%). Глубина перегнойного горизонта – 20–40 см. В зависимости от содержания гумуса различают темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы. Пахотный слой 15–20 см, серого цвета, переходный слой доходит до 39 см. Верхняя часть его равномерно окрашена в каштановый цвет, нижняя имеет серые языки. Иллювиальный горизонт довольно плотный. Вскипание от соляной кислоты начинается с глубины 40 см (солонцеватые почвы).

По плодородию каштановые почвы уступают черноземам, но все они обладают большим естественным плодородием. Недостаток влаги и частые засухи не позволяют получать в этой зоне устойчивые урожаи.

Высокая культура земледелия зоны, внедрение эффективных севооборотов, накопление и сохранение влаги в почве, уничтожение сорной растительности, выполнение работ в лучшие агротехнические сроки, то есть жесткое соблюдение технологической дисциплины при возделывании сельскохозяйственных культур, умелое внесение минеральных и органических удобрений, применение орошения, способствуют увеличению урожая зерновых культур.

В 1954–1960-х годах в этой зоне были освоены значительные площади целинных и залежных земель.

Под воздействием пыльных бурь и при неумелом использовании пашни каштановые почвы постепенно переходят в пустынные бурые почвы.

Окультуривание почвы. Различные приемы обработки почвы позволяют создать глубокий пахотный слой в соответствии с особенностями каждой почвенно-климатической зоны.

В почвах с глубоким пахотным слоем создаются благоприятные условия для роста и развития растений. Корневая система на таких почвах более мощная и проникает в глубь почвенного слоя. Растения становятся более устойчивыми к временному недостатку влаги или избыточному увлажнению.

Но сам прием углубления еще не создает культурного пахотного слоя. У многих почв подпахотный слой обладает отрицательными свойствами, выворачивание которого на поверхность может привести к резкому снижению урожаев сельскохозяйственных культур. Поэтому необходимо постоянно заботиться об окультуривании пахотного слоя и повышении его плодородия.

Основным мероприятием сохранения и повышения культуры земледелия является внедрение эффективных научно обоснованных севооборотов. Каждой культуре отводится свое место в севообороте. Эта мера обеспечивает рациональное использование пашни. Применение минеральных и органических удобрений при выращивании сельскохозяйственной культуры повышает не только урожай продукции, но и сохраняет и улучшает состояние почвы, обогащая ее корневыми и другими биологическими остатками, которые используются в пищу благоприятными почвенными микроорганизмами, тем самым приумножая плодородие почвы. Для подбора культур в схеме севооборота специалисты агрономической службы ведут тщательный подбор сортов.



Контрольные вопросы и задания

1. Раскройте содержание терминов «почва» и «почвенное плодородие».
2. Опишите участие литосферы, гидросферы и атмосферы в формировании почвенного покрова Земли.

3. Назовите важнейшие факторы почвообразования (по Докучаеву В.В.) и поясните их роль в этом процессе.
4. Как классифицируют почвы в зависимости от их механического состава?
5. Дайте характеристику химического состава почвы. Как он влияет на почвенное плодородие?
6. Как формируется водный режим почвы и как он влияет на ее плодородие?
7. Опишите воздушный и тепловой режимы почвы и их влияние на почвенное плодородие.
8. Чем представлено органическое вещество почвы? Как влияет на плодородие почвы содержание в ней гумуса?
9. Назовите важнейшие требования культурных растений к почвам и пути повышения почвенного плодородия.
10. Дайте характеристику почвенных географических зон Российской Федерации.

3. РАСТЕНИЯ В АГРОЦЕНОЗАХ

3.1. Условия роста и развития растений

Рост растения – это увеличение его размеров и массы. **Развитие растения** – это уже качественные изменения структуры и функций его органов во времени, переход из одного этапа жизни (например, фазы вегетации или этапа органогенеза) в другой. Рост и развитие не всегда проходят синхронно (озимые).

Индивидуальное развитие растения от семени до семени (у однолетних культур) или от прорастания семени до отмирания растения (у многолетних культур) называют **онтогенезом**. При этом последовательное образование и развитие в онтогенезе отдельных органов растения называют **органогенезом**. Условно выбранные периоды онтогенеза, в которые происходят видимые морфологические измене-

ния в растении, называют **фенологическими фазами развития**. Например, у зерновых хлебов наблюдаются следующие фенофазы: всходы – кущение – выход в трубку – колошение или выметывание – цветение – формирование зерна – созревание.

Вегетационный период – это период от посева (или всходов) до созревания семян у однолетних культур, а у многолетних – от весеннего пробуждения до осеннего прекращения роста. **Вегетативный период** – это период от всходов до начала бутонизации или колошения у однолетних культур, или от начала весеннего отрастания до начала бутонизации или колошения у многолетних. **Генеративный период** – это период от начала бутонизации или колошения до полной спелости семян.

Посев выращиваемых культур обычно проводят в чистом виде, но посевы могут быть также *смешанными* (смесью семян ряда культур, высеваемых в один рядок) и *совместными* (высев ряда культур на одном поле чередующимися рядами или полосами). Иногда высевают специально подобранные смеси сортов одной культуры – такие смеси называют *блендами*.

Продукцию, которую человек получает в результате выращивания сельскохозяйственных растений, называют **урожаем**. Урожай культуры с единицы площади посева называют **урожайностью**. Она зависит от наследственных способностей выращиваемой культуры, ее сорта, от условий выращивания. Наибольшую урожайность, обусловленную генотипом культуры и ее сорта, которая реализуется при удовлетворении всех требований их биологии, называют **потенциальной урожайностью**.

Факторы жизни растений, без которых невозможна их жизнедеятельность, подразделяются на **земные** и **космические**. **Космические** практически не регулируются в земледелии, к ним относятся свет и тепло.

1. Свет. Свет обеспечивает необходимую энергию, которую растения используют в процессе фотосинтеза для образования органического вещества. Однако растения используют не все лучи солнечного света, а только длиной волны 380–710 нм (10^{-9} м). Этот участок оптического излучения обеспечивает фотосинтез растений и получил название **фотосинтетически активная радиация (ФАР)**. Культурные растения используют лишь незначительную часть ФАР – 0,5–2,5%. Чем выше коэффициент использования ФАР, тем выше

урожай. Наивысшим фотосинтетическим потенциалом обладают растения при площади листовой поверхности 40 000 м²/га.

Биологическая реакция растений на продолжительность светового воздействия называется **фотопериодизмом**. Потребность растений в освещении может очень сильно отличаться. В зависимости от географических особенностей их происхождения различают *растения длинного дня, растения короткого дня и нейтральные*.

Характерным отличием **растений длинного дня** является начало фазы цветения при условии увеличения продолжительности светового дня до 13 и более часов в сутки. Если световой день более короткий и освещения недостаточно, они будут продолжать свой рост, интенсивно образуя зеленую массу, но не вступая в фазу цветения. Как правило, в эту группу входят растения умеренных и северных широт.

Из огородных культур к растениям длинного дня относятся: морковь, сельдерей, свекла, лук, редис, капуста, картофель, салат, шпинат, редька, петрушка, укроп, репа, пастернак, брюква и др.; из злаковых – пшеница, рожь, ячмень, овес. При коротком периоде освещения растения длинного дня не смогут образовать плоды, либо урожай будет ничтожным. Эта особенность длиннодневных растений определяет и правильные сроки их сева. В случае позднего сева они дают меньший урожай и худшего качества, чем при раннем весеннем севе. По завершении плодоношения растений их дальнейшее развитие практически не зависит от продолжительности дневного освещения.

Растения короткого дня – как правило, обитатели южных широт. К наиболее часто возделываемым огородным культурам, входящим в эту группу, относятся фасоль, перец, баклажаны, помидоры, огурцы, тыква, дыня, кукуруза, кабачки, подсолнечник, базилик; а из зерновых – просо, хлопчатник, суданская трава, соя и др. Для их цветения и плодоношения необходимым условием является продолжительность темного времени суток более 12 часов.

Нейтральные культуры развиваются, цветут и плодоносят без ярко выраженной зависимости от продолжительности дня и ночи. К ним относятся гречиха, цикламен, арбуз, спаржа, а также большинство сортов и гибридов культур, выращенных и адаптированных для средних широт.

Чувствительность растений к соотношению дня и ночи может несколько меняться в зависимости от окружающей температуры, влажности, интенсивности и качества освещения, а также от мине-

рального питания растений. Реагировать на продолжительность освещения может как взрослое растение, так и его семена.

Освещение растений может быть как естественным (солнечный или лунный свет), так и искусственным (электрические лампы и различные излучатели). Следует учитывать разное воздействие спектра световых лучей в зависимости от длины их волн. К наиболее важным относятся красная и сине-фиолетовая зоны спектра. Именно они влияют на обмен веществ и процесс роста растений. Короткодневные растения воспринимают синий свет как темноту и скорее переходят к цветению. Также реагируют длиннодневные растения на свет красного спектра; сине-фиолетовый – провоцирует замедление роста и торможение функций плодообразования. Самый нейтральный – свет зеленого спектра, он не вызывает ощутимых изменений в росте и развитии растений. Инфракрасное излучение способствует получению быстрого урожая. А при его снижении вегетационный период затягивается, но показатель урожайности увеличивается.

По отношению к интенсивности освещения различают культуры **светолюбивые** (*гелиофиты*), **теневыносливые** (многолетние травы), **теновые**.

Существует ряд приемов, которые позволяют более полно использовать солнечное излучение. Таковыми являются: регулирование сроков сева, густоты стояния растений, состава травосмесей, высев культур с длиной дня, соответствующей географической широте, проведение борьбы с сорняками, вредителями, возбудителями болезней сельскохозяйственных культур, искусственное освещение в теплицах и другие приемы агротехники.

2. Тепло. Главный источник тепла – солнечная радиация. Из всего количества тепла почва поглощает 43%, примерно 24% – излучает и только 1% энергии участвует в процессе фотосинтеза.

Одним из условий, определяющих географию размещения сельскохозяйственных культур, является теплообеспеченность данной территории, которая характеризуется показателем *сумма активных температур* (табл. 4).

Сельскохозяйственные растения по отношению к теплу делятся

а) на теплолюбивые – семена прорастают при температуре почвы 8–12 °С, растения нуждаются в сумме активных среднесуточных температур воздуха 3000–4000 °С (огурец, томаты, бахчевые);

б) холодостойкие – семена прорастают при температуре почвы 2–5 °С, растения нуждаются в сумме активных среднесуточных тем-

ператур воздуха 1200–1800 °С (овес, рожь, ячмень, свекла, картофель, капуста, горох и др.); в т.ч. *морозостойчивые* – способные переносить относительно низкие температуры от -18 до -24 °С и ниже (озимые зерновые, многолетние травы).

Таблица 4

Сумма активных температур (выше 10 °С) за вегетационный период для различных сельскохозяйственных культур

Культура	Сумма активных температур (выше 10 °С) за вегетационный период, °С
Озимая рожь	1300–1400
Яровая пшеница	1300–1700
Кукуруза	2100–2900
Картофель	1200–1800
Сахарная свекла	1800–2500
Лен	1000–1300

Потребность в тепле неодинакова не только у разных растений, но и у одной культуры в те или иные фазы развития. Различают температуры *минимальные, оптимальные и максимальные*. Для каждой фазы развития и роста культуры существуют свои минимумы, оптимумы и максимумы температур.

Температурный режим почв подлежит незначительному регулированию путем посева сельскохозяйственных культур в оптимальные сроки; выращивания районированных культур и их сортов; размещения теплолюбивых культур на южных склонах, холодостойких – в низинах и на северных склонах; правильного выбора приемов обработки почвы; отвода излишней влаги; покрытия поверхности почвы темным материалом (торф); внесения органических удобрений; снегозадержания; создания полезащитных лесных полос; использования пленочных укрытий и т.д.

Земные факторы жизни регулируются и благодаря им можно создавать оптимальные условия для роста и развития растений.

1. Вода. Сельскохозяйственные растения нуждаются в воде от момента посева до окончания формирования урожая. Вода участвует в процессе фотосинтеза; является основой протоплазмы растительных клеток (огурцы содержат 95% воды, клубни картофеля – 75–80%, зерно хлебных злаков – 14%); это участник всех физиологических процессов, протекающих в растениях; растворитель и переносчик питательных веществ из почвы в растение и в самом растении; терморегу-

гулятор растений, повышающий устойчивость их к низким и высоким температурам; поддерживает тургор клеток и т.д.

Поступающая вместе с питательными веществами вода в растении используется не полностью. Установлено, что из 1000 частей воды прошедшей через растение, только 1,5–2,0 части расходуются на питание, остальная испаряется через листья. Испарение воды листьями называется *транспирацией*. Она зависит от освещенности, температуры воздуха, его влажности.

Для определения потребности культурных растений в воде используется *транспирационный коэффициент (ТК)* – это количество воды (в г), расходуемой растением на образование 1 г сухого вещества. Величина ТК зависит от вида растений и условий их возделывания. У большинства сельскохозяйственных культур он колеблется от 300 до 500 (зерновые), у некоторых возрастает до 800 и 1000 (овощные, травы).

Транспирационный коэффициент – непостоянная величина, она сильно колеблется в зависимости от влажности воздуха, минерального питания, географической широты местности.

В разные периоды жизни растений потребность в воде неодинакова: меньше – в начальный период, больше – в период формирования мощной вегетативной массы и генеративных органов. К концу жизни потребность в воде уменьшается. Период острой потребности в воде называется *критическим*.

Основными источниками воды являются атмосферные осадки, которые используются растениями из почвы. Поэтому обеспечение растений влагой зависит от водных свойств почвы (водопроницаемости, влагоемкости и т.д.). Оптимальная влажность в корнеобитаемом слое почвы в разные периоды вегетации для большинства растений находится в пределах 60–80% от предельной полевой влагоемкости (ППВ), а в период интенсивного роста – 70–80%.

Мероприятия по регулированию водного режима почвы сводятся к посеву районированных культур и сортов (засухоустойчивые сорта); регулированию норм высева; соблюдению сроков посева и посадки; соблюдению севооборота; созданию полезащитных, водоохраных и других лесонасаждений; борьбе с сорняками; правильной системе обработки почвы; снегозадержанию; улучшению структуры почвы; проведению гидротехнической мелиорации.

2. Воздух имеет в жизни растений большое значение: является

источником кислорода для дыхания растений и почвенных аэробных микроорганизмов; источником углекислого газа для фотосинтеза; источником азота для растений-азотфиксаторов.

Оптимальное содержание воздуха в пахотном слое для зерновых – 15–20%, для пропашных – 20–30%, для многолетних трав – 17–21%. Благоприятное для растений содержание кислорода в почвенном воздухе составляет 7–12%, а углекислого газа \approx 1%.

В наибольшей мере растения чувствительны к составу почвенного воздуха, в частности к содержанию в нем кислорода. Кислород необходим для прорастания семян, роста и интенсивного дыхания корней, активного поглощения ими питательных веществ. Очень требовательны к наличию кислорода в почве корнеплоды, клубнеплоды, бобовые культуры, лен. В практике чаще всего наблюдается недостаток в приземном слое воздуха углекислого газа, а в пахотном горизонте – кислорода.

Плохая аэрация и избыточная влажность почвы способствуют накоплению углекислого газа, что ведет к образованию восстановленных форм железа, марганца, серы, азота, к подкислению почвенного раствора, т.е. к снижению плодородия почвы.

Количество и состав почвенного воздуха можно регулировать, изменяя содержание влаги в почве путем ее рыхления или уплотнения. Состав почвенного воздуха регулируют внесением органических удобрений, что приводит к повышению концентрации углекислого газа и снижению концентрации кислорода.

3. Питательные вещества. Ткани растительного организма состоят из воды и сухого вещества (5–15%). В составе сухого вещества 90–95% приходится на органические соединения (белки, жиры и др.) и 5–10% – на минеральные соли. В состав растений входит свыше 74 химических элементов. Четыре из них (N, C, H, O) называются *органогенными*, так как образуют органические соединения. При сжигании растений органогенные элементы улетучиваются в виде газообразных соединений, остаются *зольные* элементы (5%) – P, K, Ca, Mg, S, Fe и др. Вместе с органогенными элементами они составляют группу *макроэлементов*. Элементы, содержание которых в растении измеряется тысячными и сотыми долями процента, называются *микроэлементами* (B, Cu, Zn, Mo, Mn, Co), они составляют 0,05% веса растений.

В агрономии принято большинство химических элементов, входящих в состав растений, почвы и удобрений, учитывать в форме ок-

сидов (P_2O_5 , K_2O , CaO , исключение составляет азот).

Все необходимые элементы питания растения получают через корни (*корневое, или основное питание*) и листья (*воздушное питание*). Из воздуха растения поглощают углекислый газ, азот и легкорастворимые соли. С помощью корней растения усваивают ионы из почвенного раствора и почвенных коллоидов (NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , K^+ и т.д.), а также углекислый газ и растворимые органические вещества (аминокислоты, витамины, ферменты).

Из углекислого газа и воды, являющихся источником кислорода и водорода, растения создают углеводы (сахар, крахмал и клетчатку), на долю которых приходится до 90% всех сухих органических веществ растений. Для образования белков растениям, кроме углерода, кислорода и водорода, необходимы азот, фосфор, калий, а также кальций и магний. В меньшем количестве поглощаются марганец, бор, цинк, медь, молибден, йод, кобальт.

Из почвы растения усваивают элементы питания, находящиеся в легко подвижных соединениях почвенного раствора. Но основная часть питательных веществ в почве находится в недоступной или труднодоступной для питания растений форме. Повысить усвояемость растениями элементов питания можно агротехническими приемами (правильной обработкой, известкованием кислых почв). Это создает благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, которые участвуют в минерализации органических веществ.

Бобовые культуры (клевер, люпин, горох) способны усваивать азот из воздуха, накапливать его в почве и улучшать питательный режим. Одним из путей улучшения почвенного питания растений является также борьба с сорняками. Обеспеченность растений элементами питания зависит также от водного, воздушного и теплового режимов почвы.

В течение вегетации растения испытывают неодинаковую потребность в элементах питания. Выделяют два периода в питании растений:

– *период максимального количественного поступления питательных веществ* – в сжатые сроки поступает половина или даже 2/3 всех минеральных элементов, которые используются растением на протяжении вегетационного периода;

– *критический период потребления элементов питания* – характеризуется поступлением в конкретный промежуток времени не-

большого количества элементов питания, но недостаток которых в этот момент не может быть восполнен впоследствии и поэтому наносит серьезный ущерб урожаю.

Питание растений – сложный физиологический процесс. Для реализации генетического потенциала возделываемых культур необходимо в полном объеме обеспечить их посевы элементами питания.

Азот входит в состав нуклеиновых кислот и белков, ферментов, играющих важную роль в обмене веществ и передаче наследственных признаков растений.

Значение азота определяется также и тем, что он входит в состав молекулы хлорофилла, выполняющего важнейшие функции в процессе фотосинтеза. Именно в связи с этим недостаток азота быстро и четко проявляется в виде светло-зеленой, а затем желтоватой окраски листьев (например, в ранневесенний период на посевах озимых). Очень многие витамины, особенно витамины группы В, не могут образовываться без азота.

Большая часть азота, содержащегося в почве, недоступна растениям. Растениями усваивается азот минеральных соединений – аммиака и нитратов, которые образуются в результате минерализации органических удобрений, почвенного органического вещества или вносятся в почву в виде минеральных удобрений. Поэтому органические и минеральные удобрения – основной источник пополнения запасов азота в почве и удовлетворения потребностей в нем растений.

Часть азота, необходимого растениям, накапливается благодаря деятельности азотфиксирующих микроорганизмов, свободно живущих в почве (главным образом азотобактера). Больше всего азота может накапливаться в почве благодаря деятельности клубеньковых бактерий, поселяющихся на корнях бобовых культур. Наибольшее количество азота среди бобовых в почве оставляют люцерна, клевера, люпины.

Азотный режим тесно связан с уровнем окультуренности почв, их насыщенностью органическим веществом и благоприятной по кислотности реакцией среды.

Фосфор поглощается растениями в форме фосфатов – PO_4^{-3} и ортофосфатов – H_2PO_4^- . Входит в состав ряда жизненно важных органических соединений (АТФ – носителя энергии), некоторых белков, фосфолипидов, участвует в синтезе нуклеиновых кислот.

Активная роль фосфора отмечается в начальных фазах роста

растений и особенно роста корневой системы. Уровень фосфорного питания обеспечивает ускорение образования органов плодоношения, увеличивает выход зерновой фракции по отношению к соломе. Появление фиолетовой окраски листьев свидетельствует о недостатке фосфорного питания.

Калий (К) усваивается растениями в форме иона K^+ и присутствует в растениях в минеральной форме. Около 2/5 общего его содержания приходится на клеточный сок, остальная часть адсорбирована коллоидами цитоплазмы.

Роль калия – создание благоприятных физико-химических условий в клеточной структуре: поддержание электрического потенциала; участие в балансе осмотического давления; важное значение в процессе фотосинтеза.

Калий повышает устойчивость растений к стрессовым ситуациям (мороз, засуха), участвует в синтезе моносахаридов и их передвижении (отток продуктов фотосинтеза из листьев в плоды и корни, накопление сахаров в корнеплодах свеклы, углеводов в клеточных стенках злаковых культур, улучшение качества волокна у льна).

Высокая отзывчивость на калийное питание отмечена у картофеля, свеклы, льна, овощей. При дефиците калия наблюдается пожелтение и побурение краев листьев («краевой ожог»), отмечается преждевременная гибель растений.

Кальций. Физиологическая роль кальция в растениях связана с влиянием его на обмен углеводов и белковых веществ. При недостатке кальция тормозится восстановление нитратов до аммиака, вызывая хлороз листьев. Количество кальция увеличивается в старых клетках и связано с биологическими особенностями культуры. Например, у бобовых культур содержание кальция в 4-5 раз выше, чем у злаковых.

Магний входит в состав хлорофилла, участвует в углеводном обмене, особенно в генеративных органах. При недостатке магния листья покрываются белой пятнистостью и преждевременно опадают. Известкование доломитизированным сырьем восполняет запасы обменного магния в почве.

Микроэлементы участвуют во всех жизненно важных процессах роста и развития растений, улучшают качество продукции. Под их влиянием повышается использование основных питательных веществ растениями, усиливается положительное действие азотных, фосфорных, калийных удобрений. При недостатке микроэлементов в почве сельскохозяйственные культуры дают неполноценный урожай

и поражаются различными заболеваниями.

В синтезе хлорофилла и обеспечении процесса фотосинтеза принимают участие такие элементы, как магний, железо, медь, марганец. При их недостатке наблюдаются общие признаки: хлороз листьев, отмирание побегов. При недостатке марганца у овса появляются серые крапинки на листьях, а у бобов пятнистость листьев.

Бор оказывает влияние на деление клеток меристем и процессы плодообразования. При его недостатке наблюдается аномальный рост и отмирание верхушек побегов, сердцевидная гниль (у свеклы), растрескивание стеблей (у сельдерея).

Цинк входит в состав ферментов (алкогольдегидрогеназа) и оказывает влияние на процесс анаэробного этапа дыхания у растений. При его недостатке у многих растений наблюдается крапчатость листьев.

Молибден участвует в процессах синтеза аминокислот, активизирует деятельность клубеньковых бактерий. При его недостатке наблюдаются замедление роста, «ожоги» листьев (у фасоли).

Основным средством регулирования пищевого режима служит внесение в почву органических и минеральных удобрений. По форме, в которой находятся питательные вещества, удобрения делятся на *органические* (элементы питания находятся в форме органических веществ) и *минеральные* (элементы питания находятся в форме различных минеральных соединений).

По месту получения удобрения бывают *местные* – накапливаются или добываются на местах использования (навоз, зола, зеленое удобрение) и *промышленные* – изготавливаются на заводах или являются отходами промышленности.

Биотические факторы характеризуют сложные взаимоотношения между растительными и животными организмами. Прямое влияние на растение оказывают паразиты (повилика, заразиха), которые питаются за счет растения хозяина.

Кислые корневые выделения одних растений способны переводить труднорастворимые соединения в легкодоступные для других растений. Большое влияние на растения оказывают микроорганизмы. Благодаря симбиозу бобовых с клубеньковыми бактериями связывается атмосферный азот. Положительное влияние на растительность оказывают дождевые черви. Многие насекомые участвуют в опылении цветковых растений (люцерна, клевер).

Антропогенные факторы – это влияние человека непосредственно на растения и на экологические факторы среды. Воздействие человека на состав растительного покрова и его продуктивность направлено:

- На создание новых сортов сельскохозяйственных растений;
- разработку эффективных технологий возделывания культур;
- улучшение и рациональное использование сенокосов и пастбищ;
- проведение мелиоративных работ;
- повышение плодородия почв.

3.2. Агрофитоценоз

3.2.1. Понятие об агрофитоценозе

Агрофитоценоз – искусственное растительное сообщество, создаваемое на основе агротехнических мероприятий (посевы и посадки зерновых, овощных, плодовых и технических культур). Растительный покров агрофитоценоза обычно образован одним видом (сортом) культивируемого растения и соответствующими сорными видами.

Возделывание сельскохозяйственных растений на ежегодно или периодически обрабатываемых полях всегда сопровождается произрастанием в их посевах как сорных, так и других нежелательных растений. Обилие этих некультивируемых растений на различных полях сильно варьирует и определяется природными условиями конкретного местообитания, запасами диаспор таких растений в почве, флористическим богатством окружающих природных территорий и сельскохозяйственных угодий, принятой технологией возделывания культур, видовым и сортовым составами выращиваемых растений, уровнем культуры земледелия и многими другими факторами.

Произрастая на определенной территории в одном посеве, эти несходные по экологическим требованиям и биологическим особенностям растения оказывают друг на друга многообразное взаимное влияние. Это проявляется в различиях растений по высоте и густоте их стеблестоя, габитусу и мощности вегетативного развития, видимой структуре надземных органов и ритмике развития, продолжительности вегетации и сезонной смене состава, а также в несходстве других их количественных и качественных показателей.

Кроме того, характер, выраженность и направленность взаимовлияний и взаимодействий растений в посевах сильно зависят от конкретных почвенных условий, теплового режима и обеспеченности

влажностью, вида культуры и способа ее посева, приемов обработки почвы и ухода за посевами, видов, доз и способов внесения удобрений и др. Поэтому на отдельном поле или на каждом из несходных участков формируется свой агрофитоценоз, отличающийся от агрофитоценозов соседних полей и территорий. Иначе говоря, чем разнообразнее природные и агрономические условия выращивания культур, тем разнообразнее и несходнее формирующиеся агрофитоценозы.

Компоненты агрофитоценоза. В составе агрофитоценоза следует выделить прежде всего два важнейших компонента: *сельскохозяйственные культуры и сорные растения*.

Первый компонент обычно представлен одним видом возделываемой культуры (одновидовые посевы): озимая рожь, лен-долгунец, подсолнечник, картофель и др. Значительно реже посев состоит из смеси двух-трех и большего количества видов культурных растений (многовидовые посевы): смесь вики с овсом, смесь овса с горохом, подсолнечником и масличной редькой, смесь клевера с тимофеевкой и др.

Возделываемые культуры обычно занимают поле в течение одного вегетационного периода и реже – на более продолжительное время (ячмень, озимая пшеница, клевер, люцерна и др.).

Сорные растения входят в состав конкретного агрофитоценоза в количестве 10–15 видов, реже их число может превышать два-три десятка. В состав сорного компонента также включают и их диаспоры, находящиеся в почве (семена, плоды, корневища, корнеотпрыски, клубни, луковицы, корневые шейки и другие органы возобновления).

Формирование широкого видового спектра сорной флоры агрофитоценозов подчиняется эволюционным закономерностям земледелия. В частности, оно обуславливается как наличием в почве полей большого количества органов генеративного и вегетативного возобновления сорняков, так и поступлением диаспор ряда сорняков с соседних территорий. Это расширяет флористический состав сорного компонента и повышает его экологическую пластичность и устойчивость в агрофитоценозах.

Роль компонентов в агрофитоценозе. Биологическая и хозяйственная роль основных компонентов в агрофитоценозе неравноценна и неоднозначна. Культурные растения как продукт и объект целенаправленной многовековой хозяйственной деятельности человека всегда получают в посевах опережающее и мощное развитие по сравнению с другими растениями сообщества. Это вполне обосновано, поскольку именно для данной культуры всей системой агротехниче-

ских мероприятий земледелец стремится создать на конкретном поле благоприятные условия для ее роста, развития и наивысшей продуктивности.

Культурные растения формируют обычно 90–98% и более органической массы всего полевого сообщества. Если это оказывалось не так, то на смену таким растениям или наряду с ними в культуру постепенно вводили популяцию растений такого дикорастущего, в том числе и сорного, вида, который по биологической продуктивности и хозяйственной ценности превосходил прежде возделываемую культуру. Следовательно, культурный компонент всегда занимает в сообществе ведущее место, и потому его еще называют *доминантом агрофитоценоза*.

Благодаря опережающему развитию и преобладающему обилию в агрофитоценозе культурные растения обладают и более высокой конкурентной способностью. Поэтому формирование и состояние внутренней фитоценотической среды полевого сообщества определяются культурным компонентом, который выступает также в качестве *средообразователя*, или *эдификатора*, *полевых фитоценозов*.

Под пологом мощного стеблестоя культурных растений многие сорняки оказываются сильно угнетенными и неразвитыми. При этом величина создаваемой ими органической массы редко превышает 2–5% всей массы агрофитоценоза.

Таким образом, сложившееся представление о более высокой устойчивости и жизненности популяций сорняков по сравнению с культурными растениями противоречит эволюции природных и полевых сообществ и по своей сущности ошибочно. И только когда культурный компонент оказывается сильно ослабленным (изреженные всходы, несвоевременный посев, сильное поражение вредителями и т.д.), сорные растения могут стать доминантами агрофитоценоза (сорняки холодным летом в кукурузе, метла полевая в озимой пшенице, пикульник заметный и редька дикая в ячмене).

Из других автотрофов в состав агрофитоценозов обычно входят различные водоросли (зеленые, сине-зеленые, диатомовые и др.); однако синтезируемая ими за год масса органического вещества не превышает 100–150 кг/га.

3.2.2. Формирование агрофитоценоза

Формирование конкретного полевого растительного сообщества начинается с посева определенной сельскохозяйственной культуры. С

началом набухания семян, образованием главного и придаточных корней, появлением семядольных и настоящих листьев интенсивность взаимного воздействия культурных растений и сорняков усиливается и обостряется. Характер и выраженность этих взаимоотношений дополняются влиянием на них постоянно обитающих в почве живых организмов (бактерии, грибы, нематоды, дождевые черви, личинки и взрослые особи насекомых и др.).

Если на данном поле высевают или высаживают другую культуру, то выраженность, направленность и характер ее взаимоотношений с другими компонентами сообщества будут протекать иначе. Это повлечет формирование и становление уже другого агрофитоценоза, с только ему присущими особенностями состава и строения.

С активизацией жизненных и ростовых процессов, с одной стороны, между компонентами агрофитоценозов укрепляются и стабилизируются формы взаимодействия и взаимовлияния. С другой стороны, усложняется в количественном и видовом отношении само полевое сообщество в результате заселения его различными организмами, в том числе фитопатогенными микроорганизмами и вредными насекомыми. Это обуславливается не только обилием пищи в форме свежего органического вещества, но и формированием стабильной внутренней среды агрофитоценоза, благоприятствующими обитанию и размножению микро- и макроорганизмов. В результате полевое сообщество обогащается по формам жизни, обилию видов и усложняется по качественному проявлению взаимоотношений между составляющими это сообщество организмами.

Любое полевое растительное сообщество независимо от эдафических и биотических условий, в которых оно сформировалось, характеризуется определенной организацией, проявляющейся в составе и структуре конкретного агрофитоценоза и определяется количественным обилием видов, их продуктивностью и другими показателями.

Представленные даже краткие сведения о полевом сообществе свидетельствуют о его внутренней биологической сложности и тесной взаимосвязанности.

При более строгом подходе в состав полевого сообщества еще следует включить потребителей органического вещества (травоядные, различные паразиты растений, гетеротрофные микроорганизмы и т.д.), а также редуцентов растительных и животных остатков (почвообитающие животные, грибы и бактерии).

Такая целостная система живых организмов (культурных и сорных растений агрофитоценозов, полезных и вредных насекомых, почвообитающих животных и различных микроорганизмов), совместно существующих в конкретных условиях местообитания на участках пахотных угодий, называется *агробиоценоз*.

В отличие от агрофитоценоза, продуктивность культурного компонента в агробиоценозе зависит уже от несравненно более разнообразных взаимоотношений с другими вредными организмами: сорняками, вредными насекомыми, фитопатогенными микроорганизмами и др. Чем меньше это разнообразие, тем ниже потери органического вещества и выше продуктивность культур в агробиоценозе.

Однако поддержание на низком уровне разнообразия вредных организмов сопровождается неизбежной утратой даже минимальной способности агробиоценоза к саморегуляции. Функционирование агроэкосистемы в желаемом режиме возможно только при постоянном дополнительном поступлении в нее энергии извне, что реализуется в процессе проведения различных сельскохозяйственных работ и агротехнических приемов (мелиорация земель, известкование, внесение удобрений, применение пестицидов, обработка почвы, возделывание определенных сортов культур и др.). Чем интенсивнее производственное воздействие на агроэкосистему, тем ниже ее способность к авторегуляции и выше продуктивность в ней культурного компонента.

3.2.3. Формы взаимоотношений между компонентами полевых сообществ

Между культурным и сорным компонентами полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определенные взаимоотношения. Характер и выраженность этих взаимоотношений – один из факторов, обуславливающих состояние и продуктивность полевых культур.

Многообразие видов и популяций растений, их биологических свойств, экологических условий, их изменчивости в течение сезона и другие свойства растений и среды местообитания определяют богатство форм прямых и косвенных взаимовлияний растений в агрофитоценозе.

Прямые, или контактные, взаимодействия между растениями полевого сообщества выражаются в следующих формах:

1. *Паразитизм и полупаразитизм*; сущность их выражается отношениями между паразитирующими растениями с растением-хозяином.

2. *Механическое давление на стебли и корни вьющихся и цепляющихся растений* (горох посевной, горец вьющийся, подмаренник цепкий, вьюнок полевой), сильно ветвящихся растений (редька дикая, пикульник заметный, марь белая, мать-и-мачеха и др.) посредством сильно разрастающейся корневой системы (мятлик однолетний, пырей ползучий, хвощ полевой и др.).

3. *Аллелопатия, или биохимическое воздействие*, проявляется в том, что выделяемые растениями одного вида (доноры) в окружающую среду газообразные или растворимые соединения ингибируют (угнетают) или стимулируют (благоприятствуют) жизнедеятельность растений других видов (акцепторов). Такие продукты выделения живых растений называют колинами, а образующиеся при разложении отмерших растений или их частей – миазминами.

4. *Конкуренция* выражается в том, что из-за ограниченности основных факторов жизни (свет, вода, элементы минерального питания и др.) между растениями агрофитоценоза возникает острое соперничество за первоочередное и наиболее полное их использование. В результате доминирующее положение в агрофитоценозе занимают такие виды растений, которые быстрее, лучше и полнее других используют факторы жизни. Растения, конкурентная способность которых в использовании факторов жизни выражена слабо, имеют низкую жизнеспособность еще и потому, что они подавляются культурными эдификаторами посева.

Косвенные влияния проявляются в следующих формах:

1. *Средообразующее влияние растений вида* на формирование и состояние внутренней среды полевого растительного сообщества (фитогенное воздействие). Сущность такого одностороннего или взаимного влияния состоит в том, что доминирующие по численности, но прежде всего по массе создаваемого органического вещества, растения формируют и определяют физическое состояние (освещенность, температура, влажность, движение воздуха и др.) и химический состав (содержание кислорода, летучих выделений, радиационной активности соединений, ионный состав и др.) приземного слоя атмосферы, охватываемого растениями полевого сообщества.

Эта внутренняя фитоценотическая среда по отношению к другим растениям сообщества выступает уже как внешнее условие. Его

количественная выраженность и качественный состав определяют рост, развитие и жизненное состояние растений других видов, входящих в сообщество.

2. *Влияние через почвенные условия* (эдафические факторы). Оно проявляется в том, что состав и строение любого полевого сообщества определяются не только воздействием растений друг на друга, но и взаимовлиянием растений и почвы. Последняя в процессе жизнедеятельности растений изменяется в количественном (содержание азота, фосфора, калия, величина рН и др.) и качественном (доступность растениям минеральных элементов питания, почвенной влаги, состав гумуса, агрегатное состояние почвы и др.) отношении. А это соответственно влечет за собой адекватное изменение в составе и строении агрофитоценоза. Поэтому первичная совокупность почвенных условий (эко топ), определяемая физико-географическими свойствами среды, под воздействием растений сообщества существенно трансформируется в отвечающую их потребностям среду местообитания (биотоп).

3. *Отзывчивость растений на внешние воздействия*. Она зависит от изменчивости следующих факторов: климатических, определяющих состояние погоды (засуха, затяжные дожди, недостаток тепла, высокие температуры, градобитие, дефляция почвы и др.); биогенных, обусловливаемых жизнедеятельностью микроорганизмов, насекомых, птиц, животных и других живых организмов (развитие болезней, поражение вредителями, стравливание скотом, занос семян птицами и др.); антропогенных, связанных с производственной деятельностью человека (боронование посевов, междурядная обработка, применение пестицидов, внесение удобрений и др.).

Реакция различных компонентов агрофитоценозов на перечисленные внешние воздействия неоднозначна. Если по своей направленности они отрицательные, то возрастает фитоценотическая роль в сообществе тех видов, которые слабо реагируют на негативные воздействия или быстро оправляются от нанесенных повреждений.

Если внешнее воздействие благоприятствует жизнедеятельности компонентов сообщества, то прежде всего повысится фитоценотическая роль тех видов, которые наиболее отзывчивы на действующие факторы. Так, при внесении полного минерального удобрения (NPK) в посевах льна-долгунца и ячменя резко повышается роль культуры в формировании сообщества, тогда как жизнеспособность сорняков резко снижается. Напротив, при внесении только азотных удобрений

сильно повышается фитоценотическая значимость редьки дикой, горчицы полевой, горца щавелелистного, пикульника двугубого, а следовательно, и засоренность ими посевов.

3.3. Полевые культуры. Классификация и характеристика

В России сельскохозяйственные культуры возделываются на огромной территории, куда входят Северный, Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный, Северокавказский, Средневолжский, Нижневолжский, Уральский, Западносибирский, Восточносибирский и Дальневосточный регионы. При размещении культур по регионам учитывают их биологические требования.

Уральский и Сибирский регионы отличаются суровыми зимами, коротким вегетационным периодом и удовлетворительной обеспеченностью влагой. К возделываемым культурам относятся яровые зерновые, картофель, кормовые, рапс, в отдельных областях – сахарная свекла (Алтайский край).

В целом агрометеорологические условия Российской Федерации менее благоприятны для возделывания полевых культур, чем в странах Западной Европы и Северной Америки: меньше выпадает осадков и ниже сумма эффективных температур, короче безморозный период. В Российской Федерации 60% посевов зерновых культур расположено в регионах недостаточного и неустойчивого увлажнения. Поэтому важное значение приобретают более глубокие знания растениеводства при подборе культур для возделывания на разных типах и подтипах почв.

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 культу-

ры разделяют на 3 группы: зерновые, технические (масличные и лубяные) и кормовые. 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.). В.В. Карпук и С.Г. Сидорова (2011) придерживаются принципов классификации П.И. Подгорного, и все возделываемые в полевых условиях культуры делят на следующие семь групп в зависимости от их биологических особенностей, назначения и получаемого продукта:

- 1) зерновые культуры;
- 2) зернобобовые культуры;
- 3) масличные культуры;
- 4) прядильные культуры;
- 5) клубнеплоды;
- 6) корнеплоды;
- 7) кормовые травы.

3.3.1. Зерновые культуры

По морфологическим особенностям и характеру возделывания зерновые культуры принято делить на *хлеба первой группы* (пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес), *хлеба второй группы* (кукуруза, просо, сорго, рис, гречиха). Называются они зерновыми культурами потому, что их основной продукт – зерно.

В мировом земледелии зерновые культуры занимают ведущее место и имеют важнейшее значение для населения земного шара, что связано с их большой ценностью и разнообразным применением. Зерно содержит необходимые питательные вещества – белки, углеводы, жиры, витамины, минеральные вещества. Его широко используют в хлебопечении. Зерно служит сырьем для кондитерской, крахмалопаточной, декстриновой, спиртовой и пивоваренной промышленности. Зерновые культуры используют в животноводстве в качестве концентрированного корма, комбикормов и отрубей (отходы переработки зерна). Солому и мякину (полову) также применяют для кормления животных.

Почти все зерновые хлебные культуры относятся к *семейству злаковых*, или *мятликовых* (только гречиха – семейство гречишных), и потому имеют много общего в своем строении, росте и развитии. У хлебных злаков *корневая система* мочковатая, состоит из первич-

ных (зародышевых) и вторичных (узловых) корней. *Стебель* – соломина, обычно полая, у кукурузы и сорго выполненная; междоузлия соломины разделены стеблевыми узлами, количество которых равно числу листьев. Растет соломина всеми своими междоузлиями (интеркалярный рост). Подземные узлы соломины способны образовывать боковые побеги (кущение). *Лист* ланцетной формы, состоит из листового влагалища и листовой пластинки. *Соцветие* – колос или метелка (у кукурузы – еще и початок). Образованы соцветия из колосков, в которых один или несколько цветков и две колосковые чешуи. Каждый *цветок* имеет две цветковые чешуи, между которыми завязь с пестиком и три тычинки. *Плод* хлебных злаков – это зерновка, которая может быть покрыта цветковыми чешуями (пленчатое зерно). У ячменя эти чешуи даже срастаются с оболочкой зерновки, и удалить их можно только путем обдирки зерна. В зерновке есть ткань с запасными питательными веществами – эндосперм.

Химический состав зерна хлебных злаков включает углеводы (70–80%, $\approx 80\%$ из них – это крахмал), белки (8–16%), жиры (2–6%), клетчатку и золу. Несмотря на то что хлебные злаки в основном являются поставщиками углеводов, качество их зерна и получаемой из него пищевой продукции определяют количество и качество белков. Белки различаются по растворимости в воде, в растворах солей, кислот, щелочей, в спирте; а качество белков определяется составом содержащихся в них аминокислот.

Нерастворимые в воде белки называют клейковиной. От количества и качества клейковины зависят вкусовые и хлебопекарные свойства муки. У пшеницы – 16–50% клейковины, у ржи – 3–10%, у ячменя – 2–19%. Наиболее ценными свойствами обладает клейковина пшеницы, благодаря чему пшеничный хлеб отличается высокой пористостью и переваримостью.

Зерновые хлеба делят на две *биологические группы*: *озимые* и *яровые* (есть и промежуточные формы – двуручки). Озимые высевают осенью (за 50–60 дней до наступления устойчивых морозов), а урожай получают в следующем году. При весеннем посеве озимые только кустанятся, но не выколашиваются, так как для продолжения развития им необходимы пониженные температуры (0–3 °С в фазе проростков, 10–12 °С в фазе кущения) в течение 40–60 дней при осеннем освещении (стадия яровизации).

Яровые хлеба высевают весной и урожай получают в тот же

год. Для развития им необходимы более высокие температуры при весеннем освещении.

Озимыми бывают пшеница, рожь, тритикале, ячмень. *Яровые культуры* – это пшеница, рожь, ячмень, овес, просо, сорго, кукуруза. Озимые для формирования урожая используют осенние осадки и лучше яровых – весенние запасы влаги в почве, меньше страдают от весенней и летней засухи, раньше созревают и дают более высокий урожай. Основные посевы озимых культур размещены в районах с благоприятными условиями перезимовки, мягкими зимами. Наиболее зимостойка озимая рожь (до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ на глубине узла кущения), менее зимостойки озимая пшеница ($-16\dots-18\text{ }^{\circ}\text{C}$) и тритикале, наименее зимостоек озимый ячмень (не ниже $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Яровые хлебные злаки дают в России и мире основное количество зерна. Это пшеница (мягкая и твердая), ячмень, овес, кукуруза, просо, сорго, рис. В Восточной Сибири возделывают яровую рожь – ярицу. Ведущей культурой среди яровых хлебных злаков является пшеница (дает около 40% сбора зерна). Подразделяют яровые хлебные злаки на *ранние* (пшеница, ячмень, овес) и *поздние яровые* (кукуруза, просо, сорго, рис).

Ранние яровые могут прорасти уже при температуре $1\text{--}2\text{ }^{\circ}\text{C}$, их всходы выдерживают заморозки до $-8\dots-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее благоприятная для их роста и развития температура $20\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$. По отношению к влаге критическим является период от выхода растений в трубку – до колошения или выметывания. Наиболее засухоустойчив среди них ячмень. Эти хлеба наибольший урожай дают в годы с осадками в первой половине лета.

Семена поздних яровых прорастают при температуре $8\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$, при заморозках ниже $-1\dots-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ всходы их погибают. Наиболее благоприятная для их роста и развития температура $25\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее засухоустойчивы сорго и просо. Эти хлеба наибольший урожай дают в годы с осадками во второй половине лета.

Пшеница – важнейшая продовольственная культура мира, возделывается во всех частях света на площади около 250 млн гектаров, ее потребляют в пищу более половины населения Земли. Это одна из наиболее древних культур Старого Света (более 7 тыс. лет); в Америке она появилась только в XVI–XVII веках, а в Австралии – в XVIII веке.

Род пшеница (*Triticum*) относится к семейству Мятликовые (*Poaceae*), или Злаковые (*Gramineae*). Ботаники выделяют около 30 видов пшениц, среди которых культурные и дикорастущие. Более

всего в мире распространены два вида – *мягкая (обыкновенная)* и *твердая пшеница* (рис. 5). Мягкая пшеница имеет озимые и яровые формы. Она отличается рыхлым колосом, лицевая сторона которого превосходит боковую. Колосовые чешуи широкие, не полностью закрывающие цветковые. Зерно с ясно выраженным хохолком.

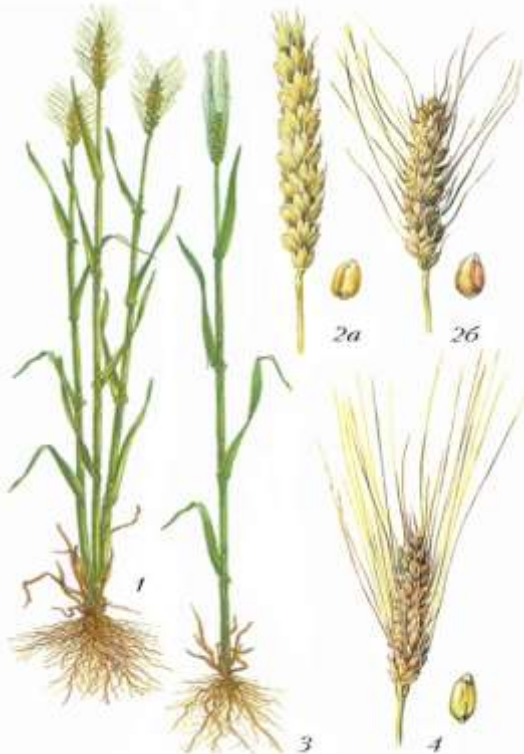


Рис. 5. Пшеница:

1 – общий вид растения мягкой пшеницы в фазе колошения; 2 – колос и зерновка мягкой пшеницы (2а – безостой; 2б – остистой); 3 – общий вид растения твердой пшеницы в фазе колошения; 4 – колос и зерновка твердой пшеницы

Твердая пшеница преимущественно яровая. Колосья длинные, колосовые чешуи сильно закрывают колосковые. Зерно полностью погружено в колосковые чешуи. Колос плотный остистый, зерно практически без хохолка, на изломе стекловидное.

По посевным площадям и сбору зерна преобладает мягкая пшеница (около 80%), зерно которой используется в хлебопечении. Из зерна твердой пшеницы вырабатывают крупу и макаронные изделия. Важнейшие показатели, характеризующие качество пшеницы, – содержание *белка* и *клейковины*.

Озимая пшеница – одна из наиболее высокоурожайных зерновых культур. Семена начинают прорастать при температуре 1–2 °С, но оптимальная температура для их прорастания 12–16 °С (всходы через 7–9 дней). Воды для прорастания требуется 50–60% от массы сухих семян. Кустится осенью и весной, до ухода в зиму образует 2–5 побегов и образует мощную вторичную корневую систему. Весной

рано начинает вегетировать, быстро переходит к колошению, формирование и налив зерна протекают в первой половине лета, когда в почве еще сохраняются запасы осенне-зимне-весенней влаги.

К плодородию почвы достаточно требовательна, лучшие урожаи дает на черноземах и темно-каштановых почвах.

Яровая пшеница – одна из древнейших и наиболее распространенных сельскохозяйственных культур. Возделывается она во всех частях света и занимает самую большую посевную площадь. Главное направление использования – продовольственное.

Яровая пшеница – культура длинного дня, достаточно требовательна к плодородию почвы и обеспеченности ее влагой, характеризуется слабой солевыносливостью, невысокой усвояющей способностью корневой системы, небольшой продуктивной кустистостью. Для появления нормальных всходов пшеницы необходима температура почвы 4–5 °С. Хорошо переносит заморозки не только в фазу всходов, но и в фазу кущения.

Наиболее требовательна к плодородию и структурному состоянию почвы твердая пшеница. Она менее мягкой пшеницы устойчива к заморозкам, сильнее испаряет влагу и менее устойчива к почвенной засухе, но легче переносит атмосферную засуху. Кустится она еще слабее, чем мягкая пшеница, поэтому не может противостоять сорнякам. У нее более прочная соломина, она меньше полегает, слабее повреждается шведской и гессенской мушкой, но сильнее повреждается блошками, пьявицей и тлей, так как имеет в отличие от мягкой пшеницы неопушенные листья.

Твердая пшеница более устойчива к ржавчине, мучнистой росе и головне. Зерно ее характеризуется наивысшей стекловидностью, содержит больше белка, меньше осыпается при перестое, но обмолот более затруднен, а травмирование зерна более сильное. Созревает твердая пшеница позже мягкой.

По площади посева твердой пшеницы Россия, наряду с Казахстаном, стоит на первом месте в мире, так как твердая пшеница – культура степного земледелия.

Рожь принадлежит к роду *Secale*, который включает 10 видов. Из них возделывается только один вид – *Secale cereale* – рожь посевная, или культурная, – злак, разводимый во многих странах, но не известный в диком состоянии (рис. 6). 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* с однолетней посевной рожью.



Рис. 6. Рожь посевная:

1 – общий вид растения в фазе колошения; 2 – колос; 3 – зерновка

Вид *S. cereale* 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 полуоткрытое). Рожь посевная – единственный вид культурной ржи, который широко распространен в мировом земледелии как важнейшая продовольственная и кормовая культура.

Озимая рожь – ценная продовольственная и кормовая культура, однако в культуре появилась позже пшениц (в России примерно 1000 лет назад). Отличается зимо- и холодостойкостью (переносит температуру на глубине узла кущения до -25°C), сравнительной засухоустойчивостью, нетребовательностью к плодородию почвы, способно-

стью переносить ее повышенную кислотность и усваивать из нее труднодоступные формы фосфора. Быстрорастущее растение, дает весной самый ранний зеленый корм.

К теплу предъявляет умеренные требования, для полного цикла развития требует сумму положительных температур всего 1000–1900 °С. Начинает прорастать при температуре 1–2 °С. Воды для прорастания надо 50–60% от массы сухих семян. Кустиется преимущественно осенью, и кустистость ее выше, чем у пшеницы. Весной вегетацию возобновляет рано (при температуре 4–5°С), быстро растет и активно подавляет сорняки. Растения большинства сортов высокорослы и склонны к полеганию.

Озимая рожь – перекрестноопыляющееся с помощью ветра растение, поэтому при неблагоприятных для ветроопыления условиях наблюдается череззерница, что снижает урожай зерна. Созревает на 8–10 дней раньше озимой пшеницы. При перестое посевов рожь сильно осыпается, а при влажной и теплой погоде зерно может прорасти даже в колосе.

Тритикале (*Triticale*) – новая сельскохозяйственная культура (рис. 7), выведенная селекционерами в результате межродовой гибридизации пшеницы (*Triticum*) с рожью (*Secale*). Это растение обладает повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды и болезням.

Отличается очень высоким потенциалом продуктивности, ценными пищевыми и кормовыми качествами. По зимо- и морозостойкости, требованию к плодородию почвы занимает промежуточное положение между рожью и пшеницей. Самоопыляющееся растение, созревает на 3–5 дней позднее пшеницы.

Технология возделывания близка технологии возделывания озимой ржи и пшеницы. Почти не поражается головней, поэтому протравливать семена не требуется. Сеют в сроки посева озимой пшеницы, но к соблюдению оптимального срока посева тритикале более требовательна. Весной отрастает раньше пшеницы и формирует больше зеленой массы, поэтому особенно нуждается в подкормке минеральными удобрениями и требует для формирования урожая несколько большего количества влаги. Зерно при созревании не осыпается в отличие от озимой ржи.



1

2

Рис. 7. Тритикале:

1 – колосья пшеницы, тритикале и ржи; 2 – зерновки тритикале

Ячмень и овес – основные *зернофуражные* (кормовые) культуры России. На кормовые цели используется не только зерно этих культур, но и их зеленая масса, сено, сенаж и солома. В то же время ячмень и овес – и продовольственные культуры (перловая, ячневая крупы, пиво, кофе, овсяная крупа, овсяные хлопья). Эти культуры также называют *серыми хлебами*.

Ячмень (*Hordeum*) – как и пшеница, древняя культура. К культурному ячменю, кроме обыкновенного или посевного *Hordeum vulgare* (*H. sativum*) (рис. 8), относят еще 2 вида: *H. Humile* – ячмень низкорослый и *H. aethiopicum* – ячмень эфиопский.

Биологически ячмень – наиболее скороспелая, засухоустойчивая и жаростойкая среди ранних хлебов культура, но в то же время не очень требовательная к теплу. Всходы его выдерживают заморозки до $-3...-6$ °С. Ячмень достаточно устойчив к высоким температурам воздуха.

Кустится ячмень сильнее пшеницы, но корневая система и ее усваивающая способность у него относительно слабые. Цветет часто еще до выхода колоса из листового влагалища, т.е. до фазы колошения. Из-за особенностей своей корневой системы и ускоренного развития ячмень требователен к плодородию почвы, весеннюю засуху переносит хуже, чем овес. Он относительно солевынослив, но на под-

кислых почвах удается плохо – оптимальная реакция почвенного раствора для него рН 6,0–7,5. Сильно вредят ячменю шведская и гессенская мухи.

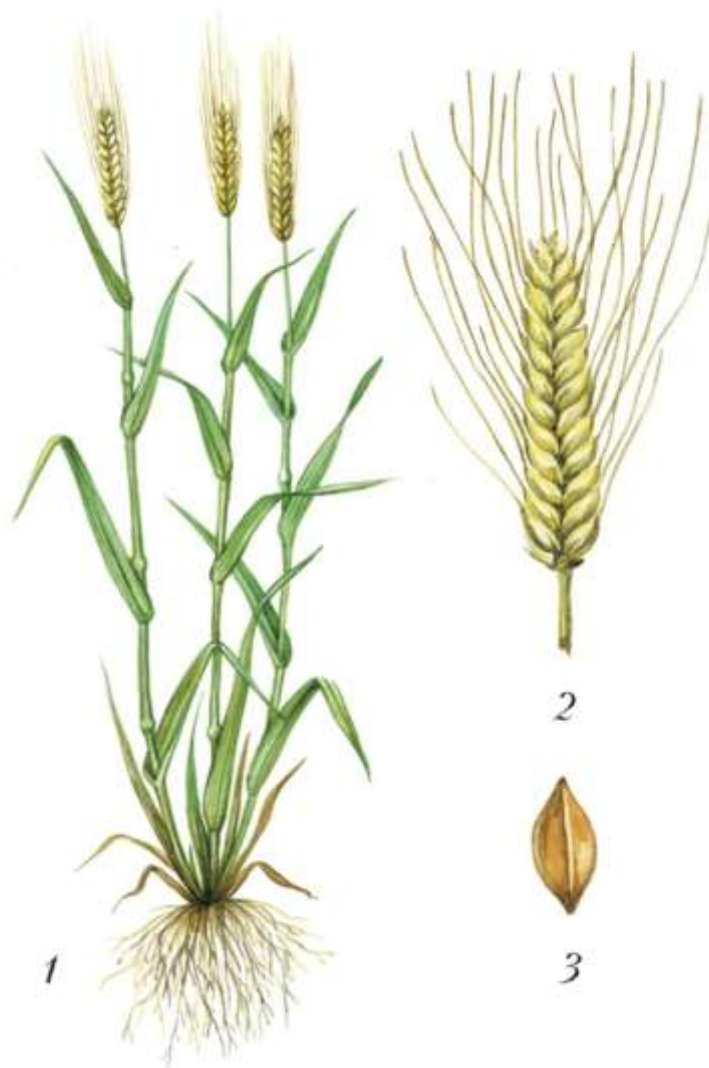


Рис. 8. Ячмень обыкновенный:

1 – общий вид растения в фазе налива зерна; 2 – колос; 3 – зерно

Овес (*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*) (рис. 9) и овес византийский (*A. byzantina*); встречаются также овес песчаный (*A. strigosa*), овсюг обыкновенный, или северный (*A. fatua*), и овсюг южный (*A. ludoviciana*), засоряющие посева.

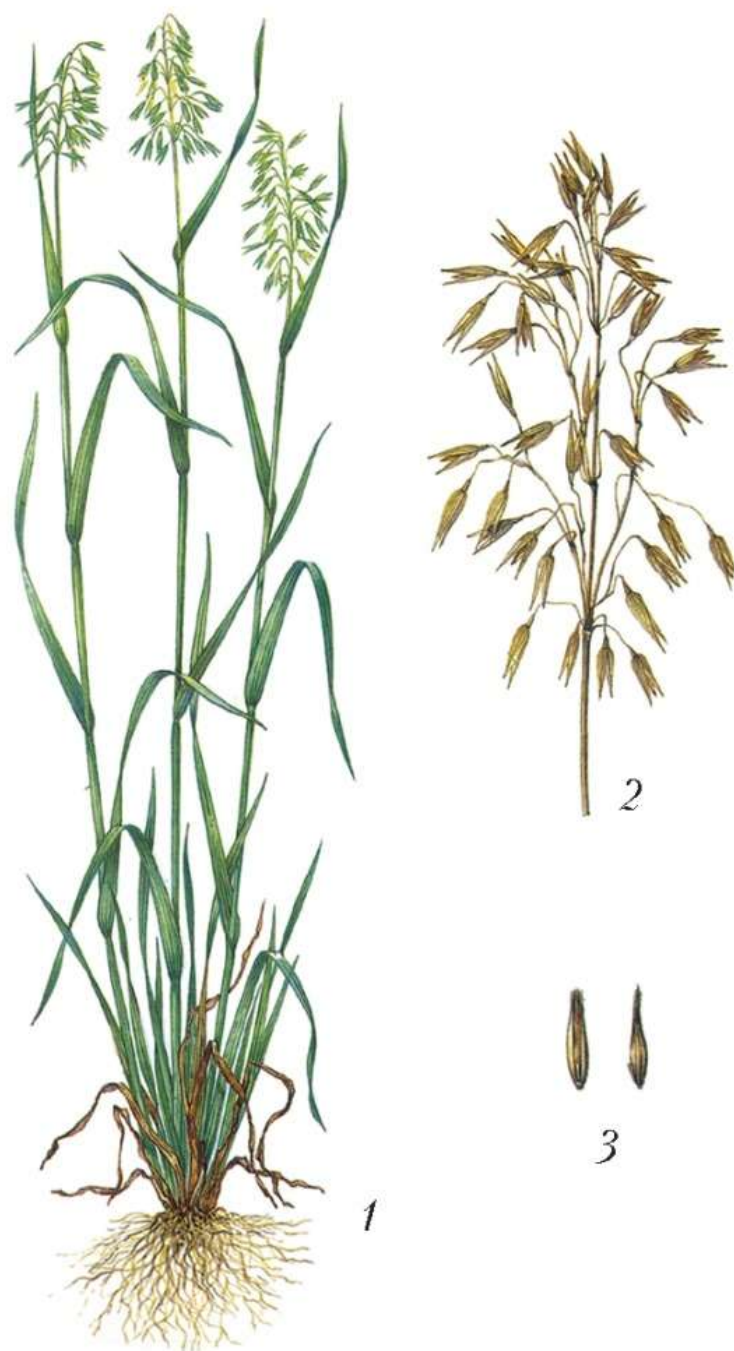


Рис. 9. Овес посевной пленчатый:
1 – общий вид растения в фазе цветения; 2 – метелка; 3 – зерновки

Овес появился в культуре позже пшеницы и ячменя, приблизительно 2–2,5 тысячи лет назад. Биологически он является растением умеренного климата и мало требователен к теплу, но не столь скороспел, как ячмень, и более влаголюбив и теневынослив, а к высоким температурам чувствителен: при температуре 40 °С паралич устьиц у него наступает через 4–5 часов, тогда как у пшеницы – через 10–17 часов, а у ячменя – через 25–30 часов. В то же время благодаря быстрому развитию корневой системы овес весной меньше страдает от за-

сухи, чем пшеница и ячмень. Дождливая погода во второй половине лета приводит к образованию подгона и затягивает вегетацию и созревание овса, делает созревание недружным.

К плодородию почвы особых требований овес не предъявляет, может расти на песчаных и заболоченных, а потому кислых почвах (рН 5–6), но к засолению почвы достаточно чувствителен. Его корневая система хорошо развита и способна усваивать труднорастворимые питательные вещества (например, фосфаты).

Шведская и гессенская мухи вредят овсу слабо, но он поражается вирусной болезнью из группы желтух (растения «закукливаются»).

Просо (*Panicum*) – род однолетних травянистых растений семейства Мятликовые, объединяющий более 400 видов. Для получения зерна возделывают в основном 1 вид – просо обыкновенное (*Panicum miliaceum*) (рис. 10).

Просо – распространенная крупяная культура мира. В культуре просо известно около 5 тыс. лет, в России возделывалось уже во времени Киевской Руси. Просо обыкновенное – древнее культурное растение, в диком виде оно не известно.

Крупа из проса – пшено, имеет высокую питательную ценность, хорошие вкусовые качества; также используется просо и на корм скоту (зеленая масса, сено, солома, солоха, зерно, лузга, мучка).

Просо – растение аридной и субаридной зон; ксерофит, способный переносить почвенную и воздушную засуху, свето- и теплолюбивое, зноевыносливое. При температуре 38–40 °С паралич устьиц листьев наступает у проса через 48 часов, тогда как у наиболее зноевыносливой зерновой культуры – ячменя – уже через 25–35 часов.

Просо – короткодневная культура, с коротким вегетационным периодом (60–115 дней). К почве просо не предъявляет особых требований, неплохо удается на песчаных почвах. Семена начинают прорастать при температуре 8–10 °С, всходы не переносят заморозки ниже -2 °С. Для прорастания семян требуется небольшое количество воды – всего 25–30% от их массы. По отношению к влаге критический период у проса – от начала выхода в трубку до образования зерна.

В начале своего развития просо медленно растет и легко заглушается сорняками. Кущение начинается примерно через 3 недели после всходов и продолжается 2 недели. Фаза выметывания начинается через 30–50 дней (в зависимости от сорта) после всходов. Выметывание проходит недружно (продолжительность 2–3 недели), и так же

недружно проходит цветение (одна метелка цветет 10–12 дней). Семена в метелке созревают тоже недружно, по направлению сверху вниз и от периферии к центру.



Рис. 10. Просо обыкновенное:

1 – общий вид растения в фазе налива зерна; 2 – плод

Сорго (*Sorghum*) – культура многостороннего использования, происходящая из Африки. Возделывается оно в мире на площади более 16 млн гектаров, причем почти полностью – в Африке, где является основным хлебным растением. В России сорго выращивается преимущественно в Поволжье и на Северном Кавказе. В засушливых условиях сорго обеспечивает урожайность зерна и зеленой массы выше, чем кукуруза.

Среди разнообразия видов сорго преимущественное значение имеют сорго обыкновенное (*Sorghum vulgare*) и суданская трава (*Sorghum sudanense*). Суданская трава быстро и прочно укореняется, хорошо кустится, не боится пастбы скота, после скашивания и стравливания хорошо отрастает, способна расти на солонцеватых землях.

Сорго (рис. 11) – типичное злаковое растение из группы просовидных, самое засухоустойчивое и теплолюбивое среди полевых культур, не требовательное к почве и способное выносить ее засоленность. Как все просовидные хлеба, в строении растений имеет некоторые особенности: в начале жизни медленно растет и не выносит засоренности полей. Период вегетации различных сортов сорго от 90 до 145 дней.

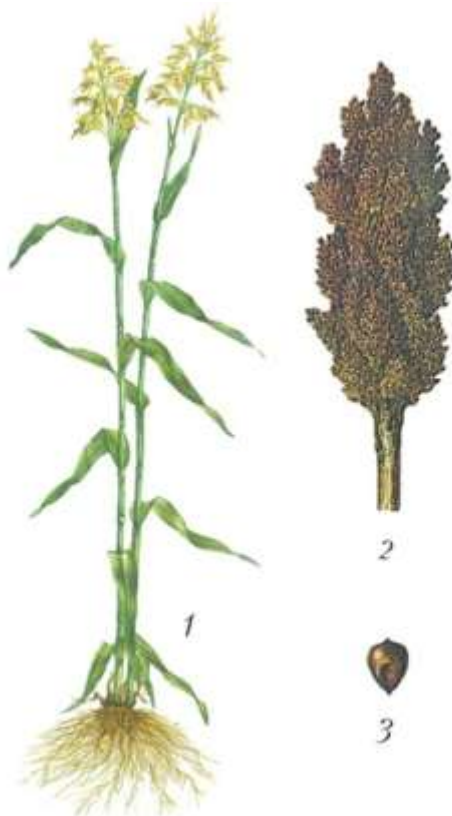


Рис. 11. Сорго зерновое:

1 – общий вид растения в фазе цветения; 2 – зрелая метелка; 3 – зерновка

Рис (*Oryza*) – одна из важнейших зерновых культур пищевого назначения на земном шаре. 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.

В зерне риса содержится 75,2% углеводов, 7,7% белков, 0,4% жира. Белок риса по сравнению с другими зерновыми культурами содержит повышенное количество незаменимых кислот, таких как лизин, валин, метионин.

Мировыми лидерами по производству риса являются Китай и Индия. В России рис возделывают при орошении в сухостепных районах на Кубани, Дальнем Востоке, в низовьях Волги, Дона.

Существует около 20 видов риса, произрастающих главным образом в тропиках и субтропиках Азии, Африки, Америки, Австралии.

Культурный рис (*Oryza sativa*) (рис. 12) подразделяется на 3 подвида:

1) индийский (*indica*) – с длинными и тонкими зерновками (отношение их длины к ширине 3,0–3,5:1);

2) китайско-японский (*sino-japonica*) – с короткими и широкими зерновками (1,4–2,9:1);

3) 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).

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.

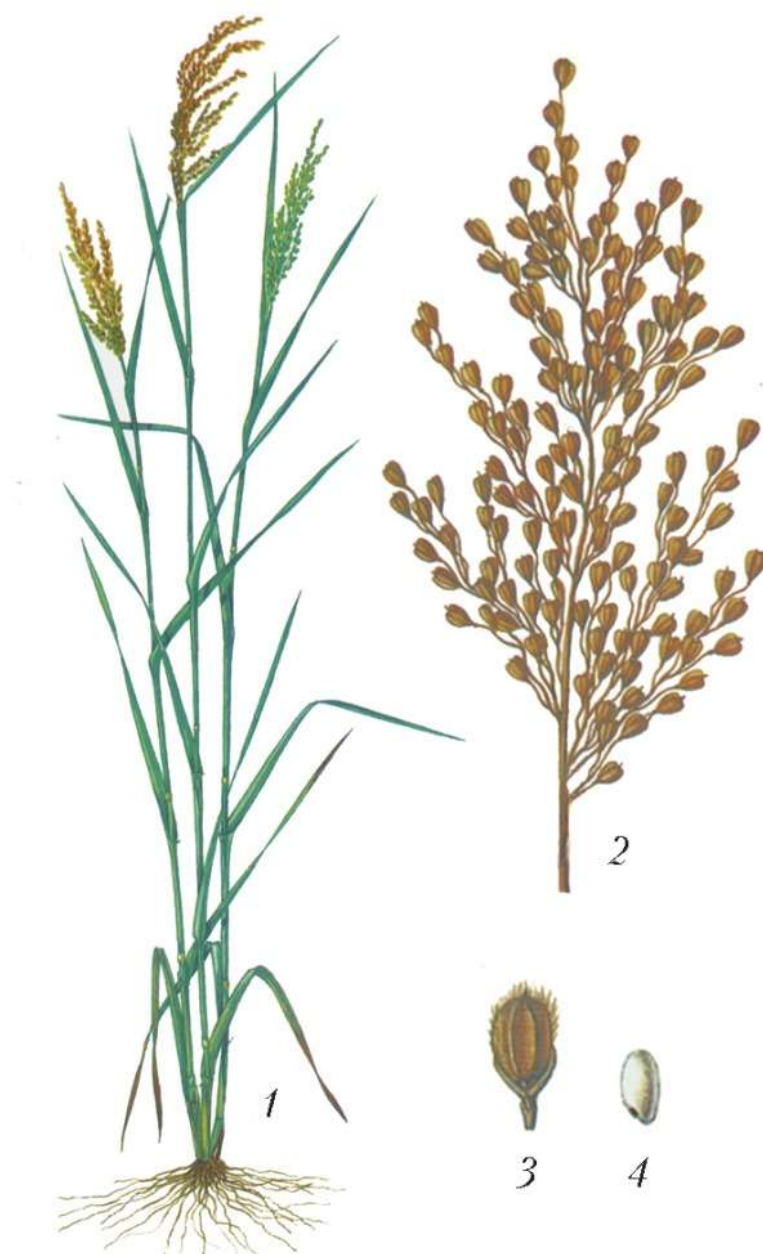


Рис. 12. Рис:
 1 – общий вид растения в фазе молочной спелости; 2 – метелка;
 3 – колосок; 4 – зерновка

Кукуруза (*Zea*) – одна из основных культур современного мирового растениеводства, которая используется на продовольствие, кормовые и технические цели. Известна только в культуре. Это основная кормовая, в т.ч. силосная культура мира и России.

Кукуруза относится к семейству Злаковые, или Мятликовые (*Gramineae*, или *Poaceae*), и имеет лишь один вид – кукуруза обыкновенная, или маис (*Zea mays* L.) (рис. 13).

В начальный период (до начала выхода в трубку) растет медленно, но перед выметыванием может прирастать в сутки на 10–12 см. После

цветения рост в высоту прекращается.

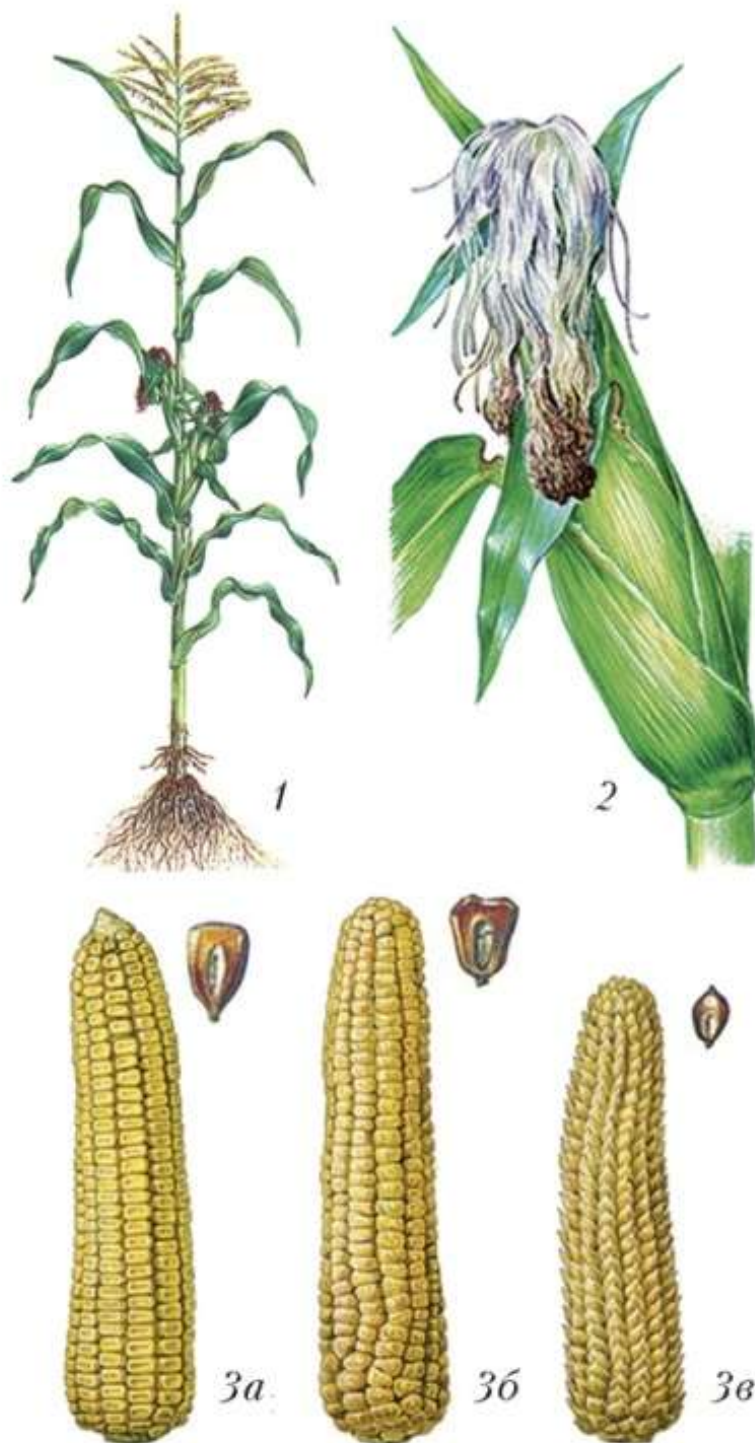


Рис. 13. Кукуруза:
1 – общий вид растения в фазе цветения; 2 – початок; 3 – зрелые початки и зерновки (3а – кукурузы зубовидной, 3б – кукурузы сахарной, 3в – кукурузы лопающейся)

Семена начинают прорастать при температуре почвы на глубине их заделки 8 °С, всходы выдерживают заморозки до -4 °С. Критическим

периодом по отношению к влаге является фаза выметывания метелки и до середины молочной спелости зерна.

Кукуруза – светолюбивое растение короткого дня. Для ее возделывания не пригодны только почвы, склонные к заболачиванию, с повышенной кислотностью или сильно засоленные.

Гречиха (*Polygonum*). В Европе и России гречиха в культуре известна с XIII–XV веков. В мире ее высевают около 4,0 млн гектаров, причем более половины – в Европе. В России ее высевают в основном в лесостепной зоне, поскольку в южнее расположенной степной зоне она страдает от засухи.

Крупа гречихи является диетическим продуктом. Используются также мука гречихи, солома – по кормовым качествам она не уступает соломе злаковых культур, но ее большое количество в рационах животных приводит к отрицательным последствиям (выпадение шерсти).

Гречиха обыкновенная (рис. 14), или посевная (*Polygonum fagopyrum* L.), – однолетнее растение из семейства Гречишные (*Polygonaceae*). Как сорняк в посевах обыкновенной гречихи повсеместно встречается и другой вид – гречиха дикуша, или татарская.

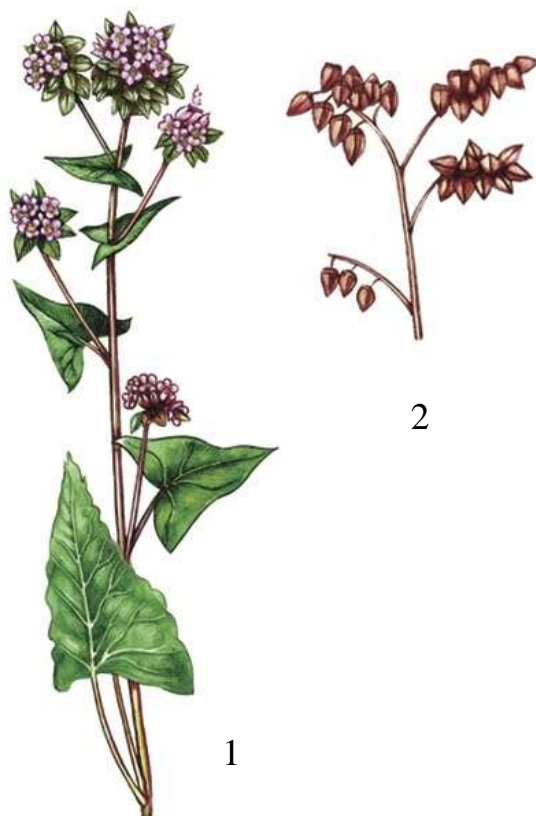


Рис. 14. Гречиха посевная:

1 – цветущий побег, 2 – верхушечная часть побега с плодами

Гречиха обыкновенная – свето- и теплолюбивое, короткодневное растение с коротким вегетационным периодом (60–115 дней).

Минимальная температура для прорастания семян – 6–8 °С, заморозков всходы не переносят. Это влаголюбивое растение, особенно в период *цветение – налив семян*, который является критическим по отношению к влаге; в период до бутонизации гречиха не предъявляет особых требований к влаге.

Гречиха достаточно требовательна к почве и на тяжелых, известковых (с щелочной реакцией) и песчаных почвах произрастает плохо. На тучных и переудобренных навозом почвах при недостатке влаги гречиха развивает большую вегетативную массу в ущерб образованию плодов.

В отличие от злаковых культур у гречихи особый тип роста и развития растений. Он заключается в том, что все фенологические фазы, кроме всходов, проходят в пределах растения одновременно, накладываясь одна на другую, и их нельзя строго отграничить во времени, поэтому отмечают лишь начало фазы и массовое ее наступление. На растениях гречихи одновременно имеются и цветы, и формирующиеся плоды, и даже созревшие плоды, и рост растений продолжается до момента уборки, не завершаясь. Поэтому гречиха является растением с незавершенным (индетерминантным) типом роста и развития, в отличие от злаков, у которых тип роста и развития растений детерминантный (т.е. завершённый, когда каждая последующая фаза развития в пределах растения начинается только после того, как завершится предыдущая).

3.3.2. Зернобобовые культуры

В группу *зернобобовых культур* входят однолетние виды растений семейства бобовых, которые в большинстве своем крупносемянные и обеспечивают получение зерна (горох посевной и полевой, нут, чина, чечевица, вика, соя, фасоль, кормовые бобы, люпины, маш, арахис). По направлениям использования продукции они являются продовольственными, кормовыми, техническими и универсального применения, а также сидеральными культурами. Зерно многих зернобобовых культур является ценным экспортным товаром.

В сельскохозяйственном производстве зернобобовые культуры играют особую роль в связи с тем, что в их семенах, листьях и стеблях накапливается большое количество белка (в 1,5–3,0 раза больше, чем у зерновых культур). Наибольшее содержание белка в зерне сои (около 40%), затем идут люпины, бобы, чина, горох.

Белок зернобобовых имеет высокую кормовую и питательную ценность, так как содержит в большом количестве незаменимые ами-

нокислоты (лизин, триптофан, валин и др.) и является наиболее дешевым белком, доступным человеку и животным.

Наиболее ценное качество зернобобовых культур – азотфиксирующая способность их корневой системы. На корнях этих культур в специальных клубеньках поселяются клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, и в симбиозе с этими бактериями зернобобовые используют недоступный другим культурам атмосферный азот на формирование собственного урожая. Поэтому при выращивании зернобобовых требуется значительно меньше азотных удобрений, чем при выращивании других культур, но почва при этом не только не истощается, но обогащается азотом. Так, посев гороха при благоприятных условиях накапливает до 100–120 кг азота на гектаре, что равнозначно внесению 20–25 т навоза.

Зернобобовые – хорошие предшественники для многих полевых культур и в севообороте выполняют фитосанитарную роль, препятствуя накоплению болезней и вредителей. При этом сами они не предъявляют высоких требований к предшественнику, не нуждаются в органических удобрениях и больших дозах азотных удобрений.

Высокая агротехническая значимость зернобобовых культур и их способность включать в биологический круговорот азот воздуха, недоступный другим растениям, делают эти культуры одним из ведущих факторов биологизации современного адаптивного и ресурсосберегающего растениеводства.

Горох. В нашей стране в культуре известны два вида гороха – горох посевной – *Pisum sativum* L. и горох полевой, или пелюшка, – *Pisum arvense* L. В культуре используется горох посевной (рис. 15).

Пищевая ценность культуры заключается в том, что в семенах содержится до 22–34% белка, кроме того, в их состав входят сахара, витамины, кальций и железо. Выращивают сорта зерновые, овощные, кормовые.

Горох – самая скороспелая культура из зернобобовых. Он светолюбив, недостаток освещения угнетает его. К теплу горох малотребователен. Семена прорастают при температуре 1–2 °С, наиболее дружное прорастание отмечается при 20–25 °С. Всходы гороха хорошо переносят заморозки до -4...-7 °С. Это важно при раннем севе культуры. Оптимальная температура для роста и развития составляет 15–20 °С.

Нут (*Cicer*). Из 27 известных видов нута возделывают один – нут культурный (рис. 16). Семена нута содержат: белка от 19 до

30,7%, жира 4,0–7,2, золы 2,3–4,9%. В сухих семенах содержатся витамины РР, А, В₁, В₂, В₆.

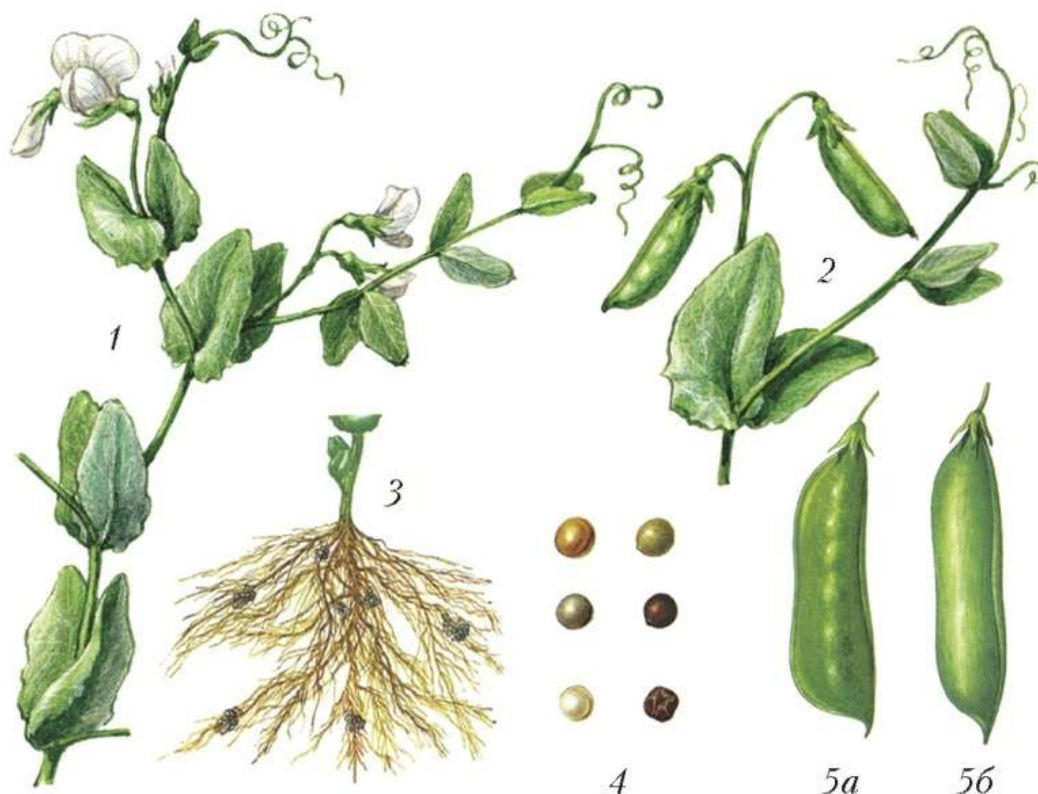


Рис. 15. Горох посевной:

1 – побег с цветками; 2 – побег с плодами; 3 – корень; 4 – семена различных сортов; 5а – плод сахарного сорта; 5б – плод луцильного сорта

Нут – культура континентального климата. Семена начинают прорастать при температуре 2–5 °С. Жаростоек и холодостоек. Выдерживает заморозки до -11 °С. Он очень засухоустойчив, превосходя в этом все зернобобовые культуры. За счет густого опушения экономно расходует влагу и выдерживает длительные засушливые периоды. К почвам – малотребователен. Однако черноземы – лучшие для него почвы.

Растения гороха и нута в своем развитии проходят фенологические фазы всходов, бутонизации, цветения, плодообразования и созревания. При этом цветение, плодообразование и созревание на разных узлах стебля и ветвях проходят неодновременно, а потому в пределах растения растянуты во времени.

Фасоль (*Phaseolus*). С древних времен фасоль возделывается в Мексике, Гватемале и других странах Нового Света. По Н.И. Вавилову, центром происхождения обыкновенной фасоли является Южная

Мексика, а также Перу. В природных условиях фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.) (рис. 17) не встречается.

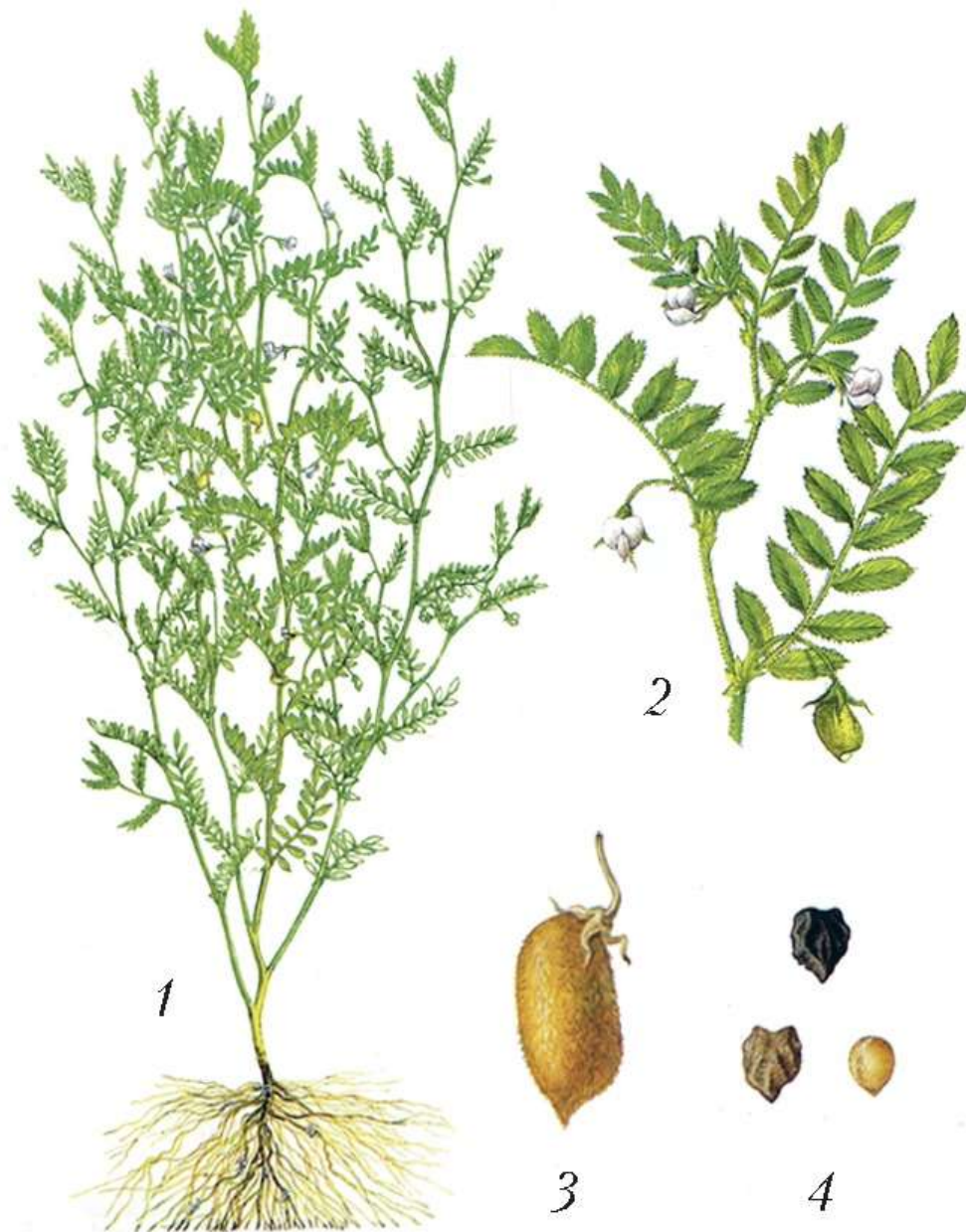


Рис. 16. Нут культурный:
1 – общий вид растения в фазе цветения; 2 – верхушечная часть цветущего побега; 3 – плод; 4 – семена

В культуре известно 20 видов фасоли. 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 боль-

шинство зерновых бобовых культур. Культура требовательна к теплу и влаге. Плохо переносит заморозки. Семена начинают прорастать при температуре 8–10 °С. Оптимальная температура для роста и развития – 20–25 °С.

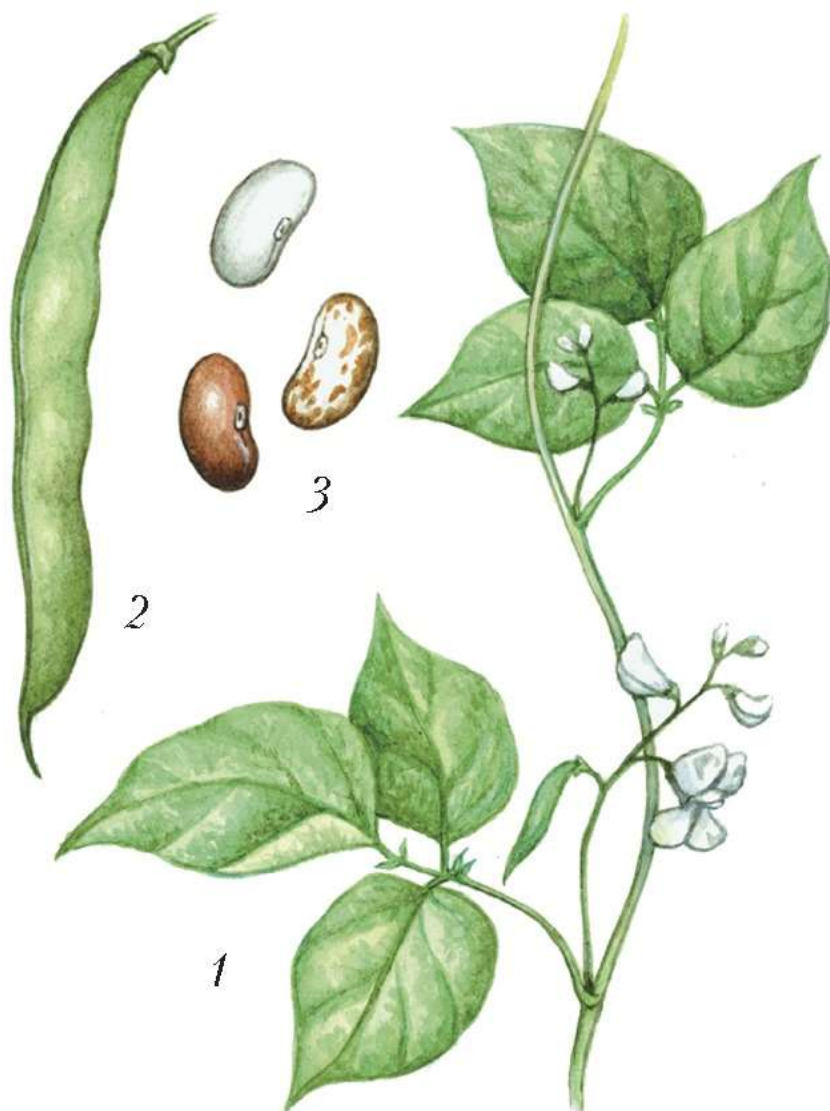


Рис. 17. Фасоль обыкновенная:
1 – отрезок побега в фазе цветения; 2 – плод; 3 – семена

Чечевица (*Lens*) – однолетнее травянистое растение (рис. 18). Высокопитательная культура, которая содержит в семенах около 30% белка, 60% крахмала, до 2% жира.

Чечевица достаточно холодостойкая культура. Всходы появляются при температуре 4–6 °С. Она устойчива к заморозкам. Оптимальная температура для роста и развития культуры – 22–25 °С. По сравнению с горохом чечевица менее требовательна к влаге. Отличается засухоустойчивостью.

Соя (*Glycine*) (рис. 19) – однолетнее травянистое растение. Ее семена содержат 34–45% белка, 20–35% жира, до 27% углеводов, витамины и микроэлементы. Белок сои по биологической ценности близок к белкам животного происхождения. Он отличается сбалансированностью по аминокислотному составу.



Рис. 18. Чечевица обыкновенная:

1 – общий вид растения в фазе цветения и плодоношения; 2 – плоды; 3 – семена

Соя требовательная к теплу. В зависимости от скороспелости сорта для нормального развития растений необходима сумма эффективных температур 2200–3200 °С. Семена начинают прорастать при температуре 7–8 °С. Соя может выдержать кратковременные за-

морозки $-2...-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. При продолжительных заморозках растения погибают. Наибольшая потребность культуры в тепле приходится на период цветения – созревания. Оптимальная температура для роста и развития сои $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Соя неплохо переносит недостаток влаги. Однако недостаток влаги в период цветения – налива бобов приводит к опадению завязи. Почвенную засуху соя переносит хуже, чем воздушную.

Соя неплохо переносит реакцию почвенного раствора рН от 5 до 8. Однако лучше развивается на щелочных почвах.

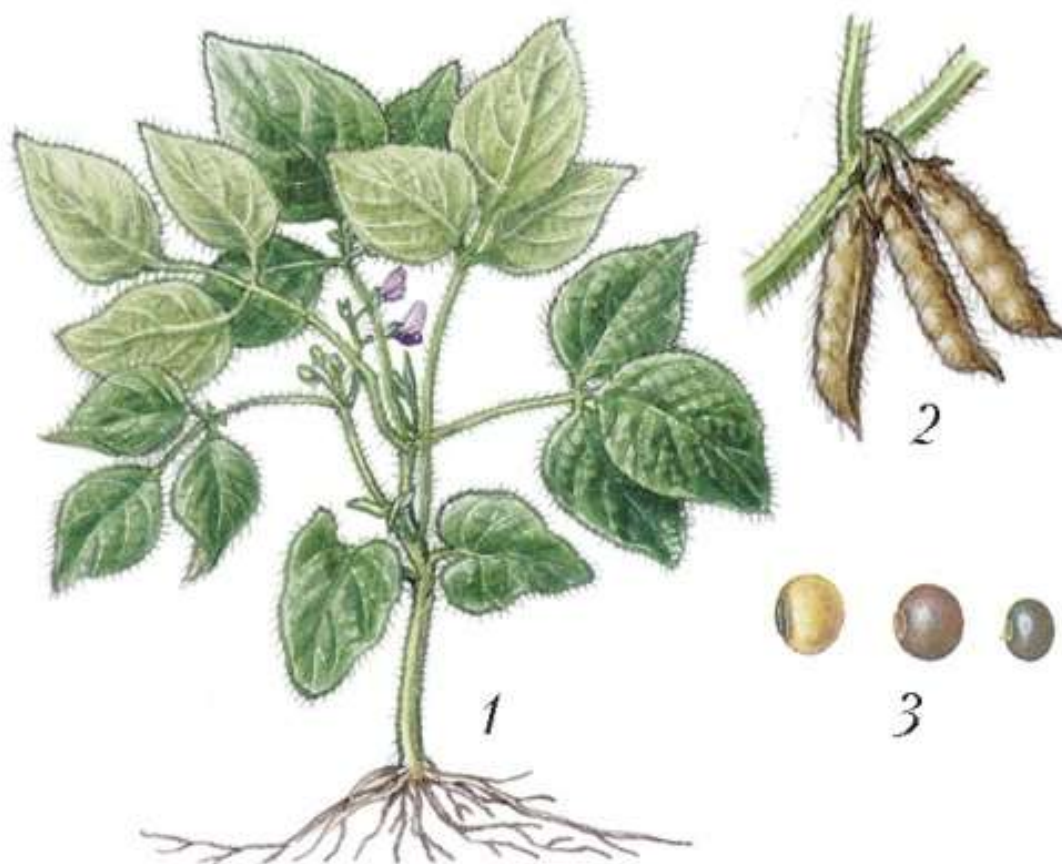


Рис. 19. Соя обыкновенная:

- 1 – общий вид растения в фазе цветения и плодообразования;
2 – отрезок побега с плодами; 3 – семена

3.3.3. Масличные культуры

К масличным относят культуры, семена которых содержат много растительного масла (до 50–60%) и служат сырьем для масложировой

промышленности. Это подсолнечник, соя, лен масличный, рапс, горчица белая, редька масличная, рыжик, сафлор, клещевина, перилла.

Получаемые при переработке маслосемян отходы – жмых и шрот – служат концентрированным кормом для животных, поскольку богаты белком и жиром. Некоторые масличные растения (рапс, подсолнечник, редька) возделывают также на зеленый корм и силос, некоторые из них являются хорошими медоносами.

Более всего в мире из масличных распространена соя – около 60 млн га, а в России – подсолнечник. В семенах подсолнечника до 50–55% полувысыхающего масла, 14–16% переваримого протеина. Его зеленая масса используется для силосования, особенно с другими культурами. Это отличный медонос: 1 га его посева дает до 30 кг меда. Высевают его и как кулисное растение.

Подсолнечник (*Helianthus*) относится к семейству Астровые (*Asteraceae*). Это сборный вид, который делится на два вида: подсолнечник культурный (рис. 20), объединяющий все формы и сорта подсолнечника полевой культуры, и подсолнечник дикорастущий.

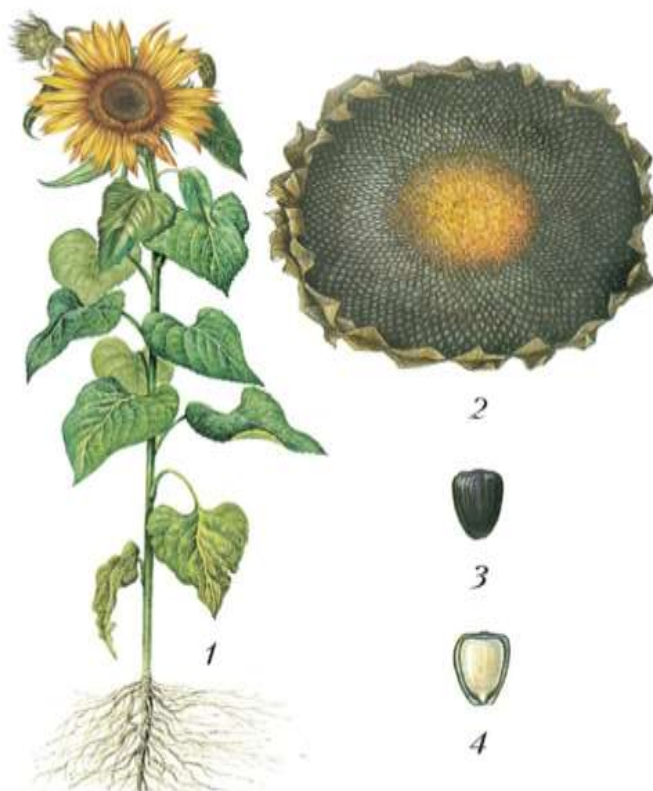


Рис. 20. Подсолнечник масличный:

1 – общий вид растения в фазе цветения; 2 – зрелая корзинка; 3 – семянка;
4 – ядро

Подсолнечник культурный подразделяют на два подвида: культурный посевной и культурный декоративный. Подсолнечник проис-

ходит из Северной Америки, но в культуру был введен в XVIII–XIX веках в России.

Семена его начинают прорасти при температуре 4–6 °С, всходы переносят заморозки до -5...-6 °С. Подсолнечник – засухоустойчивое растение, но потребляет много воды, и более всего – во время образования корзинки и цветения (это критический период по отношению к влаге). Засухоустойчивость объясняется глубоко проникающей корневой системой: влагу он потребляет с глубины до 2–3 м. Подсолнечник выносит много питательных веществ из почвы, потому требователен к плодородию почвы и не пригоден для заболоченных и солонцеватых почв. Это светолюбивая культура короткого дня, и при продвижении на север период вегетации его удлиняется.

В первые фазы развития подсолнечник растет медленно, затем рост его ускоряется и достигает максимума в период от образования корзинки до цветения (прирост 3–5 см в сутки). Во время цветения рост замедляется, а к концу этой фазы – почти прекращается.

Рапс (*Brassica napus*) (рис. 21) относится к семейству Капустные (*Brassicaceae*).

Он имеет две формы: яровую и озимую. В семенах озимого рапса содержится 45–50% полувысыхающего масла, у ярового – 32–35%. Масло рапса употребляется в пищу после рафинирования и удаления веществ, придающих ему неприятный вкус, чаще используется в технических целях.

Рапс достаточно теплолюбивое растение, погибает при морозе -8...-10 °С. Оптимальная температура в период вегетации 18–20 °С, однако потребность во влаге высокая. Плохо переносит засуху. Озимые формы отличаются слабой зимостойкостью. В период вегетации оптимальной температурой для формирования семян является 20–25 °С. Рапс достаточно влаголюбивое растение.

Горчица сизая (сарептская) – *Brassica juncea* – однолетнее растение семейства Капустные (*Brassicaceae*) (рис. 22). Горчица сизая и горчица белая относятся к семейству Капустные. Они близки по биологическим особенностям. Являются однолетними травянистыми растениями. В семенах сизой горчицы содержится 35–47% жира и 0,5–1,7% эфирных масел. В семенах белой горчицы содержится 30–40% жира и 0,1–1,1% эфирных масел.

Требования к теплу у сизой горчицы невысокие, семена начинают прорасти при температуре 2–3 °С. Всходы переносят заморозки

до $-4...-5$ °С. Культура отличается засухоустойчивостью. Период вегетации составляет 90–110 дней.



Рис. 21. Рапс:

1 – общий вид растения в фазе цветения и плодообразования; 2 – плод; 3 – семя

Горчица белая более холодостойкая. Семена прорастают при температуре $1-2$ °С. Всходы переносят продолжительные заморозки до -6 °С. Требования к влаге очень высокие. Вегетационный период длится 65–90 дней.

Рыжик (*Camelina*) – род травянистых растений семейства Капустные (*Brassicaceae*). В культуре возделывают рыжик яровой и рыжик озимый. Рыжик яровой (рис. 23) относится к семейству Капустные.



Рис. 22. Горчица сарептская (сизая):
1 – верхушечная часть цветоносного побега; 2 – лист; 3 – стручок



Рис. 23. Рыжик посевной

Семена содержат 40–46% высыхающего масла, которое используется в основном для технических целей (лакокрасочная и мыловаренная промышленность). Вкусовые качества масла невелики. В пищу можно использовать только свежееотжатое масло, при хранении оно быстро прогоркает.

По биологии культура близка к другим капустным. Рыжик малотребователен к условиям произрастания, неприхотлив. Хорошо переносит заморозки до -10°C и засуху.

3.3.4. Прядильные культуры

Прядильные культуры выращивают для получения натурального растительного волокна, из которого делают различные ткани. В мировом производстве прядильных материалов первые четыре места занимают соответственно 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.

Хлопчатник относится к роду *Gossypium* семейства Мальвовые (*Malvaceae*) (рис. 24). В мировом потреблении прядильных материалов хлопковое волокно занимает первое место. Хлопчатник возделывают в тропической и субтропической зонах. К основным хлопководящим странам мира относят Индию, Китай, США, Бразилию, Пакистан. Древнейшими исконными очагами возделывания хлопчатника на земном шаре были Индия (в Старом Свете), Мексика, Перу (в Новом Свете).

Хлопковое волокно – основное сырье хлопчатобумажной и целлюлозной промышленности. 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 др.

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);

- хлопчатник перуанский (тонковолокнистый);
- хлопчатник травянистый, гуза.

Хлопчатник – пропашная культура, имеющая большое агрономическое значение, так как является хорошим компонентом в севооборотах зерновых и других культур. Хлопчатник – неплохое медоносное растение.

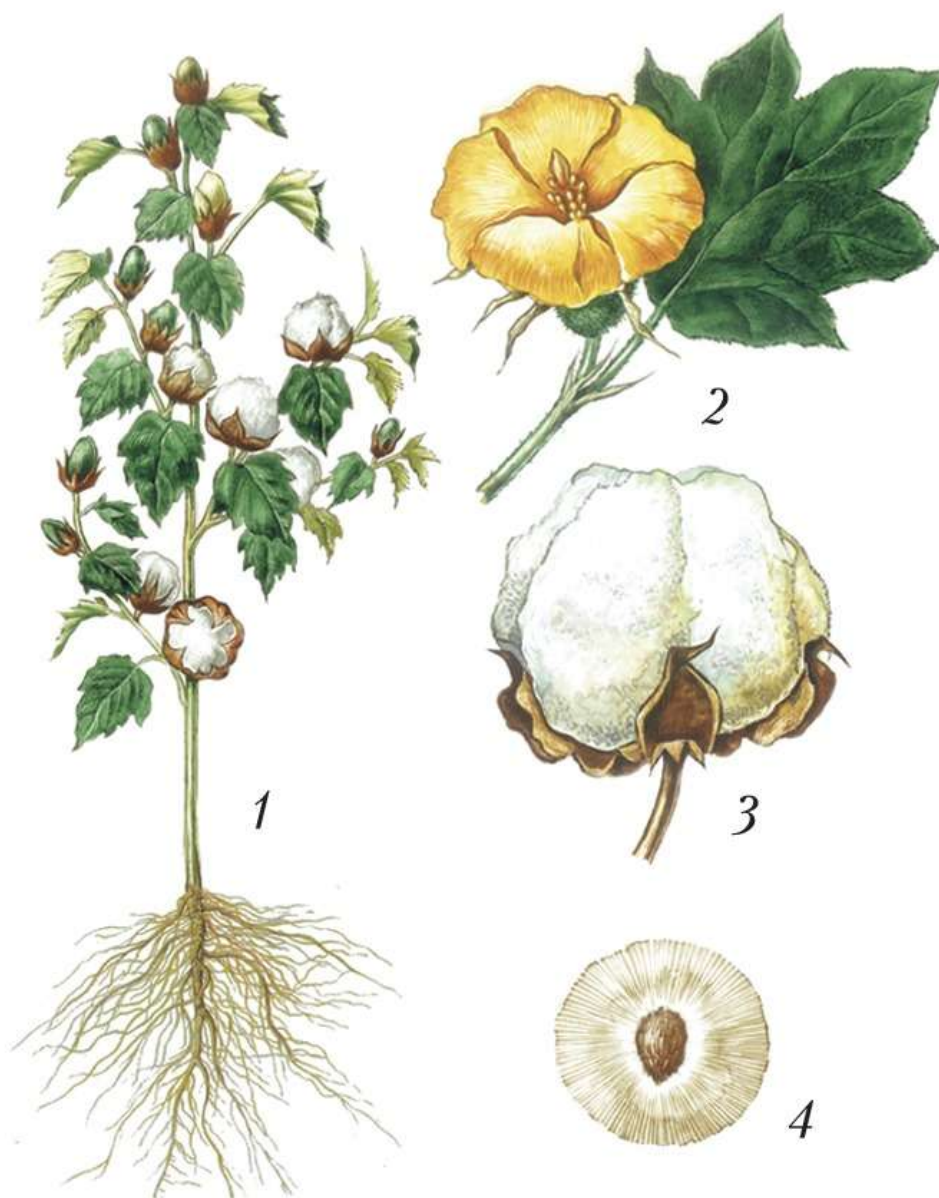


Рис. 24. Хлопчатник обыкновенный:
 1 – общий вид растения в фазе созревания плодов; 2 – отрезок цветущего побега; 3 – зрелая коробочка; 4 – семя, покрытое волокнами

Лен (*Linum*) относится к семейству Льновые (*Linaceae*). Распространено в субтропических и умеренных широтах. Стебель состоит на 28% из льноволокна. В семенах содержится 37% масла. Лен –

древняя культура. Произшел из горных районов Индии и Ирана. Некоторые виды льна родом из Средиземноморья. В X в. лен на Руси стал главным прядильным растением.

В культуре для получения волокна и масла используется лен культурный, он делится на подвиды:

1. *Средиземноморский* отличается низким ростом растений (50 см) и крупносемянностью. Возделывается в странах Средиземноморья.

2. *Промежуточный* – растения средней высоты, семена среднего размера. Масса 1000 семян 6–9 г. Возделывается в южных районах России как масличное растение.

3. *Евразийский* – самый распространенный в Европе и Азии. Растения разной высоты, семена мелкие. Масса 1000 семян – 3–5 г.

Евразийский подвид делится на 4 разновидности (рис. 25): *долгунец*, *межеумок*, *кудряш*, *стелющийся*.

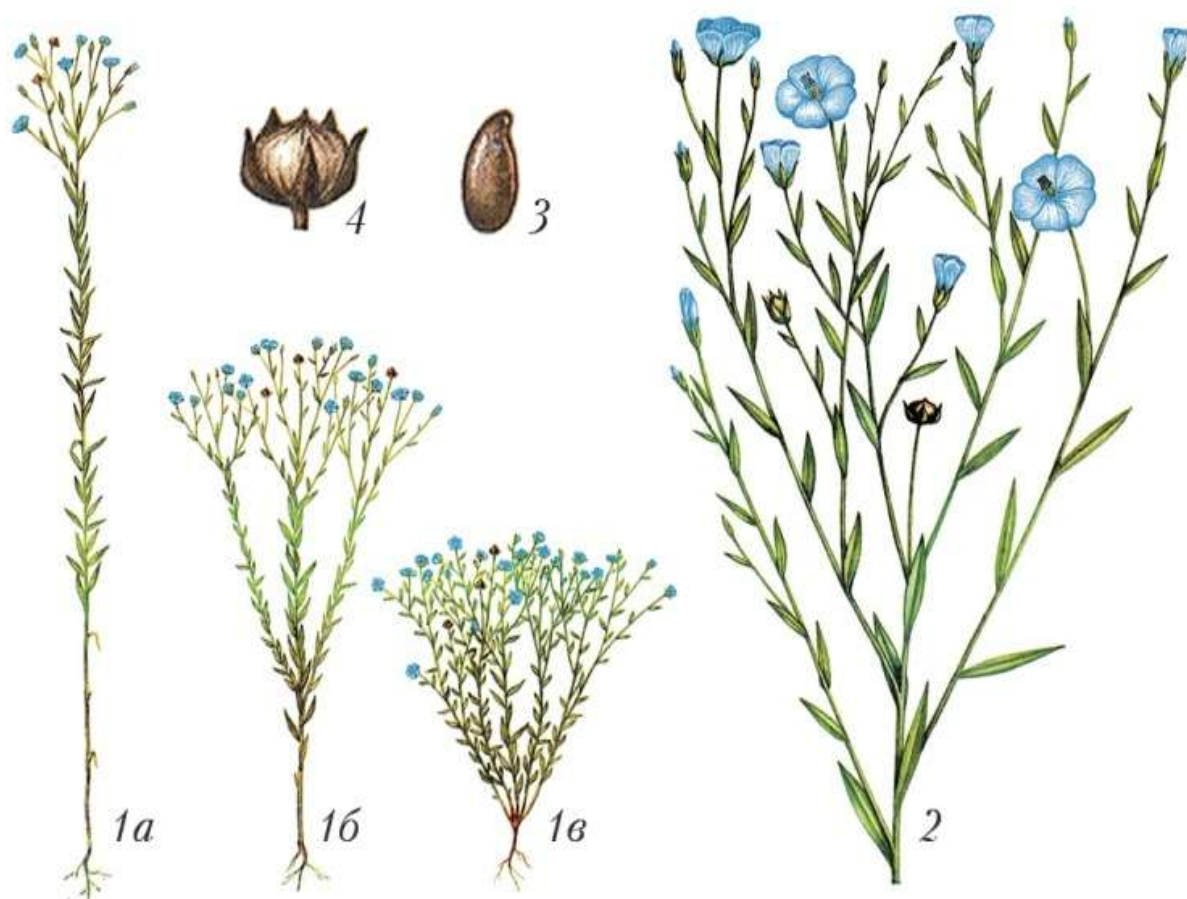


Рис. 25. Лен:

1а – долгунец; 1б – межеумок; 1в – кудряш; 2 – верхушечная часть побега;
3 – семя; 4 – коробочка

Лен-долгунец – влаголюбивая культура. На образование единицы сухого вещества он расходует в течение вегетационного периода 400–430 единиц воды. Опытными данными установлено, что в течение вегетационного периода лен-долгунец может взять из почвы около 7 т воды на образование каждого 16 кг урожая. Особенно высока у льна потребность в воде в период быстрого роста, бутонизации и цветения. Недостаток влаги в эти фазы сильно снижает урожай волокна льна. В то же время лен не выносит избытка влаги и отрицательно реагирует на близкое залегание грунтовых вод. Равномерное распределение осадков в течение периода всходы – цветение способствует формированию высокого урожая волокна и семян.

Лен-долгунец – растение длинного светового дня и умеренного климата. Семена льна прорастают при температуре 1–3 °С. Растения устойчивы к холоду. В раннем возрасте (две пары настоящих листочков) лен может переносить заморозки до -3,5...-4 °С. Повторные заморозки действуют губительно на всходы. Лен-долгунец хорошо растет и развивается при температуре 15–18 °С, без резких колебаний между температурой дня и ночи и в течение вегетационного периода.

Наиболее благоприятными для льна считаются плодородные, структурные почвы со слабой кислотностью (рН 5,0–5,5). Среди распространенных в Нечерноземной зоне дерново-подзолистых почв лучшими для льна являются средне- и легкосуглинистые почвы с содержанием гумуса в пахотном слое до 3%. Они имеют сравнительно хорошую структуру, нормальный водно-воздушный режим.

3.3.5. Корнеплоды

В полевой культуре из корнеплодов выращивают свеклу, брюкву, турнепс, морковь. Это двудольные растения длинного дня с двухлетним циклом развития: в первый год жизни получают корнеплод с запасом питательных веществ, а на второй год высаженный корнеплод дает цветоносные побеги и семена. Могут наблюдаться отклонения от двухлетнего цикла развития: появление цветоносных побегов в первый год жизни (цветушность) или появление «упрямцев» – корнеплодов, которые не образуют цветоносные побеги и на второй год жизни.

Более всего из корнеплодов распространена свекла, причем сахарная (80% посевных площадей этих культур), затем кормовая свекла, морковь. Сахарная свекла – прежде всего техническая культура (произ-

водство сахара). Другие корнеплоды – пищевые растения и ценный сочный корм для животных как в свежем, так и в запаренном виде. Их называют молокогонным кормом для коров. При этом на корм используют и ботву корнеплодов – в свежем и силосованном виде.

Свекла (*Béta*) – род одно-, дву- и многолетних травянистых растений семейства Амарантовые (ранее род относился к семейству Маревые).

Свекла (рис. 26) – светлюбивая культура умеренного климата, к влаге достаточно требовательна, но более засухоустойчива, чем турнепс и брюква. К почве также достаточно требовательна, но терпимо относится к ее некоторому засолению. Для прорастания семян необходимо 120–160% воды от их массы. Наиболее благоприятная температура для прорастания семян 10–12 °С на глубине заделки. Взрослые растения выдерживают заморозки до -4...-6 °С. Vegetационный период первого года жизни свеклы (когда получают корнеплод) около 120 дней.

В культуру введена около 4 тыс. лет назад.

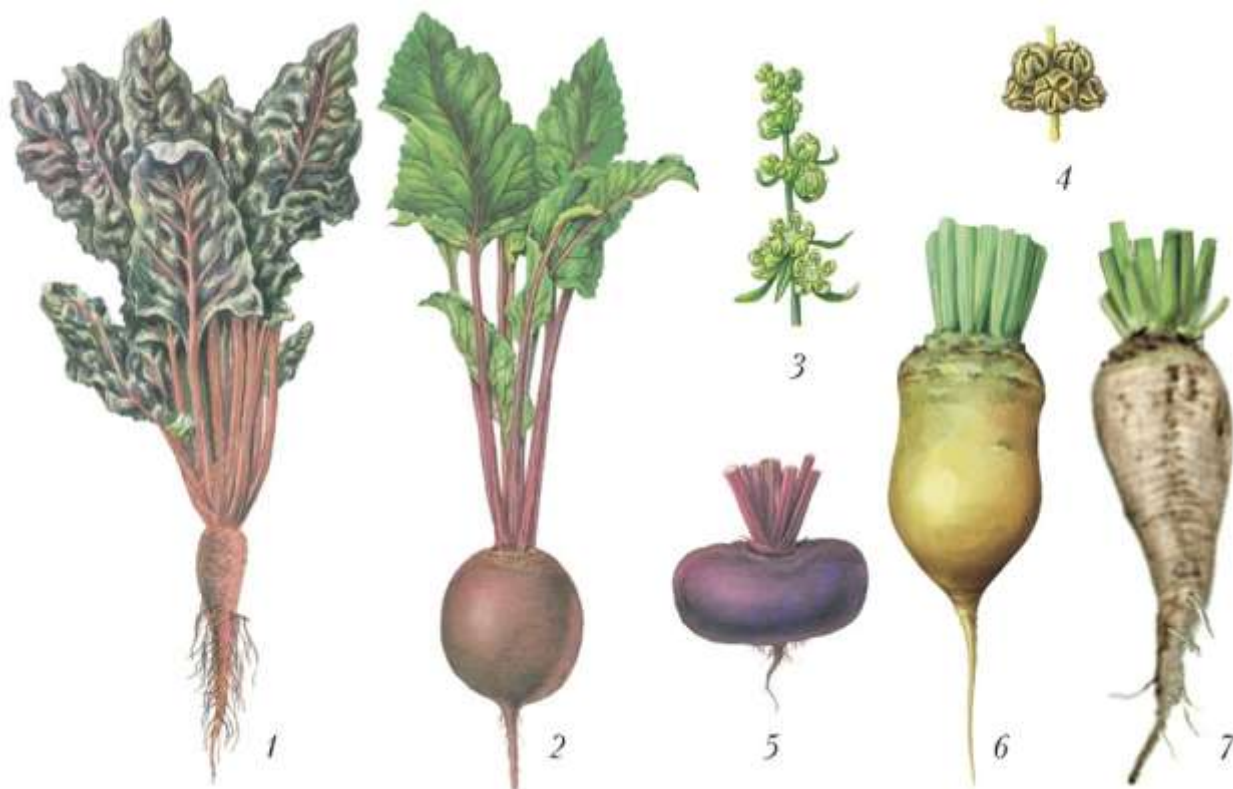


Рис. 26. Свекла:
общий вид (1 – листовой вид; 2 – корнеплодный вид); отрезок цветочного стебля с цветками (3); соплодие (4); корнеплод свеклы (5 – столовой, 6 – сахарной, 7 – кормовой)

3.3.6. Клубнеплоды

Среди клубнеплодных растений наиболее распространен картофель – культура разностороннего использования. Клубни содержат большое количество крахмала (до 22%) и используются в пищу, на кормовые и технические цели. На корм может использоваться и ботва (силос). Но в ней, как и в позеленевших клубнях, содержится ядовитое вещество соланин.

Родина культурного картофеля – Южная Америка. В Европе он появился в XVI веке, в России – в XVIII веке. Сейчас в России распространен почти повсеместно, но более всего – в Нечерноземье, и из овощной, огородной культуры он превратился в пропашную полевую культуру, а потому является хорошим предшественником в севообороте. Но это по-прежнему очень трудоемкая культура.

Картофель относится к семейству Пасленовые (*Solanaceae*), роду *Solanum*, объединяющему десятки диких и культурных видов и среди них *Solanum tuberosum* – вид, получивший самое широкое распространение в культуре (рис. 27).

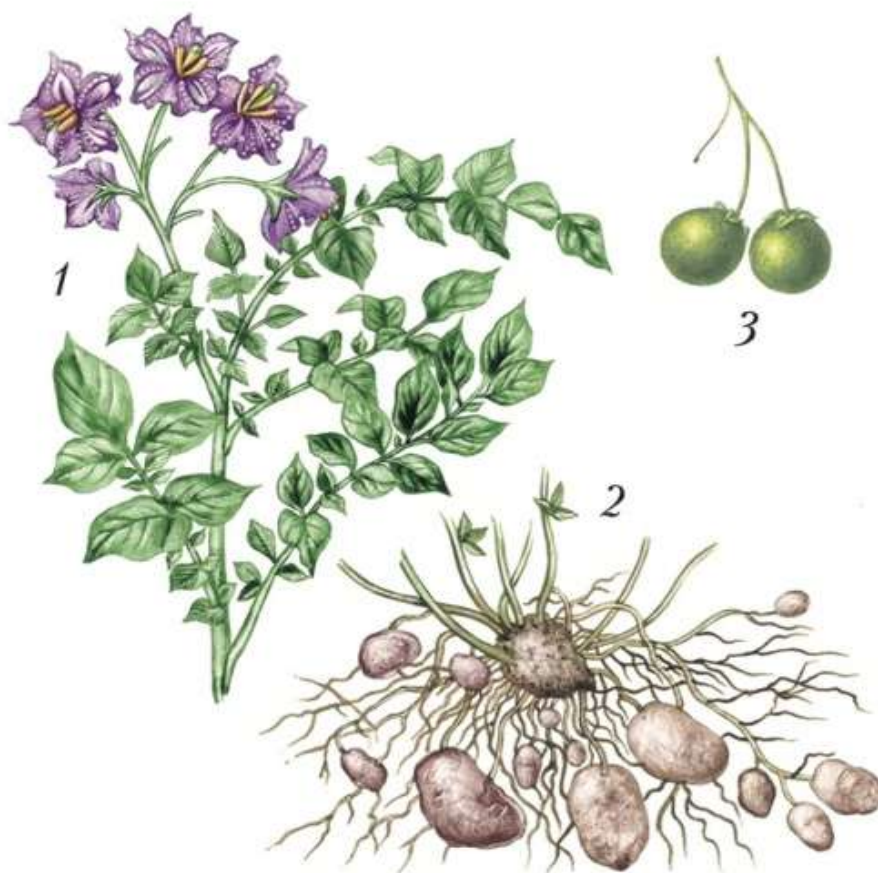


Рис. 27. Картофель:
1 – цветущий побег; 2 – клубни, развивающиеся на концах столонов; 3 – плоды

Картофель – многолетнее клубненосное растение с ежегодно отмирающими травянистыми стеблями, но возделывают его как однолетнее растение. Клубень – это видоизмененный (утолщенный и укороченный) подземный стебель-побег, являетсяместилищем запасных питательных веществ и органом размножения. В производстве картофеля размножается вегетативно, но может размножаться и семенами, так как имеет плоды – многосемянные ягоды зеленого цвета. Корневая система картофеля, выросшего из клубня, мочковатая, неглубокая и достаточно слабая, но способна активно поглощать соединения фосфора из почвы.

Цикл роста картофеля условно разделяют на 3 периода: в первый период (до цветения) идет рост ботвы, во второй (от цветения до увядания ботвы) интенсивно нарастают клубни, в третий происходит накопление в клубнях крахмала, их созревание.

Клубни начинают прорасти при температуре 7–8 °С, но оптимальная температура для их прорастания 18–20 °С (всходы появляются через 10–12 дней). Картофель не устойчив к отрицательным температурам, для формирования высокой продуктивности требуются умеренные температуры (в пределах 10–23 °С) и достаточное количество воды. Для обеспечения высоких урожаев клубней необходимо, чтобы за вегетацию выпадало не менее 300 мм осадков. Критический период по отношению к влаге – цветение.

Картофель может расти на сравнительно бедных почвах, но обязательное требование – достаточная рыхлость почв. Очень отзывчив на внесение навоза. Засоленные почвы не переносит, но к некоторому повышению кислотности относится терпимо. Светолюбивое растение.

3.3.7. Кормовые травы

Однолетние кормовые культуры. Известно около 70 видов кормовых однолетних трав, которые дают урожай кормовой массы только в год посева. Их используют на зеленый корм. Многие из них можно высевать и как промежуточные культуры, некоторые – как покровные культуры. Эти травы различаются биологическими особенностями, имеют разную продолжительность вегетации. В зависимости от длины безморозного периода и влагообеспеченности они дают один, два и более укосов. Их высевают в разные сроки: рано весной или позже, летом и даже осенью; некоторые из них можно высевать в несколько сроков, что ценно при создании зеленого и сырьевого конвейера.

Однолетние травы, помимо использования на кормовые цели, позволяют решать и агротехнические задачи (их посеvy при хорошей агротехнике подавляют сорную растительность, в занятом пару эти

травы рано освобождают поле для посева озимых культур). Бобовые однолетние травы накапливают в почве биологический азот, часто используются как зеленое удобрение. Сами однолетние травы хорошо отзываются на внесение удобрений.

Однолетние бобовые травы. Наиболее ценные из этой группы растений – вика посевная, вика мохнатая, горох полевой (пелюшка), сераделла.

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 широко-рядным 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.

Наибольшее распространение в культуре имеют *вика посевная (яровая)* и *вика мохнатая (озимая)*. Вика посевная известна в культуре со времен Древнего Рима. В диком состоянии встречается в европейской части России, на Кавказе, в Западной Сибири, в Средней Азии и на Дальнем Востоке.

Вика посевная, или **яровая** (*Vicia sativa*), – однолетнее растение, принадлежит к семейству Бобовые (рис. 28). 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.



Рис 28. Вика посевная (яровая)

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.

Вику высевают на зерно в чистом виде, а на зеленый корм, сено или силос в смеси с овсом или ячменем. В 100 кг зеленой массы вики содержится 20 к.е. и 3,8 кг переваримого протеина, а в сене соответственно 45,8 и 12,3.

Вика озимая, или **мохнатая** (*Vicia villosa*), 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. Вико-ржаную смесь на зеленый корм убирают до начала колошения ржи, а на семена – при побурении бобов.

Пелюшка, или **горох полевой** (*Pisum arvense*), – однолетнее бобовое растение (рис. 29). Дает высокие урожаи укосной массы и зерна в районах достаточного увлажнения. Быстро развивается в первые фазы вегетации; пелюшка раньше, чем вика, может быть использована на зеленый корм. В сене пелюшки, скошенной в фазу цветения, содержится 17–18% протеина. По кормовым качествам несколько уступает вике.



Рис. 29. Горох полевой (пелюшка)

Сераделла посевная (*Ornithopus sativus*) – однолетнее бобовое растение (рис. 30). 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.



Рис. 30. Сераделла посевная

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.

Сераделла – хороший медонос. Сераделла посевная зацветает через 40–45 дней после посева, и ее цветение со второй половины июня продолжается до самой осени.

Однолетние мятликовые травы

Суданская трава (*Sorghum sudanense*) – 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.

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 и получила 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.

Могар (*Setaria italica*) – однолетнее растение из семейства мятликовых. Впервые в Россию могар попал в 1870 году через Бессарабию, а в Сибирь в 1900 г. На Омской опытной станции могар начали изучать в 1904–1906 гг., а в тридцатых годах его изучение продолжили в Сибирском институте сельского хозяйства и лесоводства. Широкое распространение в Сибири могар получил в 50-е годы XX века.

В настоящее время среди однолетних мятликовых просовидных трав по распространению в Сибири могару принадлежит одно из первых мест. По урожайности могар уступает суданке в два раза. В сене могара содержится 8% сырого белка, 27% клетчатки, 51% безазотистых экстрактивных веществ, 7% зольных элементов. В зерне содержится до 14% белка, в 1 кг зеленой массы 0,17 корм. ед., а сена – 0,55 корм. ед.

По сравнению с суданкой могар обладает большей засухоустойчивостью и меньшей требовательностью к теплу и почвам. Его семена начинают прорастать при температуре 10 °С, а оптимум их прорастания 20 °С. Всходы могара страдают от яркого солнечного света и чувствительны к заморозкам. Могар хорошо удаётся на песчаных и

тяжелых суглинистых почвах, но предъявляет повышенные требования к чистоте полей от сорняков. Дикорастущие разновидности – злостные сорняки посевов могоара

Многолетние кормовые травы. Важнейшими кормовыми культурами являются многолетние травы, которые возделывают для получения зеленого и пастбищного корма, сена, сенажа, силоса, травяной муки и гранул. Выращивают их как в полевых севооборотах, так и используют для создания высокопродуктивных лугов и пастбищ, улучшения природных кормовых угодий. Видовой состав их для конкретных почвенно-климатических районов определяется биологическими особенностями, а также целью посева – на зеленую подкормку, выпас, для заготовки различных видов кормов.

В кормовом балансе животноводства Сибири многолетние кормовые травы занимают важное место.

Ботанически многолетние травы преимущественно двух семейств – Злаковые и Бобовые.

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 энергоемких 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 однолет-

ние 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 высева 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, лядвенец, донник.

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.

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 дерновоподзолистой почве кор-

невая 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%.

Клевер луговой (*Trifolium pratense*) – многолетнее растение (рис. 31, а). Корневая система у позднеспелого типа – стержневато-мочковатая, у скороспелого – стержневая, хорошо развитая.

Клевер луговой нетребователен к почве и теплу, влаголюбив. Это растение длинного дня, светолюбивая культура. Лучшие почвы для клевера лугового суглинистые. На песчаных и супесчаных, а также кислых почвах растет плохо.

Клевер ползучий (*Trifolium repens*) имеет стелющийся стебель, восходящий только в верхней части (рис. 31, б). Сильно ветвится, образуя широкий куст. Корень стержневой, сильноветвящийся, в узлах стеблей также образуются корни. Соцветие – головка белого или бледно-розового цвета. Плод – боб с 2–4 семенами. Семена мелкие, округлые, коричнево-желтые.

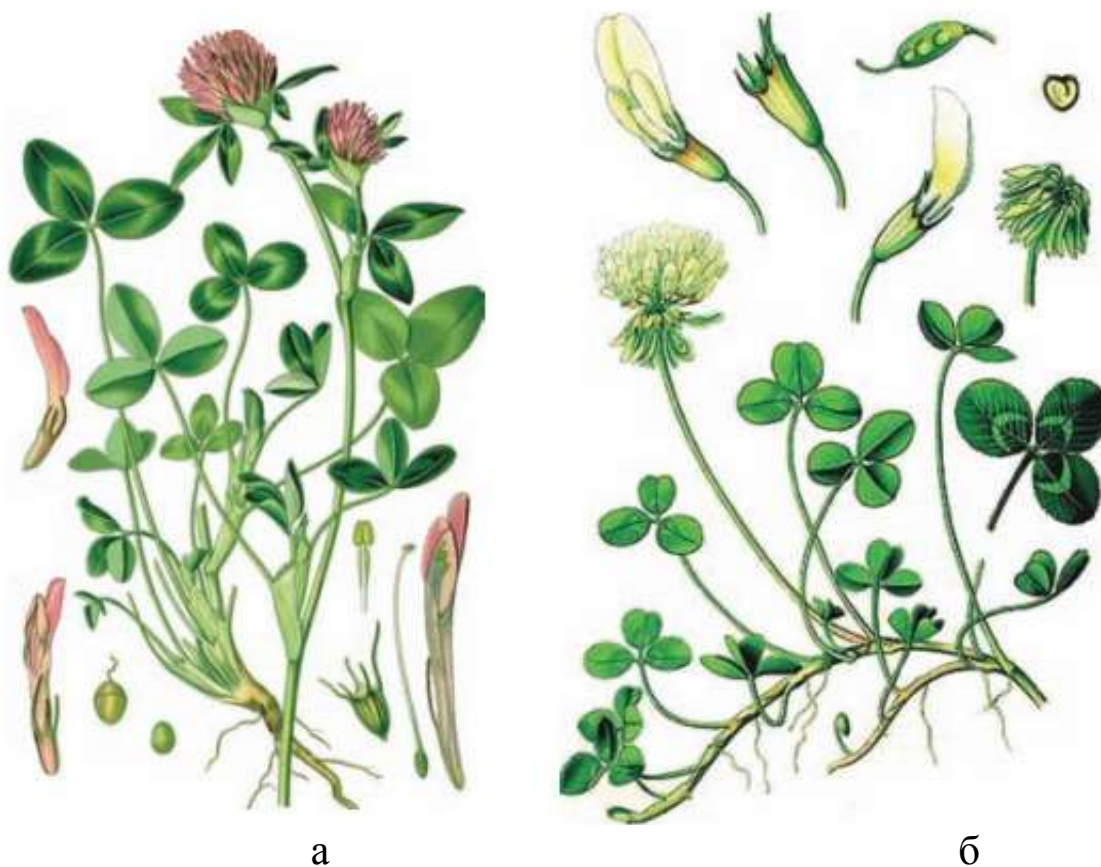


Рис. 31. Клевер:
а – клевер красный (луговой); б – клевер белый (ползучий)

Люцерна – одно из лучших кормовых растений из семейства Бобовые. 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 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. Люцерна посевная (*Medicago sativa*) – многолетнее растение (рис. 32).

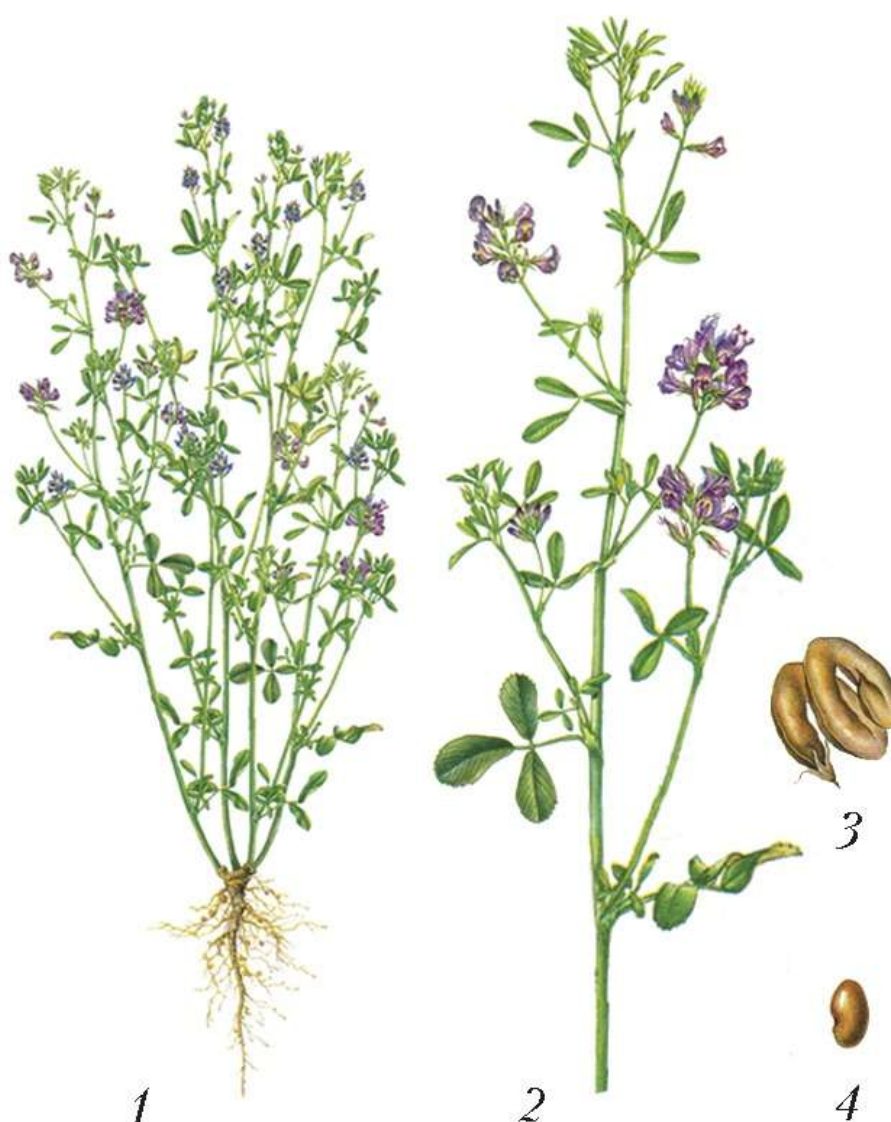


Рис. 32. Люцерна посевная:
1 – общий вид растения в фазе цветения; 2 – верхушечная часть цветущего побега; 3 – плод; 4 – семя

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 сильно-облиственное. 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.

Люцерна серповидная (*Medicago falcata*) (рис. 33) 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.



Рис. 33. Люцерна серповидная

Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*) – многолетнее бобовое растение (рис. 34). Он имеет хорошо разветвленную корневую систему, уходящую на глубину до 1,5 м. Стебли невысокие (35–70 см), приподнимающиеся, 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.



Рис. 34. Лядвенец рогатый

Лядвенец рогатый – зимостойкая, морозостойкая, холодостойкая культура. Относится к растениям длинного дня, светолюбив. Произрастает на различных типах почв – от легких супесчаных до более тяжелых суглинистых.

Эспарцет (*Onobrychis*) – многолетнее бобовое растение, возделываемое на юге лесостепной и степной зон Сибири. Из трех видов –

закавказского, песчаного и посевного (виколистного) (рис. 35, а) – наиболее широкое распространение получил эспарцет песчаный *Onobrychis arenaria* (рис. 35, б). Посевы его в большинстве хозяйств используют на сено, хотя он может быть и пастбищной культурой для всех видов скота, особенно в степной зоне.



а



б

Рис. 35. Эспарцет:

а – посевной (виколистный); б – песчаный

Преобладающая форма эспарцета посевного – озимый тип развития. В первый год жизни эспарцет посевной обычно не 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).

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 лекарственный (*Melilotus officinalis*) и донник белый (*Melilotus albus*) (рис. 36 а, б). Наибольшее значение имеет донник желтый.

Все эти травы выращивают на сено, сенаж, для скармливания в виде зеленой массы, приготовления травяной муки, сеной резки, брикетов. В чистом виде они плохо силосуются из-за низкого содержания свободных сахаров, силосование возможно только при использовании химических консервантов.



Рис. 36. Донник:
а – лекарственный (желтый); б – белый

Особенностью многолетних бобовых трав является то, что от фазы отрастания до периода бутонизация – 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.

У бобовых трав, в сравнении со злаковыми, продолжительнее период цветения. После цветения бобовые травы меньше грубеют, но злаковые травы лучше бобовых приспособляются к почвенно-климатическим условиям, более зимостойки, засухоустойчивы, долговечны. Высокая питательная и биологическая ценность корма из многолетних трав, особенно бобовых, позволяет скармливать его всем сельскохозяйственным животным.

Многолетние травы, особенно бобовые, имеют большое агротехническое значение, так как положительно влияют на структуру почвы и ее плодородие. Корни и пожнивные остатки трав пополняют запасы органического вещества и азота, улучшают агрофизические и фитосанитарные свойства почвы. Некоторые многолетние травы (люцерна) препятствуют засолению почв, особенно при орошении, другие же (донник) способствуют рассолению засоленных почв. В севооборотах многолетние травы способствуют снижению эрозии плодородного слоя почвы.

Совместное возделывание бобовых и злаковых трав (в травосмесях) повышает общую урожайность их травостоев, питательность и поедаемость выращенной кормовой массы, поэтому травосмеси широко используются в севооборотах, при создании сеяных сенокосов и пастбищ, культурных пастбищ, при залужении низкопродуктивных пахотных земель и склонов, при коренном и поверхностном улучшении естественных кормовых угодий. Многолетние травы, особенно бобовые и их смеси со злаковыми – хорошие предшественники для многих полевых культур.

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:

1) корневищные злаки – узел кущения находится в глубине почвы на 3–5 см от ее поверхности (пырей ползучий, костер безостый);

2) рыхлокустовые злаки – имеют узел кущения у самой поверхности почвы (овсяница луговая, ежа сборная, тимофеевка луговая, житняк);

3) 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 высева семян в смешанных посевах – 4–6 млн всхожих семян на 1 га.

На корм убирают в фазе выметывания.

Тимофеевка луговая (*Phleum pratense*) (рис. 37) 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).

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 тра-

восянии, 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*) (рис. 38) 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.



Рис. 37. Тимофеевка луговая

Овсяница луговая (*Festuca pratensis*) (рис. 39) 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 тимopheевки луговой 0,4–0,5 г, ежи сборной – 1,2 г, овсяницы луговой – около 2 г.



Рис. 38. Ежа сборная



Рис. 39. Овсяница луговая

3.4. Сорные растения. Классификация и меры борьбы с ними

Сорняки – это растения, которые не возделываются человеком, но засоряют сельскохозяйственные угодья и причиняют вред сельскохозяйственным культурам. Если в посевах культур встречаются другие виды культурных растений, не высеваемых на данном поле, то такие растения называются **засорителями** (например, если в посевах озимой пшеницы встречаются отдельные растения ячменя, то ячмень будет являться засорителем озимой пшеницы).

Многие сорняки приспособились произрастать в посевах определенных культур и превратились в их постоянных спутников. Такие

сорняки называют *специализированными*. Например, в посевах озимой пшеницы специализированными сорняками являются василек синий, пастушья сумка, ромашка непахучая.

В зависимости от мест обитания сорняки подразделяются на полевые и мусорные. Полевые произрастают на обрабатываемых землях, а *мусорные* на необрабатываемой почве (на окраине садов, парков, вдоль дорог).

Сорняки, которые переходят на пашню из местных, окружающих поле растительных сообществ, называют *анофитами*. К ним относятся фиалка полевая, подмаренник цепкий, щавель конский, одуванчик лекарственный, хвощ полевой, пырей ползучий и др. Некоторые сорные растения (куколь обыкновенный, редька дикая, овсюг, костер ржаной, марь белая, василек синий и др.) попадали в новые местообитания с посевным материалом, из неочищенных транспортных средств и тары, при выпасе скота на полях и другими путями. Такие сорняки получили название *антропохоры*.

Сорные растения, произрастающие в посевах сельскохозяйственных культур, наносят большой вред сельскому хозяйству, который выражается в следующем:

1) сорные растения снижают урожайность сельскохозяйственных культур, ухудшают качество продукции;

2) затеняют сельскохозяйственные культуры, что приводит к снижению ассимиляции CO_2 и накоплению органических веществ;

3) снижают температуру почвы на 1–4 °С, при этом замедляется деятельность почвенных микроорганизмов, разложение органических веществ и, в свою очередь, уменьшается количество доступных для растений элементов питания;

4) потребляют из почвы значительное количество воды. Это приводит к тому, что культурные растения на засоренных участках испытывают недостаток влаги. Например, горчица полевая, василек синий расходуют H_2O в некоторые фазы своего развития в 1,5–2 раза больше, чем культурные растения;

5) выносят из почвы большое количество питательных веществ. Например, осот розовый выносит из почвы азота – 140 кг/га, фосфора – 31, калия – 110 кг/га; в то время как вынос элементов картофелем составляет: азот – 60 кг/га, фосфора – 30, калия – 100 кг/га при урожайности 150 ц/га;

6) при внесении удобрений на засоренные поля около 20–50% питательных веществ используется сорняками;

7) являются источниками распространения вредителей и возбудителей болезней. Многие сорняки являются промежуточными хозяевами и переносчиками различных болезней;

8) сорняки с вьющимися стеблями (гречишка вьюнковая, вьюнок полевой) обвивают сельскохозяйственные культуры, вызывают полегание, затрудняя тем самым уборку;

9) снижают качество получаемой продукции (уменьшается масса 1000 зерен, содержание белка, жира в семенах);

10) зерно с семенами некоторых сорняков непригодно к употреблению в силу содержания в семенах сорняков ядовитых веществ (семена плевела опьяняющего, куколя обыкновенного);

11) паразитные сорные растения, питаясь продуктами фотосинтеза культурных растений, истощают и приводят их к гибели.

Несмотря на то, что *сорняки* приводят к огромным потерям урожая, в отдельных случаях их можно рассматривать как организмы, обладающие следующими полезными свойствами:

1) создают определенную часть органического вещества;

2) предотвращают вымывание питательных веществ и возвращают их почве;

3) мобилизуют в пахотном слое питательные вещества из ниже-расположенных горизонтов почвы;

4) снижают влияние эрозионных процессов на склоновых землях;

5) являются хорошими медоносами;

6) являются источником пищи для полезной энтомофауны.

В процессе длительной эволюции сорные растения выработали ряд биологических особенностей, позволяющих им приспособливаться к условиям окружающей среды и конкурировать с культурными растениями.

1. Чрезвычайно высокая плодовитость сорных растений по сравнению с культурными растениями. Например, одно растение зерновых культур при благоприятных условиях способно давать около 100–150 зерен, марь белая – до 100 тыс. семян, щирица белая – до 500 тыс.

2. Наличие различных способов распространения. Плоды и семена снабжены летучками из волосков, шероховатой поверхностью, шипиками, якорьками, что позволяет им при помощи ветра, цепляясь за одежду человека, шерсть животных, распространяться на большие расстояния.

3. Долговечность и жизнеспособность семян сорняков. Попадая в благоприятные условия, семена таких сорняков не теряют всхоже-

сти многие годы (например, семена торицы полевой сохраняют жизнеспособность в почве в течение 5–6 лет).

4. Недружность прорастания семян. Марь белая способна давать семена трех различных групп, прорастающих в разное время. Крупные коричневые семена прорастают в год созревания осенью, мелкие коричневые – на 2-й год, черные мелкие – на 3-й год.

5. Способность размножаться вегетативными органами – корневищами, корнями. Например, пырей ползучий может иметь на корневищах до 26 тыс. почек, осот – до 18 тыс. При соответствующих условиях эти почки способны давать поросль сорняков, что, естественно, может значительно увеличивать засоренность посевов.

6. Неприхотливость сорных растений к условиям произрастания. Например, ярутка полевая способна цвести даже под снегом.

Огромное разнообразие сорняков привело к необходимости их классификации как для целей изучения, так и для разработки мер борьбы с ними. Для производственного назначения наиболее удобной является биологическая классификация, в основу которой положены характер питания, продолжительность жизни и способ размножения сорняков. Наиболее признанной считается *классификация сорных растений по А.И. Мальцеву*. Согласно этой классификации **по способу питания, сорняки подразделяются на две группы:**

1) сорняки-паразиты

– *полные паразиты* (по месту паразитирования бывают *стеблевые и корневые*).

Стеблевые – эта немногочисленная группа очень опасных сорняков, паразитирующих на некоторых культурных растениях. В своих органах они не имеют хлорофилловых зерен, поэтому не могут синтезировать органическое вещество. Для жизни они используют пластические вещества зеленых растений, на которых паразитируют. Основные представители – повилика клеверная и льняная.

К *корневым* паразитным сорным растениям относятся заразики. У растения-хозяина они отнимают не только питательные вещества и воды, но и отравляют его продуктами своей жизнедеятельности, вызывая его гибель;

– *полупаразиты* (*бывают только корневые*).

Полупаразиты имеют зеленые листья и обладают способностью синтезировать органическое вещество. Наряду с этим они, как и корневые паразиты, способны присасываться к корням других растений

и питаться за их счет. К этой группе относятся такие сорняки, как погребок большой, зубчатка поздняя;

2) сорняки – зеленые растения, т.е. непаразиты (составляют наибольшую группу сорных растений).

По продолжительности жизни, способу размножения и особенностям развития они подразделяются на малолетние зеленые растения и многолетние сорные растения:

2.1. Малолетние зеленые растения – виды, размножающиеся семенами и заканчивающие цикл развития в течение одного-двух лет. По особенностям развития они делятся на следующие подгруппы: *эфемеры, яровые ранние, яровые поздние, озимые, зимующие и двулетники*.

2.1.1. Эфемеры отличаются очень быстрым и коротким периодом развития и могут за один вегетационный период дать два-три поколения (звездчатка средняя).

2.1.2. Яровые сорняки. По своим биологическим особенностям они близки к яровым культурам и засоряют, как правило, посевы зерновых, кормовых, овощных, картофеля и др. Всходы их появляются весной и в том же году заканчивают свое развитие и отмирают. Семена их после обсеменения, как правило, не прорастают, они хорошо перезимовывают и весной дают всходы. По требованию к условиям внешней среды и плодоношению их делят на *яровые ранние* и *яровые поздние*.

Одним из основных признаков деления является их прорастание в зависимости от температурных условий и прогревания почвы. Ранние сорняки прорастают и всходят при температуре почвы 2–4 °С (марь белая, торица полевая), а поздние при 12–14 °С и выше (просо куриное, щирица запрокинутая).

2.1.3. Озимые сорные растения – по своим биологическим особенностям эти сорняки имеют много общего с озимыми культурными растениями. Дают всходы во второй половине лета или осенью. Перезимовывают и после перезимовки весной следующего года они продолжают свой рост и развитие и созревают вместе с озимыми культурами (метлица полевая и костер ржаной).

2.1.4. Зимующие сорные растения занимают промежуточное положение между яровыми и озимыми. Они способны развиваться как яровые и как озимые. Если их всходы появились весной, то они за вегетационный период проходят полный цикл развития, цветут и плодоносят в этот же год. Если же всходы сорняков появляются ле-

том или осенью, то они образуют розетку листьев, перезимовывают, а весной продолжают расти и развиваться до плодоношения как озимые. Эти сорняки засоряют как яровые, так и озимые культуры (ромашка непахучая, пастушья сумка, василек синий).

2.1.5. Двулетние сорные растения заканчивают жизненный цикл за два года. В первый год жизни они образуют мощную корневую систему с большим запасом в ней пластических веществ, формируют розетку листьев или несколько стеблей в нижнем ярусе. На второй год весной из корня вырастает стебель, который цветет и летом плодоносит (донник белый, лопух большой).

2.2. Многолетние сорные растения – сорняки, произрастающие и плодоносящие несколько лет подряд, размножающиеся семенами и вегетативно. Наземные побеги у них ежегодно отмирают, но остаются жизнеспособными корни, или вегетативные органы размножения, от которых на следующий год появляются новые побеги.

2.2.1. Вегетативно неразмножающиеся или слаборазмножающиеся:

– *Стержнекорневые сорняки*. Общим признаком этой группы является стержневой главный корень, глубоко проникающий в почву. Эти сорняки не имеют специальных вегетативных органов размножения, они могут давать новые побеги от придаточных почек нижней части стебля. Размножаются они в основном семенами (одуванчик лекарственный, полынь горькая).

– *Мочкокорневые* (кистекокорневые) сорняки имеют сравнительно короткий корень, состоящий из большого количества корешков в виде кисти. Размножаются они преимущественно семенами и могут давать поросль из отрезков верхней части корня (подорожник большой и лютик едкий).

2.2.2. С сильновыраженным вегетативным размножением:

– *Луковичные сорняки* имеют орган вегетативного размножения – луковицу, которая состоит из сильно укороченного плоского стебля, называемого донцем, и сидящих на нем утолщенных чешуй с запасными питательными веществами. В пазухах чешуй образуются луковички-детки (лук огородный).

– *Клубневые сорняки* в качестве органов вегетативного размножения имеют клубни, которые образуются у основания стеблей, на корневищах, столонах – однолетних подземных стеблях. Клубни могут быть округлыми, продолговатыми и состоять из отдельных членников (чистец болотный, мята полевая).

– *Ползучие сорняки* имеют стелющиеся и лежащие стебли, служащие для вегетативного размножения. Они размножаются усам, стеблевыми побегами, стелющимися по земле и укореняющимися в узлах (лютик ползучий, будра плющевидная).

– *Корневищные сорные растения* в качестве органов вегетативного размножения имеют подземные стебли – корневища, которые богаты питательными веществами, снабжены чешуйчатыми подземными листочками, в пазухах которых имеются почки (пырей ползучий, хвощ полевой).

– *Корнеотпрысковые сорняки* размножаются вегетативно и семенами. Органами вегетативного размножения является глубоко уходящая в почву корневая система, дающая несколько ярусов отпрысков, которые распространяются во все стороны и формируют много новых растений. Каждое из этих растений в дальнейшем порывает связь с материнским и образует самостоятельное растение (осот полевой, или желтый, бодяк полевой (осот розовый), вьюнок полевой).

Меры борьбы с сорными растениями. Способы борьбы с сорняками применяют с учетом степени засоренности посевов, биологических особенностей сорняков, почвенно-климатических условий и требований возделываемых культур к факторам роста и развития.

Выделяют *предупредительные и истребительные мероприятия* в борьбе с сорняками.

Предупредительные мероприятия направлены на выявление, локализацию и ликвидацию источников, очагов сорных растений, предотвращение дальнейшего засорения почвы семенами и органами вегетативного размножения сорняков (карантинные и организационные мероприятия).

Карантинные мероприятия применяются для недопущения завоза из других стран семян сорняков или предотвращения распространения опасных сорняков.

Организационные мероприятия состоят из приемов, способов или видов работ, улучшающих общее фитосанитарное состояние угодий (снижение засоренности при орошении и уборке урожая, очистка посевного материала, уничтожение сорняков на обочинах дорог).

Истребительные мероприятия способствуют очищению почвы от семян сорняков и органов их вегетативного размножения, а также уничтожению растущих сорных растений (физические, биологические, химические, специальные, комплексные и т.д.).

Физические меры направлены на уничтожение сорных растений путем изменения физического состояния среды их произрастания. Например, осушение почвы, стерилизация ее; затопление водой, мульчирование торфом, опилками, черной полиэтиленовой пленкой и др.

Механические меры заключаются в использовании приемов обработки почвы для провокации на рост семян и органов вегетативного размножения сорняков с последующим их уничтожением, для механического воздействия на гибель сорных растений (подрезание, удушение, запашку и др.), а также применении ручной прополки, скашивания, срезания и др.

Химические меры основаны на использовании химических препаратов (гербицидов), повреждающих сорняки и не приносящих вреда культурным растениям.

Биологические меры предусматривают использование для борьбы с сорняками живых организмов (насекомых, грибов, клещей, бактерий, птиц, рыб и др.) или продуктов биосинтеза микроорганизмов.

Фитоценотические меры основаны на использовании в подавлении роста и развития сорняков более высокой конкурентной способности возделываемых культур по сравнению с сорными растениями.

Экологические меры заключаются в создании более благоприятных почвенных условий для возделываемых культур и отрицательном влиянии этих условий на сорняки.

Комплексные меры представляют собой совместное, последовательное научно обоснованное применение приемов и способов, взаимно усиливающих друг друга и обеспечивающих наибольшую гибель сорняков.

3.5. Происхождение культурных растений

3.5.1. Центры происхождения культурных растений

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. лет 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. Декандалем 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 приложения в растениеводстве. В настоящее время эти исследования продолжаются 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 немислимо 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. Жу-

ковский в 1971 г. довел их количество до 12, и это число сохраняется до настоящего времени:

1. **Китайско-Японский** – родина сои, проса, чумизы, пайзы, мягкой пшеницы, гречихи.

2. **Южно-Китайский** – Индонезийский – родина многих тропических плодовых и овощных культур, некоторых видов сахарного тростника, овса.

3. **Австралийский** – родина ряда тропических древесных растений, эвкалипта, табака, некоторых диких видов риса и хлопчатника.

4. **Индостанский** – родина риса, пшеницы-круглозернянки, некоторых видов хлопчатника и сахарного тростника, ряда овощных и плодовых культур.

5. **Средне-Азиатский** (Афганистан, Туркменистан, Узбекистан, Таджикистан, Кыргызстан) – родина ржи афганской, гороха, чечевицы, нута, маша, кормовых бобов, конопли, дыни, сафлора, некоторых видов хлопчатника.

6. **Передне-Азиатский** (Малая Азия, Кавказ, Иран, Ирак, Аравия) – родина большинства видов ржи, некоторых видов пшеницы, ячменя, овса, гороха, люцерны.

7. **Средиземноморский** (Сирия, Египет, Тунис, Италия, Греция) – родина некоторых видов пшеницы, овса, ячменя, клевера, большинства бобовых, свеклы, капусты, брюквы, редьки, горчицы, моркови, лука, чеснока, льна.

8. **Африканский** (Эфиопия, Судан и др. страны) – родина некоторых видов хлопчатника, пшеницы, африканского риса, проса, сорго, клещевины, кунжута, некоторых бобовых, кофе, орехов кола, масличной пальмы.

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

10. **Северо-Американский** – родина некоторых видов ячменя, подсолнечника, люпина, многих овощных, ягодных, плодовых культур.

11. **Центрально-Американский** (Мексика – Панама) – родина кукурузы, некоторых видов картофеля, фасоли, тыквы, кабачков, перца, батата, длинноволокнистого хлопчатника.

12. **Южно-Американский** (или Андский: Перу – Боливия – Чили) – родина картофеля, томатов, табака, лопающейся кукурузы, некоторых видов ячменя.

Развитие цивилизации приводило к широкому распространению и удалению растений от центров своего происхождения. Возникли не только вторичные центры, но с развитием научной селекции и третичные центры происхождения культурных растений. Искусственный, а иногда естественный отбор глубоко изменили генотип вида, расширили ареал его распространения. Например, в условиях Сибири появились сорта кукурузы, которые способны давать початки, созданы сорта скороспелой сои, сахарной свеклы и других культур.

3.5.2. Происхождение основных полевых культур Сибири

Начало возделывания основных зерновых культур Сибири уходит в глубокую древность. Раскопки археологов, относящиеся к 1700–1200 гг. до н.э. (андроновская культура), свидетельствуют, что на территории от Минусинской котловины до Арала и Уральских гор местное население оседлых и полукочевых народов Сибири выращивали просо, гречиху татарскую и голозерный гималайский ячмень.

Позднее на юге Красноярского края в Минусинской котловине были установлены Карасукский (1200–700 лет до н.э.) и Тагарский (700–100 лет до н.э.) периоды, при которых зародилось поливное земледелие в верховьях Енисея. В китайских хрониках об этом времени говорится, что предки хакасов «сеяли просо, пшеницу и гималайский ячмень».

Самые древние очаги растениеводства Сибири сильно пострадали от нашествия гуннов (I–IV вв. н.э.) и полчищ Чингисхана (XIII в. н.э.). Даже в XVI и начале XVII века растениеводство Сибири было примитивным, наездным, и лишь отдельная часть татарских племен вела оседлый образ жизни по рекам Тоболу и Томи. Они сеяли ячмень, овес и полбу, а в пойме реки Оби и притока ее Чулыма были очаговые посевы мягкой пшеницы.

Особенностью сибирского растениеводства является прежде всего то, что в отличие от мирового оно зародилось и развивалось вблизи рек и озер, т.е. на равнине.

Начало земледелия и растениеводства Сибири тесно связано с возникновением крупных поселений в XVI–XVII вв. н.э. На всем протяжении Сибирь находится вблизи центров происхождения всех основных культурных растений. С давних времен по территории Сибири проходил Великий китайский торговый путь, по которому наряду с многочисленными товарами везли пшеницу, ячмень, просо и сорго. Известны древние связи среднеазиатских народов с народами

Сибири, что послужило причиной раннего проникновения в Сибирь таких культур, как овес, горох, бобы, корнеплоды и многолетние травы, бахчевые культуры, конопля и овощные растения.

Переселенческое население европейской России в XVII–XIX вв. н.э. завезло в Сибирь лен, картофель, рожь, озимую пшеницу, коноплю, табак, махорку, однолетние травы, подсолнечник, кориандр. Суровый климат Сибири, особенно Восточной, стал преградой проникновения сюда многих теплолюбивых культурных растений. Так, в конце XIX – начале XX века в южные районы Сибири проникли рыжик, лен масличный, кукуруза, подсолнечник, сахарная свекла, суданская трава и могар. Со середины 60-х годов XX века почти повсеместно в Сибири стали осуществляться широкомасштабные посевы кукурузы на силос, в 70-х рапса и сурепицы, а в конце 80-х годов в ряде южных районов стала внедряться соя на зерно и как силосная культура в смеси с кукурузой.

В течение XX века осуществляются попытки внедрения в Сибирь скороспелых сортов фасоли, люпина узколистного и многолетнего, амаранта и других теплолюбивых культур.

Основным направлением в развитии растениеводства Сибири конца XX века является интенсификация, за счет которой произошло повышение не только урожайности всех полевых культур, но и качества зерновой продукции. Созданы сильные и ценные сорта пшеницы, пивоваренного ячменя и крупяных культур: овса, гречихи и проса. Особенно внушительны успехи сибирского растениеводства в передовых хозяйствах Сибири. Урожайность зерна пшеницы и других культур на больших площадях достигает 40–70 ц/га.

На очереди дня расширение ассортимента полевых культур в Сибири. К ним можно отнести возделывание яровой ржи, пленчатой пшеницы (полбы), голозерных ячменя и овса, нута, чины, чечевицы. Эти культуры богаты высококачественным белком и могут использоваться в пищевой, пивоваренной, технической и медицинской промышленности.

Резкое изменение в организационной структуре сельского хозяйства, в частности возникновение фермерских хозяйств, требует пересмотра традиционных методов растениеводства в сторону альтернативной и максимальной биологизации. Необходимы научно обоснованные смеси культур, которые позволяют снизить использование дорогостоящих химических веществ по защите растений и более полно использовать естественное плодородие с одновременным его повышением.

Развитие сибирского растениеводства связано с мировым его совершенствованием. Минимализация технологий приводит на поля Сибири комплексные многооперационные агрегаты (КАС и другие), которые позволяют за один проход осуществлять несколько операций, или комбайны, способные убирать без потерь зерновые культуры с повышенной влажностью. Последовательно растениеводство в Сибири становится адаптивным. Это позволяет, например, в суровых условиях получать стабильные урожаи полевых культур с высокими показателями технологических качеств.

Новым направлением в сибирском растениеводстве является доместикация дикорастущих лекарственных растений и хмеля, а также совершенствование сортимента и технологий возделывания лекарственных трав.

Изменяется характер технологий возделывания отдельных культур. Так, в конце 70-х и начале 80-х годов в Сибири широко внедрена гребневая (заворовская) технология возделывания картофеля, возделывание кукурузы на силос с початками молочно-восковой спелости (зерновая технология), интенсивные технологии возделывания зерновых, индустриальная – корнеплодов (астраханская технология).

В конце XX века самым острым становится вопрос экологически чистого растениеводства Сибири. Резкое ухудшение состояния окружающей среды требует тщательного контроля за присутствием в получаемой продукции тяжелых металлов и других вредных веществ, превышающих предельно допустимые концентрации.

3.6. Особенности сибирского растениеводства

Сибирь – это наиболее экстремальная по условиям растениеводства территория, которую академик Д.К. Беляев именовал субконтинентом, отличающаяся низким биоклиматическим потенциалом. Он составляет в Западной Сибири 0,56, в Восточной – 0,52, а в Туве и Якутии лишь 0,46–0,48 от среднего уровня России.

Огромная территория Сибири отличается многообразием почвенно-климатических зон от тайги и подтайги Тюменской, Томской, Новосибирской, Иркутской областей и Красноярского края, расположенных на болотных, дерново-подзолистых и серых лесных почвах, до сухих степей Омской области, Алтайского и Красноярского краев, Читинской области и республик Бурятия, Хакасия и Тува, располагающих черноземными, каштановыми и темно-каштановыми почвами с пятнами солонцов.

Климат Сибири резко континентальный, причем континентальность возрастает с запада на восток. Например, сумма активных температур в Барнауле – 2040 °С, Новосибирске – 1940 °С, Красноярске – 1627 °С, Иркутске – 1510 °С. Безморозный период здесь, как правило, короче вегетационного, поэтому часть активных температур не используется растениями из-за рано наступивших заморозков.

Годовое количество осадков также уменьшается с запада на восток (Новосибирск – 425, Красноярск – 356, Чита – 324). Безморозный период короче в Восточной Сибири, например, средняя его величина в Красноярске – 82 дня, Иркутске – 73, а в Новосибирске – 120 дней.

Процент осадков теплого периода увеличивается с ростом континентальности климата: в Новосибирске – 78%, Красноярске – 83, Чите – 94% от годовой суммы. Максимум осадков в Сибири перемещен на вторую половину лета, причем, если в Западной Сибири наибольшее количество осадков отмечается в июне – августе (46–50% годовой суммы), то в Восточной – 37–55% годового количества осадков приходится на июль–август и минимум – на июнь.

Неустойчивое и недостаточное увлажнение подтверждается и величиной гидротермического коэффициента (ГТК), которая изменяется по Сибири от 1,06 до 1,60, снижаясь в остро засушливые годы до 0,9–0,5, что соответствует зоне сухих степей.

Зима здесь суровая и продолжительная, в районах лесостепи и степи малоснежная, что приводит к глубокому промерзанию почвы, а весной к медленному нарастанию в ней микробиологических процессов.

Характерной особенностью сибирского земледелия и растениеводства является массовая засоренность полей злостными и трудноотделимыми сорняками (овсюг, дикая конопля, пырей ползучий, осот желтый и розовый, вьюнок полевой и др.). Причем химические меры борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур здесь проводить нужно весьма осторожно.

Теплый период года в Сибири, когда идет разложение остаточных количеств ядохимикатов, очень короткий, поэтому систематическое применение ядохимикатов способствует накоплению их в почве и нарушению экологического равновесия.

В зависимости от почвенно-климатической зоны в Сибири можно использовать сорта разных групп спелости – от скороспелых до позднеспелых, однако в зоне лесостепи, где возделываются основные площади пшеницы на семенные и продовольственные цели, гарантированно могут вызревать только среднеспелые сорта. Варьировать

сроками посева, в особенности в Восточной Сибири, также невозможно. При низкой технической оснащенности и коротком безморозном периоде начинать посев здесь приходится при первой возможности выезда в поле и засеивать основные площади до 20–25 мая. Посев в конце мая – начале июня здесь возможен лишь для скороспелых сортов ячменя на фуражные цели.

В Сибири по сравнению с западными областями более ограничен набор возделываемых культур, в частности здесь довольно небольшие площади озимых культур, в особенности пшеницы, на ограниченной площади возделывают сахарную свеклу, подсолнечник, лен, а многие культуры из-за недостатка тепла вообще не могут произрастать.

Обильные, а порой ливневые осадки второй половины вегетации приводят в отдельные годы к массовому полеганию хлебов, что затрудняет проведение уборки. При уборке в ненастную погоду, совпадающую с сентябрем – октябрем, намолоченное зерно имеет, как правило, высокую влажность и требует немедленной очистки и искусственной сушки. Уборку в Сибири нужно проводить организованно и быстро, а для этого требуется хорошая техническая оснащенность жатками, комбайнами, складскими помещениями, зерноочистительной и сушильной техникой.



Контрольные вопросы и задания

1. Раскройте содержание термина «экологический фактор». Какие выделяют группы экологических факторов в жизни растений?
2. Дайте характеристику солнечной радиации как энергетического (витального) экологического фактора в жизни растений.
3. Какова эффективность использования энергии солнечной радиации культурными растениями? От чего она зависит?
4. Как проявляется регулирующее (сигнальное) влияние солнечной радиации на рост и развитие растений? Как учитывают это влияние в растениеводстве?
5. Опишите влияние газового состава атмосферного и почвенного воздуха на растения.
6. Дайте характеристику воде как экологическому фактору в жизни растений. Как выражают эффективность потребления воды культурными растениями?

7. В чем сущность воздушного и почвенного (корневого) питания растений?
8. Назовите важнейшие элементы минерального питания растений и дайте характеристику их баланса в агроэкосистемах.
9. Агрофитоценоз, его компоненты и формирование.
10. Назовите культурные растения, имеющие наибольшее распространение в агроэкосистемах нашей планеты.
11. Дайте характеристику важнейших хозяйственно-биологических типов культурных растений, назовите их представителей.
12. Какие выделяют группы луговых фитоценозов в зависимости от характера их использования в сельском хозяйстве?
13. Назовите доминирующие виды растений луговых фитоценозов в главных природных зонах Российской Федерации.
14. Какое влияние оказывают на плодородие почвы различные хозяйственно-биологические типы культурных растений?
15. Сорные растения, их классификация и меры борьбы с ними.

4. ЖИВОТНЫЕ В АГРОЦЕНОЗАХ

В агроценозах встречаются как представители дикой фауны, уцелевшие в процессе освоения природных ландшафтов, так и сельскохозяйственные животные.

4.1. Дикая фауна

Замена природных биоценозов посевами культурных растений приводит к полной перестройке их фауны. В результате безвозвратно исчезает ряд целинных видов животных, в том числе и полезных для человека. В то же время необычайно возрастает численность тех видов, которые тесно связаны пищевыми цепями с культурными растениями.

Доминирование в агробиоценозе немногих видов над большинством остальных часто достигает крайней степени. Создается господство небольшого числа видов, которые становятся *сверхдоминантами*. Роль остальных видов практически сводится к нулю, вследствие чего стабильность агробиоценоза резко снижается.

Основу существования в агробиоценозе *видов-доминантов* представляют возделываемые человеком растения. Они служат неисчерпаемым источником пищи для видов-фитофагов, специализированных на питании дикими родичами культурных растений. Вслед за ростом численности немногих видов-фитофагов увеличивается численность и связанных с ними хищников и паразитов.

Наиболее богатыми по числу видов среди беспозвоночных животных являются насекомые, а среди позвоночных животных – птицы и млекопитающие. Эти группы животных оказывают наиболее сильное влияние на сельскохозяйственную деятельность человека.

Из лесной фауны первичных лесов в почве сельхозугодий сохранились лишь нематоды, дождевые черви, двупарноногие, губоногие. Щелкуны, обитатели различных ландшафтных типов в лесных сообществах предпочитают открытые, свободные от деревьев местообитания. Из наземных животных светлых лесов находят себе благоприятные условия в садах черный дрозд (*Turdus merula*), зяблик (*Fringilla coelebs*), цветоед яблочный (*Anthonomus pomorum*), непарный шелкопряд (*Lymantria dispar*), златогузка (*Euproctis chrysorrhoea*), яблоневая моль (*Hyponomeuta*), щитовка яблоневая (*Lepidosaphes ulmi*), красный плодовый клещ (*Metatetranych ulmi*). К лесным относятся паразитирующие насекомые *Trichogramma embryophagum* и *T. sacociae*, развивающиеся в яйцах бабочек

(*Euproctis*, *Tortricidae*). Лес дал начало также многочисленным вредителям древесины, амбарным вредителям (*Hylotrupes*, *Anodium*, *Tenebrio*, *Tinea*, *Drosophila*, *Dermestes*).

4.1.1. Насекомые

Насекомые являются представителями типа Членистоногие и составляют особый класс (*Insecta*). Класс Насекомые насчитывает около 1 млн видов и выделяется среди других животных исключительным разнообразием жизненных форм и существенной ролью в биосфере. Доминирующее положение насекомые занимают и в агробиоценозах.

Тип ландшафта влияет на обилие и разнообразие насекомых. Среди насекомых можно выделить группу многоядных вредителей (например, луговой и стеблевой мотылек, шелкоуны, различные виды совок и т.д.) и специализированные группы вредителей, приуроченных к определенным культурам или группам культур.

Смешанный ландшафт (с разнообразными растительными группировками – травяными, лесными) более благоприятен для концентраций различных саранчовых, откладывающих яйца обычно на низинных, бедных растительностью открытых участках почвы, а обильные растительностью соседние участки служат им кормовой базой. Плотный однородный и высокий растительный покров обуславливает изоляцию и ограничивает их объединение. Сплошные рубки расширяют ареал многих европейских саранчовых (*Yomphocerus sibiricus*, *Calliptamus italicus*), и их много в переходных областях, лесостепи и степи.

Расы травоядной перелетной саранчи (африканские, европейские) (*Locusta migratoria*) хорошо размножаются на территориях, где высокие злаки на затопляемой пойме чередуются сухими песчаными участками с редкой растительностью. Австралийская саранча (*Chorteucetes*) вредит в сообществах между кустарниковыми и высококотравными злаковниками. Красная саранча (*Nomadacris septemfasciata*), обитающая южнее Сахары, размножается в местах, где участки разновысотных злаков чередуются с оголенными участками и кустарниками вблизи водных систем, разливающихся в период дождей и затопляющих окрестности.

Пустынная саранча является полифагом (*Schistocerca gregaria*) и обитает на обширных пространствах в руслах пересыхающих рек. Кочевой образ жизни позволяет саранче выжить на больших пространствах пустынь и находить нужные ей биотопы, включая оро-

шаемые человеком поля. Это относится и к североамериканской кобылке (*Melanoplus mexicanus*), которая дает одно поколение в году, а с орошением полей и расширением люцерны стала формировать два поколения и в США перешла в группу опасных вредителей.

В связи с зимовкой некоторые насекомые мигрируют. Структура ландшафта тоже влияет на их миграцию. Зимующие далеко от мест летнего нахождения насекомые (например, пыльцеед рапсовый – *Meligethes aeneus*) в конце лета направляются к лесополосам, много их скапливается в лесных массивах, если перед ними встречаются вода и луга. В лесу и лесополосах может зимовать тля.

Распределение источников воды во многом определяет перелеты колорадского жука после зимовки. Если картофель высажен у реки (пруда), то жуки сначала кормятся у крайних рядков, а потом уже вторгаются на поля. Лесные массивы нередко служат преградой для жуков.

Майский жук (*Melolontha melolontha*) выходит весной из почвы и летает, чтобы достичь места, где он кормится, следуя определенным ориентирам: высокие силуэты гор или деревьев. Они облетают над местом выведения личинок и изучают оптически горизонт, направляясь к месту высоких ориентиров. Это приводит к массовой их концентрации, что может быть использовано службой защиты растений.

Многие степные насекомые (беспозвоночные) стали вредителями сельскохозяйственных культур. Ряд степных беспозвоночных не приспособились к сельскохозяйственному ландшафту и почти не встречаются на культивируемых землях: валония красивая (*Vallonia pulchella*), мокрица (*Cylisticus orientalis*). Заметно снизились популяции ногохвостки (*Sminthurus viridis*), тараканов (*Ectobius duskei*), муравьев (*Leptothorax nassonovi*), цикадок (*Yraphocraerus ventralis*); ряд видов, наоборот, увеличил число своих особей (*Psammotettix collinus*, *Phyllotreta vittula*, *Hadena sordida* и др.); появились несвойственные степи виды: тля (*Brachycolus noxius*), питающаяся тлею жук-коровка (*Adonia variegata*) и т.д.

У клопа-черепашки (*Eurygaster integriceps*) пищевая база на Кавказе – это дикие злаки высокогорий. С расширением выращивания пшеницы его ареал расширился и стал одним из главных вредителей этой культуры. Ритмичность развития вредителя и пшеницы очень хорошо согласуется, что и способствовало его приходу на пшеничные поля – летом с уборкой пшеницы он переносит неблагоприятные условия переходом в диапаузу.

У ряда степных видов (*Agriotes sputator*, *Opatrum sapulosum*, *Amesoplia spp.*) личинки являются факультативными сапрофагами, и потому они легко осваиваются в сельскохозяйственных ландшафтах. При введении практически монокультуры пшеницы на больших площадях Украины и Северного Кавказа вредителем стал хлебный жук-кузька, встречавшийся до этого небольшими популяциями на лугах. Аналогичная история с жужелицей хлебной (*Labrus tenebrioides*), мотыльком луговым (*Loxostege aticticalis*), пырейными огневками (*Crambus*), исходным местообитанием которых была степь. С расширением трофической адаптации их ареал неимоверно увеличился. Отдельные из них встречаются в степи – в нарушенных грызунами местах (*Anisoplia*, *Opatrum*, *Harpalux*), встречаются в степи также озимая совка (*Agrotis segetum*), свекловичный долгоносик (*Bothynoderes punctiventris*).

Многие виды трипсов (*Chirothrips*, *Aplinothrips*, *Thrips* и другие) широко распространились в сельскохозяйственных ландшафтах; влаголюбивые виды (*Haplothrips*, *Limothrips*) скорее являются обитателями лугов. Цикадки были представлены степными видами – ксерофилами и литоральными биотопами – мезофилами; в сельскохозяйственных ландшафтах хорошо освоились и те, и другие. На пашне нередко широко представлены ногохвостки.

Сельскохозяйственные ландшафты нередко играют объединяющую роль – в них находят пристанище насекомые литоральной (прибрежной) мезофитной фауны и засушливых местообитаний. Такое свойство характерно для прямокрылых, особенно на картофельных полях. Поскольку сельскохозяйственные ландшафты существенно нивелируют микроусловия, то это, соответственно, сказывается и на фауне. Пахотные земли степной зоны более увлажнены, чем степь; поля лесной зоны более сухие, чем леса. Именно поэтому и заметны видовые различия в составе фауны сельскохозяйственных угодий, леса и степи.

Полосатая хлебная блошка, серая зерновая совка и пшеничный трипс являются вредителями пшеницы в степной зоне. Вслед за увеличением численности насекомых-фитофагов возрастает численность их хищников и паразитов (например, хищных жуков – жужелиц и божьих коровок). Хищные и паразитические насекомые в этом случае становятся экологическим фактором, сдерживающим численность фитофагов. Так формируются особые, специфичные для агробиоценозов цепи и сети питания. Они существуют лишь до тех пор, пока возделывается питающее растение – сельскохозяйственная культура.

Становление в агробиоценозах видов-доминантов можно проследить на примере опасного вредителя картофеля – колорадского жука. Многие века этот жук жил в диких степях (прериях) Северной Америки; в сложных биоценозах прерий занимал свое определенное скромное место. Он питался дикими видами пасленовых, имел своих врагов, а после смерти служил пищей для микроорганизмов. В течение продолжительного времени биомасса пасленовых в прериях, как и численность жука, оставались неизменными.

Во время Первой мировой войны жука завезли во Францию (через порт Бордо). С этого времени он акклиматизировался в Европе и, продвигаясь по 150–400 км в год, занял значительную часть Западной Европы, проник и укоренился в Испании, Португалии, Италии и некоторых районах Англии. За годы Второй мировой войны жук был занесен на поля Чехословакии, Югославии, Венгрии и Польши. На территории России он также распространился довольно широко, продвинувшись на север до Ленинградской области, и стал одним из самых опасных вредителей картофеля и других пасленовых культур.

Коренные изменения в составе фауны насекомых происходят при вырубках лесных массивов под посевы и пастбища. Местный климат при этом становится более теплым и сухим, и освоенные участки заселяют теплолюбивые и сухолюбивые виды. Например, из-за сведения лесов в средней полосе европейской части России резко увеличилась численность среднерусской саранчи. Появились очаги вредных саранчовых также в Сибири и на Дальнем Востоке.

Возникновение очагов саранчовых как следствие чрезмерного выпаса скота на пастбищах отмечается во всех засушливых районах мира, в частности в Сибири, в странах Южной Европы и Передней Азии, в США, Аргентине и Австралии. Пастьба скота без соблюдения мер рациональной эксплуатации пастбищ приводит к разреживанию травостоя, иссушению почвы, более сильному ее прогреванию, и это способствует размножению на пастбищах ксерофильных («сухолюбивых») видов, в частности некоторых саранчовых.

В то же время с помощью коренной мелиорации можно добиться ликвидации в долинах рек очагов другого опасного вредителя – перелетной саранчи. С этой целью осушают многочисленные болота, создают совершенную ирригационную сеть и осваивают под сельскохозяйственные культуры пополняющийся таким путем земельный фонд. Тем самым саранча лишается необходимых условий существования. Так произошло в дельте Дуная, в низовьях Днепра и на других хорошо освоенных территориях.

4.1.2. Птицы

Воздействие сельского хозяйства на птиц проявляется в первую очередь в смене мест их гнездования и кормовой базы. Ряд видов, которые в той или иной степени мирятся с преобразованием природных биоценозов, становятся важным фактором сдерживания численности опасных вредителей сельского хозяйства. Другие виды птиц повреждают урожай полей и садов, и тогда возникает задача ограничения их присутствия в агроландшафте.

Некоторые птицы степи и лесостепи хорошо вписались в сельскохозяйственные ландшафты в зоне лиственного леса: скворец (*Sturnus vulgaris*), щегол (*Carduelis chloris*), воробей (*Passer domesticus*, *P. montanus*), жаворонок (*Alauda arvensis*), а другие стали степными птицами. Экстенсификация сельскохозяйственного производства (распашка степей, применение химии, машин) негативно сказывается на популяциях степных птиц. Правда, обилие грызунов обеспечивает пищей такие виды, как пустельга (*Falco tinnunculus*), лунь (*Circus spp.*) и др.

Влияние ландшафта. Ландшафт оказывает большое влияние на видовой состав птиц и размер популяций их отдельных видов. Приспособления к ландшафту у врановых, например, сходны с полевкой обыкновенной и определяются в основном наличием пищи. Стадный инстинкт проявляется при обнаружении пищи у многих видов птиц, как и у насекомых, например у комнатной мухи (*Musca domestica*).

На колонии грачей сильно влияет высота растительного покрова и наличие лесополос или небольших массивов леса: на полях они появляются весной и осенью, в период гнездования их ареал сужается до 4 км, летом колонии рассеиваются, а осенью снова собираются. Травостой высотой до 15 см для грачей идеален, поскольку они добывают пищу из-под поверхности почвы.

В течение вегетационного периода грачи мигрируют следующим образом: весной они находятся на полях до достижения зерновыми высоты 20 см, затем перелетают на пастбища и позже на луга. С началом уборки зерновых грачи появляются на поляне и добывают пищу в стерне или пахоте. Если производится второй укос на лугах, то грачи возвращаются туда, а осенью с уборкой грачи возвращаются на поля. Большое значение для грачей имеет наличие лесополос или других лесных анклавов. Грачей меньше на полях с часто расположенными лесополосами (менее 300–400 м) или они вообще редкие гости на таких ландшафтах. Лесополосы затрудняют их обычные

действия: им нужно рассеиваться по полю и собирать пищу и снова собираться, а видимость в лесопарковом ландшафте резко сужается; они собираются большими стаями на открытых полях, однако если есть хороший обзор (вблизи водоемов), то и в густооблесенном пространстве полей грачи могут собираться большими колониями. В местах, где пастбища и сенокосы преобладают, грачи больше используют эти ландшафты и редко появляются на полях.

В местах выведения птенцов довольно долго концентрируются галки (*Coloeus monedula*) и только в июле (после вылета выводка) они появляются в других местах – бедных лесом, но близко от небольших скоплений деревьев.

Ворона (*Corvus cornix*) – вид малообщественный и в культурном ландшафте распределяется относительно равномерно. Древостой влияет на них лишь в период гнездования, а в остальное время на их распространение влияет наличие пищи. Пищу они добывают из верхнего слоя почвы, на ее поверхности и на растениях, а потому высота растений для них не имеет значения. Пастбища (луга) и посевы вблизи водоемов, где пища в большом количестве и весьма доступна, являются лучшими анклавами для их кормления. Склонность к образованию стай у ворон тоже просматривается и зависит от численности ее популяции.

Каждый ландшафт может обеспечить пищей только определенную массу птиц каких-то видов, что определяется наличием пищи и мест для гнездования в самый неблагоприятный период года. В местах плодовых насаждений на 1 га приходится меньше десятка пар птиц, что значительно меньше, чем в кустарниковых рощах этой же местности. В гнездовой период плотность птиц зависит от массы растительности и ее разнообразия.

Полевые птицы предпочитают поля многолетних трав (люцерна) посевам однолетних. Пропашные культуры (вследствие частого пребывания человека) почти полностью исключаются из мест гнездования. Предпочтение однолетних посевов, очевидно, обусловлено также их засоренностью. Например, трясогузка желтая (*Motacilla flava*), обитатель полей и пастбищ, может переходить на посевы рапса.

Группы деревьев и кустарников способствуют в значительной степени обогащению видового и популяционного состава птиц в сельскохозяйственном ландшафте. Большое число птиц в течение года способно переходить в другие биотопы. Со снижением температуры и наличием снега у строений (дворы, склады) чаще появляются зяблики (*Fringilla coelebs*), воробьи и др.

Перестройка фауны. Для многих видов птиц сельскохозяйственное освоение территории губительно, и они исчезают из агроландшафта. Такая судьба постигла, например, журавлей и многих дневных хищных птиц (ястребов, коршунов, соколов, орлов). Так же сильно страдают в результате сельскохозяйственного освоения земель обитатели таежных лесов – совы. Вследствие уменьшения площади лесов из агроландшафтов практически исчезают типичные лесные виды – глухарь и рябчик.

В то же время существует немало примеров того, как в результате перестройки фауны часть видов птиц находит в агроландшафтах благоприятные условия обитания. Численность некоторых пернатых здесь увеличивается, и они начинают играть заметную роль в агроэкосистемах.

Виды, чьи природные местообитания сходны с агробиоценозами, осваивают агроландшафты. Распаханные земли больше всего напоминают птицам пойменные и суходольные луга, поэтому в первую очередь на распаханных угодьях поселяются обитатели лугов. Общая тенденция такова: чем более тесно связаны виды птиц с травянистыми лугами, тем успешнее они заселяют агроландшафты.

Среди таких видов, например, жаворонки – многочисленные обитатели агроландшафта. Другим примером того, как численность некоторых птиц при распашке земель не только не уменьшается, но и возрастает, служит обыкновенный скворец. А из представителей куликов теснее всего связаны с сельскохозяйственными угодьями чибисы, гнездящиеся на лугах, полях и даже на земляничных плантациях. Вполне пригодные условия на культивируемых землях находят перепела, куропатки и фазаны. А среди хищных птиц, гнездящихся на земле, теснее всего связаны с плантациями культурных растений луни – полевой, степной и луговой. Довольно комфортно в сельскохозяйственном ландшафте чувствует себя обыкновенная пустельга, заселяющая придорожные и садозащитные лесополосы.

Между тем типичные лесные виды обычно не находят в агроландшафте подходящих для себя условий. Но если виды в природных экосистемах тяготели к изреженным участкам и лесным опушкам, то агроландшафты могут оказаться для них вполне приемлемыми. Например, домовый воробей, в прошлом населявший долины рек в лесистых местностях, заселил практически все освоенные человеком земли.

Плодовые сады и лесополосы становятся прибежищем преимущественно тех видов птиц, которые в природных ландшафтах связаны с лесной и кустарниковой растительностью. Например, большая синица, населяющая при наличии дуплистых деревьев или искусственных гнезд сады и лесопосадки. Большую часть времени в лесополосах и плодовых садах проводят дрозды, в первую очередь черный дрозд и рябинник.

Примечательно сложилась под влиянием хозяйственной деятельности человека судьба тетерева. Эту птицу считают коренным обитателем лесостепного ландшафта. Из-за преследования человеком он все более «отступал» под защиту лесов. Однако под влиянием рубки леса он вылетает кормиться на поля, а свои гнездовья все чаще устраивает в кустарниках по краям полей.

Устойчивой гнездовой зоной для ряда птиц служат водоемы агроландшафтов. Там, где не уничтожается растительность (не выкашиваются и не используются под выпас заросли), птицы достаточно надежно защищены от влияния хозяйственной деятельности человека.

Небольшие водоемы, расположенные даже в центре земельного массива или возле утиных ферм, заселяют камышница, малая курочка и курочка-крошка. Не избегают близости полей и лысухи, заселяющие даже небольшие водоемы. Лысухи строят плавучие гнезда и поэтому по сравнению с другими водоплавающими (утками) избегают губительного влияния колебаний уровня воды.

Из уток на искусственных и природных водоемах особенно многочисленна кряква. На зарастающих озерах и прудах, окруженных сельскохозяйственными угодьями, можно встретить большую выпь. Практически все зарастающие водоемы, даже берега оросительных каналов, заселяет малая выпь. Эти цапли довольствуются небольшими зарослями тростников для гнездования.

Большими колониями поселяются на водоемах виды чаек. На чаек менее пагубно, чем на других птиц, действует близость человека. Эти крупные птицы способны защитить свои гнезда от пернатых и многих наземных хищников.

Таким образом, возможность проникновения того или иного вида птиц в агроландшафты в первую очередь обусловлена экологическим обликом освоенных земель, их сходством с биотопами, занимаемыми этим видом в природе, и конечно, экологической пластичностью самого вида.

Питание птиц и их хозяйственное значение. Очень важная характеристика любого вида пернатого – его пищевой режим и пищевая специализация. Они во многом определяют численность популяции и роль вида в агроэкосистеме.

Так, почти полное исчезновение из агроландшафтов хищных птиц отчасти связано с особенностями их питания. Как известно, для того чтобы прибавить 1 кг своей массы, животное должно потребить около 10 кг пищи. Вместе с пищей в организм проникают и химические соединения, которые повсеместно применяют для борьбы с вредителями (пестициды). В насекомоядной птице их концентрация будет в 10 раз выше, чем в съеденных насекомых. А в крупной хищной птице – уже выше в 100 раз, чем в насекомых. Поэтому хищные птицы страдают от химизации земледелия больше других.

Оценивая роль птиц в агроэкосистемах в целом, необходимо отметить их большую пользу как истребителей вредных насекомых и грызунов. Насекомоядные птицы потребляют членистоногих всю свою жизнь круглогодично. Но и для зерноядных птиц насекомые становятся главной пищей в период выкармливания птенцов.

Важнейшая особенность биологии птиц – их высокая подвижность и способность быстро концентрироваться в местах массового размножения вредителей растений. Поэтому птицы в массе устремляются туда, где происходит вспышка численности саранчи или грызунов.

Многие хищные птицы агроландшафта (совы, луны, канюки и др.) служат важным фактором сдерживания численности вредных грызунов. Например, гнездящиеся в лесах совы (ушастые совы, сипухи, сыч мохноногий и домашний) вылетают на поля и ловят многих грызунов (мышей, полевок, тушканчиков, песчанок). Поэтому эти виды заслуживают привлечения внимания и охраны.

Много саранчи, мышей и полевок истребляют по берегам оросительных каналов аисты. Во время уборки зерновых культур и распашки полей эти птицы нередко ходят за сельскохозяйственными машинами и охотятся за грызунами.

Охотно питаются насекомыми все виды куриных, причем довольно часто они поедают вредителей растений. Так, серые куропатки, благодаря способности при отыскании корма разгребать верхний слой почвы, активно уничтожают опасного вредителя зерновых клопа-черепашку в местах его скопления в лесополосах. Серые куропатки и фазаны заметно сокращают численность и другого опасного

вредителя – колорадского жука, от поедания которого (из-за отталкивающего запаха) отказываются многие другие птицы.

Среди пернатых отряда ржанкообразных большое количество вредных насекомых истребляют кулики. Во время миграций большие стаи этих птиц на распаханых землях могут существенно снизить численность жуков-долгоносиков, гусениц совок, пядениц и других вредителей растений.

Довольно часто на полях можно видеть чаек – сизых, речных и серебристых. Летом они значительную часть времени кормятся на суше, поедая насекомых, моллюсков и грызунов. Чайки нередко следуют за тракторами во время весенних и осенних полевых работ, охотясь за мышами и полевками, выхватывают из почвы гусениц совок, личинок жуков-щелкунов (проволочников), майских хрущей и слизней.

Несомненную пользу в плодовых садах и лесополосах приносят дятлы: они уничтожают насекомых и их яйца на стволах деревьев. Нередко дятлов можно встретить и на полях, окруженных лесом. Здесь они выклевают личинок насекомых на посевах кукурузы и других растений.

Много мелких насекомоядных птиц принадлежит к отряду воробьиных. Например, большая синица существенно снижает численность насекомых в лесных биоценозах. Во фруктовых садах синицы поедают яйца и гусениц плодовой жорки, непарного и кольчатого шелкопряда, боярышницы.

Преимущественно насекомыми питаются жаворонки, а ласточки исключительно насекомыми и другими беспозвоночными. Вблизи животноводческих ферм и на пастбищах эти птицы поедают кровососущих насекомых, принося несомненную пользу.

Много насекомых, вредящих лесным посадкам, уничтожают сойки. Птицы выбирают из подстилки и почвы собравшихся в лесополосы на зимовку шелкопряда, майских хрущей, совок, клопа-черепашку.

В то же время некоторые виды птиц в отдельные периоды своей жизни кормятся за счет культурных растений или могут вредить животноводству.

Некоторые птицы, приуроченные к водоемам, могут наносить вред рыбному хозяйству или разводным водоплавающим птицам. Так, серая цапля в некоторых районах с развитым прудовым хозяйством может причинять ущерб на рыбопродуктивных прудах. На утиных фермах цапли иногда убивают и заглатывают утят.

Столь же нежелательными гостями на фермах могут оказаться и чайки. Наряду с пользой, приносимой этими птицами на полях, на животноводческих фермах они могут причинить существенный вред. Чайки вытаскивают корм из кормушек и клеток, иногда хватают детенышей разводимых животных, а также могут переносить возбудителей их болезней.

Разносчиком инфекционных болезней домашних животных может стать и серая ворона, кормящаяся у животноводческих ферм и на скотомогильниках. К тому же эта птица отмечена как разоритель гнезд охотничье-промысловых птиц.

На распаханых землях из отряда пластинчатоклювых часто кормятся серые гуси. Перед отлетом на зимовку они совершают регулярные вылеты на поля с зерновыми культурами. Если вблизи сельскохозяйственных угодий гнездятся серые журавли, то их стаи могут нанести серьезный ущерб урожаю. Эти птицы не только охотно питаются на посевах ячменя, овса, гороха и других растений, но вытаптывают и мнут посевы.

Сизые голуби – обычные обитатели городов лесной зоны России, где они питаются кормом, получаемым от людей. Но иногда они могут посещать и близлежащие посевы. На высоком травостое голуби не питаются, но кормятся на полегших посевах зерновых культур, питаются падалицей и послеуборочными остатками. Они могут также выклевать неглубоко заделанное в почву зерно.

Грачи на сельскохозяйственных землях могут быть и полезны, и вредны. Птица истребляет ряд вредных для растений насекомых, но в то же время повреждает всходы кукурузы, подсолнечника, риса, огурцов. А иногда они выклевают созревающие початки кукурузы, поедают ягоды земляники.

Нередко вред плодовым и ягодным культурам причиняет и дрозд-рябинник. Во время осенних миграций эта птица кормится на вырубках, полях и в плодовых садах, где наносит немалый ущерб землянике, вишне, черноплодной рябине (аронии), черной и красной смородине.

Большой численности достигают в агроландшафтах скворцы. Они нередко становятся серьезными вредителями плодовых садов и виноградников, могут снижать урожай земляники, малины, повреждать плоды груши и яблони. От скворцов довольно серьезно страдает растениеводство не только в России, но и в Западной Европе. Например, ежегодный ущерб, наносимый скворцами виноградникам и вишневым садам в Германии, оценивается в сотни тысяч евро.

В городской и парковой зоне домовые воробьи – птицы полезные, так как истребляют вредных насекомых, особенно в период выкармливания птенцов. А вот в агроландшафте воробей становится серьезным вредителем. Он поедает почки, цветки и плоды черной смородины, винограда, абрикоса и других плодовых и ягодных растений. Огромный ущерб воробьи причиняют на селекционных и семеноводческих участках зерновых культур. Во всем мире от них приходится охранять делянки с посевами злаков, особенно в случае их соседства с населенными пунктами. Вредны воробьи и в птицеводческих хозяйствах, где они «отбирают» корм у кур. Кроме того, они разносят различных паразитов домашней птицы, нарушая тем самым карантинный режим и ухудшая санитарное состояние птицефабрик.

Близкий родственник домового воробья – индийский воробей – вредит сельскому хозяйству Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Туркменистана и других стран Средней Азии. Он уничтожает до 50% урожая зерна (овса, кукурузы, ячменя и риса), сильно вредит подсолнечнику, повреждает плоды винограда и других растений. В то же время за пределами сельскохозяйственных земель индийский воробей выкармливает свое потомство саранчовыми и клопом-черепашкой, уничтожает люцернового долгоносика и кузнечиков.

Таким образом, выявление пищевых связей птиц в агроландшафте и оценка их хозяйственного значения очень сложна. Это в первую очередь обусловлено большим разнообразием кормов, употребляемых одним и тем же видом. Многоядность служит одной из причин высокой численности птиц. Одни и те же виды бывают в одном случае полезными, а в другом – вредными.

Когда птицы концентрируются на ограниченных площадях, занятых культурными растениями, они могут причинить большой ущерб. Если же птицы слетаются в очаги массового размножения насекомых или грызунов, то польза от них несомненна.

Таким образом, практическое значение птиц в агроландшафте зависит от специализации конкретного хозяйства, структуры посевных площадей, соседства биоценозов с естественной растительностью (лесных посадок, кустарниковых зарослей, водоемов), наличия мест для гнездования.

Регулирование численности птиц. Привлечение в агроландшафты полезных видов птиц и ограничение численности вредных видов имеют важное практическое значение для сельского хозяйства. Учитывая потребности птиц в местах гнездования и в корме, можно

привлекать в агроландшафт те виды, численность которых желательно увеличить. Наиболее распространенный способ привлечения птиц – это устройство искусственных гнезд (дуплянок, скворечников, синичников и пр.). Однако этих мер может оказаться недостаточно для привлечения полезных видов на поля и в сады.

Для того чтобы сельскохозяйственные земли заселили желательные виды птиц, необходимы такие дополнительные приемы, как систематическая очистка гнезд (каждую весну), зимняя, а иногда и летняя подкормка пернатых. Например, для привлечения синиц развешивают синичники, зимой птиц подкармливают смесями с преобладанием масличных культур, летом – зерновыми смесями. Во всех природных зонах должен быть разработан комплекс мер по охране и привлечению в агроландшафт полезных видов птиц.

Среди мер, направленных на ограничение численности нежелательных видов птиц, важнейшими являются:

- 1) предотвращение доступа птиц к сельскохозяйственным растениям, домашним животным и их кормам;
- 2) отвлечение птиц от сельскохозяйственных растений с помощью приманочных посевов (посадок) кормовых растений;
- 3) применение разнообразных отпугивающих средств.

Очень перспективны для защиты урожая от птиц синтетические нити или ткани, сети-путанки и другие покровные материалы. Ими защищают делянки, плантации с ягодными культурами или отдельные плодовые деревья, форточки в теплицах, на животноводческих фермах. Безусловно, их использование должно быть оправдано экономически. Такой прием, как удаление посевов кукурузы от мест гнездования грачей на 2–3 км, гарантирует сохранность посевов. Хорошие результаты по отвлечению скворцов от урожая винограда, вишни, земляники и других культурных растений дают посадки диких вишен, бузины и диких груш. Отвлечь воробьев от селекционных посевов с зерновыми культурами помогают защитные полосы из ржи шириной 1 м², которыми окружают защищаемые делянки.

Известно, что в добывании пищи птицам в первую очередь помогает зрение. Поэтому многие отпугивающие средства рассчитаны именно на зрительный эффект. Например, это гирлянды из цветных флажков или блестящих предметов, которые дезориентируют и отпугивают птиц. Довольно широко для отпугивания птиц используют пугала, имитирующие человека, а также чучела хищных птиц. Однако они обычно дают лишь кратковременный эффект. Его можно уси-

лить, сопровождая звуковыми отпугивающими сигналами (выстрелами, трещетками, криками раненых птиц и пр.).

4.1.3. Млекопитающие

С особенностями ландшафта тесно связаны многие животные, начиная с обыкновенных полевок (*Microtus arvalis*), которые в средние века были распространены на безлесных просторах Востока. С вырубкой леса и осушением болот обозначилось массовое появление полевок в Европе. Основная причина широкого расселения полевок – обилие пищи и широкие пространства. Мышевидные грызуны массово размножаются на многолетних травах и посевах озимых культур. Преобладает обыкновенная полевка, а доля полевой, домашней и лесной мышей незначительная. На полях зерновых и технических культур в отдельные годы весьма заметно перерастание популяций хомяка обыкновенного.

Хомяк (*Cricetus cricetus*) и европейский суслик (*Citellus citellus*) – типичные обитатели степей. Пришли в Европу с Востока и нашли благоприятные условия на лугах и на пашне. Суслик малый (*Citellus pygmaeus*) обитает на твердых почвах, приспособился к условиям пашни и вредит культурам. До недавнего времени суслики наносили ежегодный ущерб пастбищам и посевам, и только систематическая борьба с этими грызунами позволяет сдерживать их численность.

На территориях с большим разнообразием ландшафтов, разделенных живыми изгородями, многочисленных популяций отдельных видов животных не встречается. Смешанные ландшафты сельскохозяйственных полей с посевами зерновых и лесозащитными полосами существенно сдерживают размножение отдельных видов растений, но способствуют их видовому разнообразию. Изучение особенностей питания *Mus musculus*, *Microtus arvalis* и других четко подтверждает это положение. Количество пищи зависит от сезона и особенностей развития ландшафта.

Широко представлены в полевых севооборотах мышевидные и другие типы (зайцы, сурки) грызунов. Роль некоторых их видов в отдельные годы может быть весьма существенной. Необходимо назвать кроликов, которые в Англии, а также в Австралии и Новой Зеландии оказали большое влияние на продуктивность пастбищ. Наибольшее значение приобретают мышевидные грызуны, что связано с их широким распространением и высокой численностью. Они многочисленны также в видовом отношении (на Северном Кавказе до 8 и больше видов).

Большая часть степных животных покинула измененные человеком ландшафты, и в то же время немало их смогло прижиться в новых условиях и расширило свой ареал, сформировав новые популяции. Распашка целинных земель привела к сокращению популяций травоядных грызунов – пеструшки степной (*Lagurus Lagurus*), полевки узкочерепной (*Microtus gregalis*), а для зерноядных видов – мыши курганчиковой (*Mus musculus spicilegus*) и хомяка (*Cricetulus evermanni*) – условия оказались более благоприятные.

Мышь курганчиковая – исходная форма восточной домовый мыши. В природе мышь строила надземные, покрытые землей кладовые, где семья из 2–6 животных накапливала до 7 кг зерна, которые прорастают, образуя сплошную дерновину. Запасами они начинают пользоваться с наступлением морозов. Более жесткие условия переводят их жизнеобитание в хозяйственные постройки.

На пашне обитают также землеройки (*Crocidura spp.*) и полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*). Полевка из грызунов открытого ландшафта – с широкой экологической пластичностью и встречается широко на лугах, во влажных низинах.

Многие виды грызунов (полевки, мыши) обычно малочисленны, но при благоприятных условиях они иногда размножаются в массе и губят посевы на больших площадях. В прошлом подобные явления называли «мышьиной напастью», они обрекали большие районы на голод и вызывали массовый падеж скота.

За сезон популяция одной семьи водяной полевки нередко превышает 50. Полевки поедают надземную массу, частично насекомых, отличаются роющей деятельностью (прокладывают подземные ходы, выбрасывают на поверхность землю), вытаптывают тропинки, откладывают экскременты и т.д. Они поедают стебли, листья, семена многих растений. Обыкновенная полевка поедает до 200 видов растений, среди которых клевер, полевица, луговая щучка, овсяница и т.д. Однако они не поедают белоус, осоки и другие виды. Это сильно влияет на соотношение компонентов в ценозе. Их общая деятельность приводит к гибели растений. Травостой становится сильно разреженным. Число выброшенных кучек земли в годы массового размножения полевок доходит на 1 га до 5000, а диаметр отверстия составляет до 10 см. Под выбросами гибнут молодые растения. Резко усиливается газообмен в почве, изменяется соотношение фито- и зоокомпонентов, увеличиваются темпы минерализации, создаются более благоприятные условия для вегетативно размножающихся растений. На экстен-

сивно используемых угодьях создаются благоприятные условия для размножения полевок.

В последние годы на Северном Кавказе и в Поволжье были значительно расширены площади орошаемых и обводненных земель. Это создало благоприятную кормовую базу для грызунов, особенно полевок. В итоге в этих районах поднялась численность и вредоносность этих видов.

Кроты нередко входят в состав агроценозов. Они отсутствуют на полях, регулярно заливаемых водой (рисовых, орошаемых и т.д.), или с близкими грунтовыми водами; питаются мелкими беспозвоночными (дождевыми червями и личинками насекомых). При прокладывании ходов в почве кроты повреждают подземные органы травянистых растений. Многие растения, погребенные кротовинами, гибнут. Они способствуют внедрению новых растений, изменяя тем самым конкурентные взаимоотношения. Кротовины – большое препятствие к механизации уборки. Чаше появляются они осенью и весной. Весной их нужно разравнивать. Кротовины отличаются лучшей прогреваемостью, аэрацией, сухостью. На интенсивно используемых пастбищах деятельность кротов незначительна. На участках, богатых органическим веществом и населенных червями, кроты присутствуют в больших количествах.

Положительное влияние кротов заключается в уничтожении личинок насекомых, отрицательное – в поедании дождевых червей, благоприятно влияющих на продуктивность лугов, а образование кротовин содействует внедрению сорняков. Присутствие кротов на пашне и на лугах – явление в целом нежелательное.

На пастбищах высока вредоносность песчанок. Например, большая песчанка заселяет пастбища, где выпасаются овцы, дающие каракуль. Если на 1 гектаре встречаются две колонии этих грызунов (15–20 особей), то они съедают треть растительной массы, достаточной для прокормления одной овцы; если встречаются по 6–8 колоний песчанок на гектаре, тогда уничтожается вся ценная растительность выпасов.

В животноводческих помещениях (на птицефабриках, свинофермах, в конюшнях и пр.) существенный вред могут наносить крысы – серая и черная. Они не только уничтожают корма, но и переносят возбудителей опасных болезней сельскохозяйственных животных. Довольно обычны эти грызуны в теплицах и оранжереях. Здесь они повреждают культурные растения, особенно зимой и ранней весной – во время их отсутствия на полях.

Грызуны, помимо вреда, причиняемого растениеводству, приобретают в агроландшафте важное эпидемиологическое значение. Они нередко становятся хозяевами и переносчиками возбудителей опасных инфекционных болезней домашних животных и человека. От грызунов человеку передаются чума, туляремия, инфекционная желтуха, различные виды тифа, трихины и ленточные черви. Некоторые виды грызунов способствуют распространению среди домашних животных ящура, сибирской язвы, бруцеллеза и других опасных инфекций.

При освоении под земледелие целинных территорий изменяется кормовая база и микроклимат местообитаний грызунов. Одни виды практически исчезли из агроландшафта, а другие приобрели новые благоприятные возможности для размножения.

Земледельческое освоение лесной зоны России привело к расширению ареала обыкновенной полевки. За последние 200–300 лет этот зверек продвинулся в Европе на север на 600–700 км и стал доминирующим видом грызунов. Под влиянием земледелия на большой территории европейской части России изменился микроклимат. Здесь созданы благоприятная кормовая база и многочисленные места резерваций (стога сена и соломы) и для других видов полевок.

Орошение земель в засушливых районах способствует подъему грунтовых вод и созданию многочисленных участков с благоприятным микроклиматом и кормовой базой для видов, ранее страдавших от засухи. Благодаря этому возрастает численность полевок и песчанок. Защитные лесные полосы также служат местами резервации для многих видов грызунов. На Северном Кавказе они способствовали подъему численности полевой мыши и общественной полевки. В то же время эти насаждения нередко заселяют хищные млекопитающие (лисы) и птицы (совы), питающиеся грызунами.

Высев многолетних трав создает благоприятные условия для резерваций полевок и пеструшек в течение нескольких лет. Чем больший процент площади занят посевами многолетних трав, тем чаще могут происходить массовые размножения этих грызунов.

Пахота плугом с отвалами губительна в первую очередь для грызунов, которые не устраивают глубоких гнезд, – полевок и пеструшек. Сохранившиеся грызуны вынуждены переселяться в новые места. Меньше страдают от пахоты мыши, хомячки и суслики, которые устраивают свои гнезда глубже пахотного слоя.

Выявлена способность грызунов к резкому увеличению популяции в агроландшафте. Отмечено, что чем ниже потенциал размножения вида, тем полнее он реализуется и тем меньше изменяется численность грызунов за год. Напротив, высокий потенциал размножения приводит к очень резким колебаниям численности, которая зависит от условий отдельного вегетационного сезона.

4.1.4. Почвенная фауна

Энхитреиды – мелкие, длиной до 30 мм и толщиной до 0,8 мм черви (малощетинковые кольчецы, или кольчатые черви), способные пробуравливать в почве ходы. Поглощая пищу, они перемешивают ее в кишечнике, образуя глинисто-перегнойные комплексы по типу дождевых червей. Численность энхитреид колеблется в почвах в зависимости от условий.

Энхитреиды чувствительны к засухе и высоким температурам. Они активны только в устойчиво влажной среде. Основная их масса под многолетними травами размещена в горизонте 0–15 см, где концентрируется наибольшая масса растений. На пашне они размещаются относительно равномерно по всему пахотному горизонту. Для энхитреид характерно очаговое размещение, что, очевидно, связано с особенностями откладывания яиц. Для их питания важно не общее содержание гумуса в почве, а поступление свежих органических остатков. Зеленые удобрения и экскременты стимулируют их развитие только после начала разложения. Взрослые энхитреиды нередко поедают нематод-фитопаразитов. Они внедряются в участки корней, зараженных нематодами (например, *Heterodera schachtii*), и распространяют личинки нематод своей слюной. Когда нематоды выходят и покидают корни, присутствие энхитреид ускоряет гибель растений, поскольку они участвуют в разложении поврежденных нематодами корней.

В песчаных почвах энхитреид больше, чем в глинистых. Энхитреиды по своей природе сапрофиты, питаются отмершими частями растений. Частично они выступают в роли хищников, поедая нематод.

Дождевые черви. Они имеют большое биологическое значение, что было установлено еще в конце прошлого столетия. Дождевые черви являются постоянными компонентами полей и пастбищ. Их биомасса доходит до 10000 кг/га на лугах и на пашне до 500 кг/га. На пастбищах насчитывается до 12 млн дождевых червей на 1 га (крайние пороги 1–200 млн), на пашне – 1–4 млн (100 тыс.–19 млн). Они

составляют 80–95% общей массы беспозвоночных почвы. В почвах лугов и культурных посевов число их видов невелико – до 10–15 из 5 родов: *Allolobophora*, *Dendroboena*, *Eisenia*, *Lumbricus*, *Ostolasmus* с различной окраской (красной, серой, зеленоватой).

Навозный червь (*Eisenia foetida*), характерный для навозных и компостных куч, первоначально обитал в лесной подстилке и на обработанных землях существовать не мог. *Eiseniella* spp. встречается по берегам водоемов и ведет почти водный образ жизни. В глубь почвы (до 1–2 м) уходят *Allolobophora longa* и *A. terrestris*. Горизонтальное распределение червей так же неравномерно, как и энхитреид.

Для основной массы червей характерен облигатный партеногенез. Обычно в размножении наблюдается периодичность, хотя у некоторых, например у *Eisenia foetida*, размножение продолжается круглый год.

Дождевые черви, заглатывая вместе с органическим материалом большое количество минеральных частиц, откладывают в почве и на ее поверхности многочисленные копролиты, представляющие агрегаты высокой водопрочной структуры. Копролиты содержат больше углекислого газа, органического вещества и азота по сравнению с окружающей почвой, а также доступных форм элементов минерального питания. Они могут превосходить окружающую почву по содержанию нитратного азота в 5, обменного калия – в 11, доступного фосфора – в 7 раз. Предположительно дождевые черви выделяют в почву вещества, стимулирующие рост растений. Количество копролитов дождевых червей, по данным Ч. Дарвина, на лугах достигает 20–40 т/га. По наблюдениям в Англии, на поверхности луга ежегодно откладывается 1,5 т/га, а в почве – до 29 т/га копролитов. Количество копролитов, выносимых дождевыми червями на поверхность почвы, позволяет судить о масштабах их роющей деятельности. Так, на гумусированных песчаных почвах в Германии черви ежегодно откладывают до 4,5 кг/м² копролитов, а в горных саваннах Камеруна – не менее 21 кг/м². Это указывает на то, что через пищеварительный тракт дождевых червей проходит огромное количество почвы, что ведет к определенному улучшению почвы и условий вегетации для растений. В опытах в Новой Зеландии введение в состав луга *Allolobophora calliginosa* привело через 8 лет к повышению урожая травы с 10,3 до 18,0 ц/га.

В копролитах содержится на 33% бактерий больше, чем в обычной почве: на суглинках в них воды больше на 46%, а на песчаных –

на 14%. В сутки черви потребляют 200–300 мг сухой массы почвы на 1 г собственного веса. Проходит пища за 20 часов. Копролиты – это глинисто-перегнойные комплексы, представляющие собой наиболее ценную часть гумуса. Такими же создателями гумуса, помимо дождевых червей, являются энхитреиды, а в тропиках и термиты. Дождевые черви – в основном сапротрофы и копротрофы, некоторые – геофаги (питаются почвой) и частично хищники (поедают нематод и простейших).

Многоножки и мокрицы. Обитают главным образом в лесах, встречаются также и в почвах сельскохозяйственных посевов; по способу питания – сапрофаги. Некоторые многоножки питаются плесневыми грибами. Чувствительны к иссушению и высокой температуре. Большинство из них гибнет, если относительная влажность падает ниже 100%. Оказавшись вне оптимальных пределов температуры (от 15 до 21 °С) и 100% влажности, многоножки, и особенно мокрицы, начинают искать более благоприятные места. Некоторые из них, особенно симфилы, всеядны: питаются тканями живых растений, которые привлекают их корневыми выделениями.

Двупарноногие (кивсяки). По аналогии с дождевыми червями кивсяки способствуют аэрации почвы и открывают пути менее сильным беспозвоночным в более глубокие слои почвы. Они также перерабатывают отмершие остатки. Их потребность в пище велика, но слишком влажная или сухая пища им нежелательна. При длительной засухе кивсяки перестают питаться и переходят в состояние покоя. Они способны переваривать труднорастворимые полисахариды (целлюлозу). Настоящих глинисто-перегнойных комплексов кивсяки не образуют. Удобрения заметно увеличивают состав их популяций.

Насекомые, обитающие в почве в личиночной стадии. В почвах пашни и пастбищ встречается много личинок насекомых, среди которых наибольшее значение имеют личинки жесткокрылых и двукрылых. Молодые стадии *Carabidae* относятся к геобионтным насекомым; вся жизнь их связана с почвой. Многие из них питаются корнями растений. Среди них хорошо известны проволочники (личинки щелкунов – *Elateridae*), часто к ним относят личинки пыльцеедов (*Alleculidae*) и чернотелок (*Fenedrionidae*). Следует иметь в виду также растительноядные личинки пластинчатоусых жуков (*Scarabaeidae*), безногих личинок долгоносиков (*Curculionidae*), длинноусых (*Fipulidae*, *Bibionidae*, *Sciaridae*), мух (*Anthomyidae*), гусениц бабочек (*Noctuidae*, *Hepialidae*) и пилильщиков (*Fenthredinidae*).

В тропическом и субтропическом климате на рисовых полях почвенные животные не переносят длительного затопления. Исследования рисового поля показали, что его почвенная фауна в основном состояла из водных форм: 20% *Naididae*, 5% *Fubificidae*, 28% *Chironomidae*, 23% *Ceratopogonidae* и 13% *Iimnobiidae*. Подавляющее большинство обитает в верхних горизонтах. Очевидно, образ жизни некоторых видов роющих насекомых оказывает на структуру и плодородие субстрата такое же благоприятное действие, как и деятельность животных в почве.

Жужелицы (*Carabidae*). Значение жужелиц в биотопах сельскохозяйственных культур, ввиду высокой численности их популяций, весьма специфично. По характеру питания выделяют следующие важные роды на пашне и кормовых угодьях: хищники, обитающие на поверхности почвы; хищники, обитающие на поверхности почвы, но роющие ходы для укрытия или окукливания; хищники или всеядные, обитающие в верхнем слое почвы; хищники, постоянно обитающие в почве; экзопаразиты, для которых характерен гиперметаморфоз; сапрофаги, обитающие на поверхности почвы; фитофаги, обитающие на поверхности почвы; фитофаги, обитающие на поверхности почвы и не способные рыть ходы; фитофаги, сапрофаги или всеядные, обитающие постоянно в почве.

У ряда видов жужелиц пищевые остатки состоят из тлей, муравьев, гусениц бабочек, а растительная часть доходит всего до 10%. Например, пища в желудке *Pterostichus cupreus* с конца зимы до мая состоит на 70% из растений, а оставшуюся (30%) часть занимают жуки и муравьи; с июля по октябрь 80% содержимого кишечника составляет животная пища (гусеницы, или цикадки). Зимуют жужелицы в основном во взрослом состоянии, а также в фазе личинки.

Участки с различными культурами не отличаются видовым составом жужелиц. Тем не менее предшествующая культура оказывает влияние на популяцию жужелиц. Пахота на жужелиц влияет мало. На полях зерновых культур (особенно озимых) жужелиц больше, чем на пропашных. На многолетних пастбищах число жужелиц ниже, чем на пашне. Они сильно мигрируют, некоторые даже летают.

Врагами жужелиц являются грачи (*Cortus*), скворцы (*Sturnus*), кроты (*Falpa*), мыши. Некоторые нематоды из рода *Heterotylechus* внедряются в куколок мелких жужелиц (внедряются оплодотворенные самки). В полости тела жужелиц они выращивают свои личинки. Все личинки становятся взрослыми самками, которые дают новое

партеногенетическое потомство в теле хозяина, превратившегося во взрослого жука. Особи нового поколения в стадии личинки покидают жука. Однако нематоды почти не причиняют им вреда.

Коротконадкрылые жуки (*Staphylinidae*), как правило, по численности популяций и обилию видов не уступают жужелицам, но их роль в агроценозах не совсем ясна. Наиболее важными представителями пахотных и кормовых угодий являются *Staphylinidae*, *Paederinae*, *Fachyporinae*, *Staninae* (хищники). *Alochara* ведет в личиночной стадии паразитический образ жизни. *Oxytelinae* всеядны и плотоядны. Они поедают яйца насекомых в почве и по способу питания сходны с жужелицами. На полях встречается до 100 видов. Виды *Necrophorus* – некрофаги в личиночной стадии, а взрослые жуки являются хищниками и питаются другими насекомыми.

Пауки на пашне и на пастбищах встречаются довольно часто (особенно в южных районах). В прибрежных районах пауки составляют 25–30% от всего количества беспозвоночных. Их роль в агроценозах практически не изучена.

Простейшие превосходят по массе в пахотных и луговых почвах более чем в 2 раза водоросли, но значительно уступают биомассе бактерий и грибов. В 1 г почвы находится от одной до нескольких сот тысяч простейших; их масса в луговых почвах доходит до 300 кг/га. Численность простейших постоянно меняется вследствие колебания в соотношении активных инцистированных форм. Простейшие в почвах представлены жгутиковыми, амебами, реснитчатыми инфузориями, отличающимися от водных форм весьма малыми размерами. Размеры жгутиковых почв достигают – 4, амебы 20, инфузории 60 мкм. В пахотных почвах встречаются некоторые довольно крупные амебы (*Leptomixa reticula*).

Жгутиковые поглощают растворенные в воде питательные вещества, поступающие в их тело путем диффузии. Многие из них питаются бактериями. Амебы питаются бактериями, водорослями, жгутиковыми, коллатками. Раковидные амёбы являются в основном сапрофагами, реснитчатые инфузории – сапрофагами и отчасти хищниками. Полевые реснитчатые инфузории питаются бактериями (свыше 30%), водорослями и бактериями (до 30%), грибами и бактериями (до 30%); около 10% из этой группы выступают как всеядные и хищники.

Почвенные простейшие находятся на посевном материале и на листьях растений в основном в форме цист. В корневой зоне растений

(особенно многолетних) постепенно развивается богатая фауна простейших. Например, на полях пшеницы установлено 28 видов жгутиковых, 43 вида амёб и 46 видов различных инфузорий. Повсеместно простейшие как звенья пищевых цепей, безусловно, играют определенную роль на пашне и на лугах. Однако многие вопросы их участия в пищевых цепях не ясны.

Коловратки (*Rotatoria*) и **тихоходки** (*Fardigrada*) слабо изучены в почвах пашни и пастбищ. Их численность на пахотных землях невелика, в луговых и садовых почвах их популяции более многочисленные.

Нематоды, или круглые черви. После простейших это вторая по численности и видовому разнообразию группа почвенных животных. Их биомасса нередко превосходит 50 кг/га. Видовой состав их очень колеблется по зонам и в луговых почвах доходит до 90 видов. Численность нематод в почвах обычно очень велика. В Австралии было обнаружено до 20 млн нематод на 1 м² хороших луговых почв. Сходные данные получены в Дании: на полях озимых обнаруживали до 2,5 млн, свеклы – 1 млн. Число нематод на 100 г органического вещества доходит в почвах до 60–70 тыс., а в пахотных – до 45 тыс. Например, в Германии на полях люцерны насчитывается до 100 тыс., а ячменя – 36 тыс. нематод на 100 г органического вещества.

Число нематод в почвах говорит о многом, но далеко не полностью раскрывает ситуацию. Дело в том, что нематоды сильно различаются по своей биологии и особенно по характеру трофики. Существуют переходные группы от сапробиотных до паразитов растений.

По специфике трофики нематоды можно объединить в следующие группы:

1. Хищники, питающиеся простейшими, тихоходками, другими нематодами, ногохвостками (*Trypula, Mononchus, Monhystera*).

2. Настоящие сапрофиты, питающиеся бактериями (*Rhabditis, Diplogaster, Cheilobus*), развиваются 20–50 дней.

3. Гелисапробионты – обычные почвенные нематоды, питающиеся бактериями. Они встречаются в тканях растений как случайные паразиты (*Panagrolaimus, Cephalobus, Eucepholobus, Acrobeles*).

4. Параризобионты (*Dorylaimus*) в ризосфере высасывают соки из водорослей и клеток корней.

5. Фитопаразиты, наносящие механические и химические повреждения (*Tylenchidae*).

6. Зоопаразиты.

В почвах с плотным растительным покровом (пастбища) основная часть нематод концентрируется в верхних (0–5 см) слоях, глубже нематоды встречаются редко. На полях нематоды размещаются достаточно равномерно в верхнем 0–20 см слое, глубже 10 см отмечается заметное снижение их численности. Вдоль корней некоторые нематоды проникают на большую глубину (например, в виноградниках – до 50–70 см). Зимой нематоды уходят в глубину.

Внесение удобрений стимулирует увеличение популяций нематод. Низкое содержание в почве калия сдерживает нарастание популяций нематод. Удобрения оказывают опосредованное влияние на увеличение популяций нематод через накопление в почве органического материала. Установлено, что численность нематод прямо пропорциональна количеству легкоразлагающихся органических веществ.

Нематоды мало участвуют в разложении растительных веществ, хотя, безусловно, их питание и обмен влияют на патогенные процессы. Пища нематод включает 50% белка, 25% углеводов и 25% жиров. Они выделяют азотсодержащие продукты. Ткани нематод богаты азотом и при отмирании участвуют в образовании гуминовых кислот, что также полезно растениям. Количество азота в массе нематод в почвах достигает до 40–50 кг/га в год. Нематоды сем. *Tylenchidae*, обитающие на корнях растений, поставляют в почву ежегодно 8 кг/га азота.

Известны сотни видов паразитирующих видов нематод, однако большой вред приносят немногие. Правильно организованные севообороты способствуют получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур даже при сильном заражении почвы нематодами. При выращивании картофеля вне севооборота его потери от нематод достигают до 80%.

Клещи и ногохвостки. Эти группы членистоногих являются важнейшими представителями аэробной микрофауны. Они обитают в верхних слоях почвы с естественной системой почвенных ходов, заполненных воздухом. Их биомасса составляет до 2 г/м², что намного меньше биомассы нематод. Однако численность их сильно колеблется: клещей – от 17 до 270 тыс/м² (в среднем 100 тыс.), ногохвосток – от 14 до 100 тыс/м² (в среднем 40 тыс.). Численность этих членистоногих на пахотных землях несколько ниже, чем на кормовых угодьях: клещей – от 10 до 90 тыс. (в среднем 30 тыс.), ногохвосток – от 5 до 20 тыс. (в среднем 11 тыс.).

По характеру питания различают хищные, сапробионтные и растительноядные виды. К хищникам относятся многие клещи, питающиеся ногохвостками, другими клещами, нематодами, энхитреидами. Наиболее важные среди них – гамазовые клещи. Сапробионтные членистоногие питаются бактериями и грибами. Сюда относятся большинство ногохвосток и некоторые клещи. Растительноядные, потребляющие живые ткани растений, встречаются среди ногохвосток (сем. *Sminthuridae*) и клещей (сем. *Tetranychidae*, *Tarsonemidae*).

Ногохвостки и клещи имеют большое значение для круговорота веществ в почве, поскольку они участвуют в разложении растительных остатков, особенно сапробионтные виды: они контролируют макрофлору, измельчают труднодоступные для микроорганизмов материалы, освобождая целлюлозу и лигниносодержащие части, которыми обогащаются экскременты животных. При питании ногохвосток экскрементами двупарноногих состав зависит от растительного материала, который служит им пищей.

Клещи и ногохвостки концентрируются в основном в верхнем (до 5 см) слое почвы. На пахотных землях они равномерно распределяются до 25 см. Хищные клещи связаны многочисленными цепями питания. Взрослые гамазовые клещи пожирают молодых. Врагами крупных клещей являются стафилиниды и их личинки.

Почвенные беспозвоночные – весьма важный в функциональном и диагностическом отношении компонент агроландшафтов. Они разлагают растительные остатки и участвуют в процессах гумификации и минерализации органического вещества, способствуя тем самым повышению плодородия почв. Почвенные животные играют большую роль в распределении органического вещества по почвенному профилю, обогащению глубоких горизонтов продуктами распада растительных остатков и т.д.

Обработка почвы (вспашка, внесение удобрений и др.) существенно влияет на условия питания почвенных беспозвоночных. Хозяйственное освоение земель резко нарушает сложившиеся соотношения в групповом составе почвенной фауны и количественном – отдельных ее представителей.

4.2. Одомашненные животные

Происхождение домашних животных. В агроландшафтах видовой состав животных в значительной степени определяется хозяйственными интересами человека. Происхождение домашних живот-

ных толкуется по-разному. Все признают, что волк (*Canis lupus*) предок домашней собаки и что шакал (*Canis aureus*) в формировании собаки как вида участия не принимал. Основное назначение собаки – использование для охоты, переволок и охраны жилья и скота. Их использование на мясо, очевидно, было весьма ограниченным.

Предком домашней козы считается безоарская коза (*Capra hircus aegagrus*), обитающая от Египта до Пакистана и одомашненная в Передней Азии. Предком овцы считают аркальскую овцу (*Ovis ammon arcal*), распространенную между Каспием и Аралом. Некоторые предком овцы считают муфлона (*Ovis a. musimon*), распространенного в Малой Азии, и аргалийскую овцу (*Ovis a. ammon*), обитавшую в высокогорных степях Восточной Азии.

Коровы происходят от диких быков (туров) – *Bos primigenius*, распространенных в Западной Азии и хорошо приспособленных к умеренному климату. Происхождение зебр связывают с *Bos primigenius nomadicus*. Первоначально одомашниванием скота занимались в Центральной и Западной Азии. Испанские быки, корсиканский скот и валлийская черная порода скота считаются древнейшими, весьма сходными с туром. Оптимальные условия для КРС – это климат умеренной зоны, зебу (подвид дикого быка) приспособились к саваннам, яки (*Bos mutus*) – к суровому климату высокогорий Центральной Азии, буйволы (*Bubalus*) – к болотистой местности и разводятся в районах рисосеяния.

Евразийская дикая свинья (*Sus scrofa*), обитавшая от Европы до Восточной Азии, дала начало домашней свинье. Дикая лошадь одомашнена в разных местах (украинские и казахские степи) и в разное время – не менее 5000 лет назад. Она служила средством транспорта, а также, очевидно, источником мяса. Исходный вид *Equus caballus* – весьма богатый экологическими расами, встречается в палеолите в Евразии. Предком лошади могли быть лошадь Пржевальского из степей Монголии (*E. caballus Przewalskii*) и вымерший тарпан (*E. caballus gmelini*) из южнорусских степей.

Дикий осел (*Egnus asinus africanus*) был одомашнен в Египте около 5000 лет назад. Дикую курицу (*Yallus gallus murghi*) одомашнили примерно в это же время в Западной Индии, откуда она распространилась во все районы мира через Иран. Домашний голубь берет начало от сизого голубя (*Columba livia*) из Средиземноморья. Одомашнивание уток и гусей осуществлено человеком позже, чем кур. Широко распространенная в Евразии кряква (*Anas platyrhynchos*) дала

начало домашним уткам, а серый гусь (*Anser anser*) был одомашнен в Египте и Европе.

Животноводство (и земледелие) возникло у разных народов в разное время, но в общем его начало относят к неолиту (новый каменный век). До того времени человек был охотником и собирателем, Одомашнивание животных (собаки, овцы, козы, свиньи) насчитывает около 9–10 тыс. лет. Крупный рогатый скот человеком был одомашнен значительно позже и уже с учетом опыта одомашнивания мелких животных. Одомашнивание скота проводилось в различных местах и в разное время. В Европе домашние животные появились примерно 5000 лет назад. Вначале домашние животные были мельче их диких предков, о чем убедительно свидетельствуют различия в их облике, размерах костей и т.д. До конца средних веков особой разницы в размерах животных практически не было. В последующий период, в силу направленности отбора, домашний скот стал укрупняться и его продуктивность нарастала, что привело к существенным изменениям их формы. Возникшие параллельно у различных, даже неродственных видов формы тела связаны не столько с изменением условий при одомашнивании, сколько с исключением естественного отбора с сохранением мутаций и благоприятных сочетаний наследственных свойств. В условиях естественной борьбы эти признаки были бы утрачены, а в условиях одомашнивания сохранены и развиты.

В современном аграрном производстве гармонично развиваются два направления – растениеводство и животноводство. Взаимная зависимость этих отраслей очевидна: растениеводство обеспечивает животноводство кормами, а животные, в свою очередь, снабжают поля и луга навозом – ценнейшим органическим удобрением, обогащенным полезной микрофлорой. Кормом животным служит как урожай, выращенный на пашне (зерно, овощи, картофель, корнеплоды и др.), так и продукция сенокосов и пастбищ (зеленая масса, сено, силос).

На тесную связь, взаимную зависимость растениеводства и животноводства обращали внимание многие основоположники научного земледелия. В частности, Дмитрий Иванович Менделеев придавал большое значение органическим удобрениям как фактору почвенного плодородия. По его мнению, одним из лучших органических удобрений является навоз, поскольку он содержит все необходимые растениям элементы питания, в том числе азот, фосфор и калий.

Существуют два принципиально различных способа содержания сельскохозяйственных животных. Их можно размещать в животно-

водческих помещениях и доставлять туда необходимые корма, удаляя систематически продукты жизнедеятельности животных. Такой способ содержания животных называют *безвыгульным*. При *выгульном* способе содержания животных можно выпасать (выгуливать) на лугах и пастбищах, где они самостоятельно добывают корм.

Последствия выпаса животных. Выпас животных оказывает сильнейшее влияние на пастбища – на их почвенный и растительный покров, водный режим и микроклимат, фауну и микрофлору.

При неправильном использовании пастбищ животные выедают ценные растения, которые замещаются плохо поедаемыми травами и низкорослыми малоурожайными растениями. Это приводит к ухудшению качества травостоя.

В результате вольного (нерегулируемого) выпаса животных почва чрезмерно уплотняется, ухудшается ее водно-воздушный режим, снижается микробиологическая активность. Происходит разрушение верхнего горизонта почвы, смывается плодородный слой на склонах. Все это снижает продуктивность и долговечность лугов, приводит к их деградации. Нередко на сильно выбитых скотом пастбищах размножаются вредные насекомые.

Бессистемный выпас, перегрузка травоядными животными лесных пастбищ наносит большой ущерб лесу. Почва уплотняется, лишается подстилки и иссушается, в результате чего уменьшается прирост древесины. Исчезают животные и микроорганизмы, питающиеся мертвым органическим веществом подстилки и участвующие в ее минерализации. Происходит уничтожение подроста и повреждается подлесок.

В южно-таежной зоне при неумеренном выпасе животных лесонасаждения становятся более редкими, пропускают под полог больше света, из-за чего почва сильно иссушается. Это же приводит к изменению растительности: травяной покров из тенелюбивых лесных трав уступает место злаковому, в результате чего почва подвергается задернению.

Напротив, в результате рационального выпаса животных, при правильном стравливании травостоя в нем начинают преобладать ценные, выносливые к пастьбе растения. Это злаки – мятлик луговой, типчак, а из бобовых растений – клевер белый, люцерна желтая и др.

Одновременно подавляется моховой покров, травостой очищается от сорняков, а почва обогащается микроорганизмами, которые животные оставляют на пастбище вместе с навозом. В свою очередь,

это активизирует жизнедеятельность микрофлоры и усиливает биологические процессы в почве, повышает продуктивность и долголетие пастбищ.

Временное прекращение или отсутствие выпаса животных приводит к появлению на поверхности почвы корки, ухудшающей рост и развитие растений. Напротив, умеренный выпас животных, которые разбивают корку, улучшает аэрацию почвы, способствует лучшему развитию растений.

Исследуя взаимоотношения растений и травоядных животных на лугах степной зоны, ученые пришли к удивительному выводу: пастьба и питание животных травой стали необходимым условием для нормального существования степной растительности. Наблюдения показали, что без травоядных животных в степи накапливается такое количество мертвых остатков, что они затрудняют дальнейшее существование самих растений. Постоянно «подстригая» растения в процессе питания, травоядные млекопитающие стимулируют их усиленный рост, кущение и повторное отрастание побегов. По мнению ученых, под влиянием животных валовая продуктивность степных травостоев не только не снижается, но может и увеличиваться.

Стада диких копытных, некогда обитавшие в обширных евроазиатских степях, благодаря постоянному перемещению никогда не выбивали степной травостой до стадии сбоя. А вот для домашних животных это явление очень характерно. Дело в том, что оседлое скотоводство приводит к усилению выпаса животных на ограниченной территории и, как следствие, к изменению или даже полной деградации травостоев. Таким образом, вредна не пастьба сама по себе (в дикой природе она имеет тысячелетнюю историю), а пастьба неумеренная, не учитывающая законов развития луговой экосистемы.

Для того чтобы почва и растительность лугов не страдали от пакущихся на них сельскохозяйственных животных, их пастьбу регулируют. Регулирование выпаса животных достигается организацией загонов: пастбище делят на несколько участков и стравливают их животным поочередно. По сравнению с вольной (бессистемной) пастьбой этот способ имеет несомненные преимущества.

Установлены и правила рационального выпаса на лесных лугах. Животных выпасают небольшими группами, медленно прогоняя через лесные насаждения. Выпас проводят преимущественно во влажные периоды, когда трава достигает наибольшего развития. Наиболее целесообразны для выпаса животных открытые участки со степенью затенения кронами деревьев не более 25%.

В засушливых районах к пастьбе в лесу предъявляют более строгие требования. Пастьбу на лесных лугах надо организовывать так, чтобы не допустить выедания животными травы под деревьями. В противном случае оголение почвы под кронами сокращает количество влаги, поступающей в почву, и вызывает эрозию. Телят до года и лошадей здесь пасти не рекомендуется, а коз – вообще нельзя, так как они уничтожают подрост ценных древесных пород.

Научные исследования и многолетняя практика показывают, что умеренная пастьба крупного рогатого скота в лесах не оставляет отрицательных последствий, а в ряде случаев приносит лесоводству пользу – способствует осветлению подроста хвойных пород и более равномерному естественному обсеменению участков.

Враги животных на пастбищах. Высокая концентрация сельскохозяйственных животных в агроландшафте создает благоприятные условия для размножения и распространения их паразитов, которые приобретают важное экономическое значение.

В типе *Плоские черви* встречаются паразиты сельскохозяйственных животных, например среди сосальщиков. Наибольший вред животноводству из сосальщиков причиняет печеночная двуустка (печеночный сосальщик). Взрослые сосальщики имеют листовидное тело длиной до 30 мм и шириной до 12 мм, они живут в желчных протоках печени овец, коз, коров. У зараженных животных резко сокращаются прирост массы и надои, а в тяжелых случаях может наступить гибель от воспаления печени (гепатита).

Паразит, поселившийся в печени животного, постоянно выделяет во внешнюю среду массу яиц. Развитие яйца происходит в воде, где паразит находит своего другого хозяина – брюхоногого моллюска малого прудовика. Эта улитка обитает в прудах, канавах, лужах, на болотах. В теле моллюска паразит размножается, а затем выходит в воду и прикрепляется к прибрежным растениям, вместе с которыми он попадает в организм коровы или другого животного. Заболеваемость скота печеночным сосальщиком порой становится очень высокой.

Сходно протекает у овец, коз и коров заболевание, вызываемое другим сосальщиком – ланцетовидной двуусткой. Особенность цикла паразита заключается в том, что его яйца выбрасываются через кишечник не в воду, а на землю или траву. Здесь их заглатывают наземные брюхоногие моллюски, в теле которых развитие этого паразита протекает таким же путем, как у печеночного сосальщика. Дальнейшее развитие сосальщика осуществляется в организме муравьев, ко-

торые заглатывают его личинки, а уже муравьи вместе с растениями попадают в организм травоядного животного.

Не меньше страдают животные и от паразитов из типа *Круглые черви*. Среди них – трихина (трихинелла), паразитирующая в организме свиньи. Личинки паразита проникают в кишечник, а затем (с током крови) попадают в мышцы. Зараженное животное страдает от мышечных болей, ему больно двигаться, жевать, в результате падает аппетит, развиваются отеки, снижаются привесы. Этим паразитом может заразиться и человек в случае употребления зараженной свинины. Столь же опасны свиная аскарида, власоглавы (свиной, овечий и коровий) и некоторые другие паразитические черви из того же класса. Зараженные ими животные чахнут, отстают в росте, их продуктивность резко снижается.

Немало врагов домашних животных находится и среди представителей типа *Членистоногие* в классах паукообразных и насекомых. В первую очередь – это чесоточные клещи, или зудни (лошадиные, коровьи, овечьи, свиные). Они делают ходы в коже домашних животных и питаются ею. Помимо местного поражения кожи (клещевой чесотки), у больных животных отмечается общее отравление организма слюной и продуктами жизнедеятельности клещей. А заражаются они клещами друг от друга при скоплениях на водопоях, в кошарах и т.д. Другая группа клещей – иксодовые клещи – это кровососы, которые не только питаются кровью млекопитающих и птиц, но и участвуют в распространении микроорганизмов-возбудителей опасных болезней домашних животных и человека.

Эти паразиты поджидают животных на растительности пастбищ. На одном животном могут паразитировать сразу тысячи клещей, которые сильно его истощают. В результате привесы и надои снижаются на 30–50%. Много страданий причиняют животным и представители класса *Насекомые*. В первую очередь это двукрылые, традиционно называемые гнусом (комары, мокрецы, мошки, москиты и слепни). Эти насекомые – свирепые кровососы, которые причиняют большие мучения домашним животным, снижая порой их привесы и надои на 30–50%.

Столь же опасны для домашних животных и другие двукрылые насекомые – овода. Среди них наиболее широко распространены бычий и олений овода. Взрослые насекомые питаются только нектаром, а вот их личинки, которые появляются из яиц, отложенных на шкуру животных, внедряются под кожу. Они проделывают здесь сложные

ходы, питаются соединительной тканью и причиняют животным большие страдания. Время нападения стай оводов – это время потерь привесов и надоев животных. Пытаясь убежать от нападающих самок оводов, они мчатся, как безумные, и нередко калечат себя. Другой результат паразитирования оводов – забракованные шкуры животных, в которых личинки этих насекомых проделывают отверстия.



Контрольные вопросы и задания

1. Назовите причины и направления перестройки дикой фауны в процессе формирования агроэкосистем.
2. На примере насекомых опишите формирование в агроэкосистемах комплекса вредителей культурных растений.
3. На примере птиц покажите проявление полезной и вредной деятельности отдельных видов пернатых в агроландшафте.
4. Какие вам известны приемы регулирования численности птиц в агроландшафте?
5. Дайте характеристику хозяйственного значения грызунов как диких млекопитающих, доминирующих в агроландшафте.
6. Опишите взаимоотношения двух отраслей сельского хозяйства – растениеводства и животноводства.
7. Как влияет выпас сельскохозяйственных животных на экосистемы пастбищ? Как его регулируют?
8. Опишите вред, наносимый животноводству паразитическими видами простейших, червей, членистоногих.

5. МИКРООРГАНИЗМЫ В АГРОЦЕНОЗАХ

Высшими растениями и животными не исчерпывается все живое население (биота) агроценоза. В его формировании и развитии участвует также множество микроскопических существ – одноклеточных животных, водорослей, грибов, бактерий, вирусов, которые получили общее название микроорганизмов.

Микроорганизмы оказывают существенное и многоплановое воздействие на рост и развитие высших растений. С одной стороны, за счет синтеза ими фитогормонов и токсинов происходит стимуляция или ингибирование роста растений, с другой, их деятельность способна изменить пищевой режим растений путем повышения растворимости или иммобилизации минеральных соединений в прикорневой зоне в процессе фиксации азота атмосферы или эмиссии его газообразных соединений.

Возделывание различных растений вызывает накопление в почве определенных видов микроорганизмов, в частности грибов, среди которых обнаруживаются как полезные, так и патогенные формы.

Анализ состава микробного населения корневой зоны необходим для определения оптимального чередования культур в севообороте, разработки мер борьбы с почвоутомлением при монокультуре, успешного применения штаммов микроорганизмов в целях повышения урожая растений и подавления патогенных организмов. Для решения этих проблем необходимо знать состав и представленность (уровень доминирования) микробов в ризосфере и ризоплане.

Большую ценность представляет изучение состава и представленности различных видов микроскопических грибов в почве и в корневой зоне постоянно возделываемых в определенном регионе растений и новых интродуцируемых сельскохозяйственных культур. Знание состава и особенностей жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов в корневой зоне отдельных видов растений необходимо для успешного решения многих практических задач земледелия.

Роль многих микроорганизмов в экосистемах велика и уникальна, и их исчезновение может привести к экологической катастрофе. Значение этих организмов в экосистемах весьма многообразно. Одни микроорганизмы выступают незаменимыми участниками процесса минерализации органических остатков; благодаря деятельности других микроорганизмов (азотфиксирующие организмы) растения получают в доступной форме соединения азота – одного из незаменимых химических эле-

ментов жизни. Обильное микробное население почвы принимает активное участие в формировании гумуса, а значит, почвенного плодородия.

Микроорганизмы заселяют не только почву и растения. Огромное их количество находится в пищеварительном тракте диких и домашних животных-фитофагов (коров, лошадей, свиней, овец, коз и др.). Это микробное сообщество помогает животным усваивать растительную пищу и получило название *нормальной микробиоты*. Их присутствие в организме – это норма, а отсутствие – патология, приводящая к тяжелым заболеваниям или даже к гибели животного.

Нередко и сами микроорганизмы становятся причиной массовых инфекционных болезней культурных растений (эпифитотий) и домашних животных (эпизоотий), сведения о которых находятся не только в древних рукописях и преданиях, но и в ежедневных сообщениях средств массовой информации.

5.1. Экологические группы микроорганизмов

Все многообразие микроорганизмов, населяющих агроценозы, подразделяют на группы в зависимости от их роли в круговороте веществ, мест обитания, а также с учетом тех взаимоотношений, которые складываются между ними и другими организмами – высшими растениями и животными.

Среди микроорганизмов принято выделять *свободноживущие* и *симбиотические виды* (табл. 5, 6). *Свободноживущие виды* не вступают в тесные симбиотические взаимоотношения с другими видами макро- и микроорганизмов. *Симбиотические виды* формируют с другими организмами устойчивые сообщества, в первую очередь – паразитические или мутуалистические (взаимовыгодные).

Другое подразделение микроорганизмов на группы обусловлено их способностью (или неспособностью) ассимилировать из внешней среды неорганические соединения углерода. По этому признаку выделяют *автотрофные* и *гетеротрофные микроорганизмы*. *Автотрофы*, используя энергию света или энергию окисления химических веществ, усваивают CO_2 и восстанавливают его до органических соединений. *Гетеротрофы*, напротив, такой способностью не обладают и нуждаются в поступлении из внешней среды органических соединений углерода.

Местами обитания микроорганизмов в агроландшафтах служат в первую очередь почва, водоемы, покровные ткани и внутренние органы растений и животных.

Характеристика свободноживущих микроорганизмов почвы

Группа микроорганизмов	Места обитания	Экологическое значение
<i>Гетеротрофные микроорганизмы</i>		
Бактерии	Богатые органическими веществами почвенные горизонты	Минерализация органических остатков растений и животных. Многие виды осуществляют фиксацию молекулярного азота. Служат пищей для мелких почвообитающих животных. Участвуют в формировании гумуса и почвенной структуры
Грибы	Богатые органическими веществами почвенные горизонты	Минерализация органических остатков, преимущественно растений. Служат пищей для других гетеротрофных организмов почвы (бактерий, мелких животных). Участвуют в формировании гумуса и почвенной структуры
Одноклеточные животные	Влажные, хорошо аэрируемые почвы, богатые органическими остатками и микрофлорой	Осуществляют измельчение остатков растений и животных в процессе питания, способствуя их минерализации грибами и бактериями. Питаются бактериями, водорослями и грибами, а сами служат пищей для более крупных животных. Отмирая, обогащают почву органическим веществом, участвуют в формировании гумуса и почвенной структуры
<i>Автотрофные микроорганизмы</i>		
Водоросли и фотосинтезирующие бактерии	Поверхность и верхние горизонты почвы	Первичные продуценты, служащие пищей для гетеротрофных организмов почвы (бактерий, грибов, мелких животных). Участвуют в формировании гумуса и структуры почвы
Нитрифицирующие бактерии	Хорошо прогреваемые и аэрируемые почвы, богатые аммонийным азотом и имеющие рН 6–8	Первичные продуценты, участвуют в круговороте азота: осуществляют аэробное окисление аммонийных соединений до нитритов и нитратов

**Характеристика грибов и бактерий, вступающих
в симбиотические отношения с растениями и животными**

Группа микроорганизмов	Симбионты микроорганизмов	Экологическое значение симбиоза
Грибы, формирующие микоризу	Многие культурные и дикорастущие высшие растения	Микориза повышает эффективность корневого минерального питания растений и гетеротрофного питания грибов
Грибы, формирующие лишайники	Водоросли или цианобактерии	Лишайники участвуют в почвообразовательном процессе и служат пищей для животных – фитофагов
Азотфиксирующие бактерии	Высшие растения	Осуществляют биологическое восстановление молекулярного азота (N_2) до аммонийного ($-NH_2$), переводя его в доступную для растений форму
Грибы, бактерии, одноклеточные животные – обитатели пищеварительного тракта животных	Дикие и домашние животные (позвоночные и беспозвоночные)	Благодаря высокой биохимической активности обеспечивают усвоение растительной пищи животными-фитофагами, обогащают ее витаминами и незаменимыми аминокислотами

5.2. Свободноживущие микроорганизмы почвы

Микробное население почвы представлено бактериями, грибами, водорослями и одноклеточными животными. Среди них гетеротрофными организмами являются все грибы, одноклеточные животные и большинство видов бактерий. Автотрофные микроорганизмы почвы – это водоросли и некоторые виды бактерий

5.2.1. Бактерии

Бактерии занимают важное место в гетеротрофной группе. Они встречаются довольно широко в надземной и подземной сферах агрофитоценозов. В филлосфере состав бактериальной флоры неоднороден, и большинство микроорганизмов принадлежит к родам *Pseudomonas* и *Chromobacterium*. На однолетних посевах преобладают псевдомонады, хромобактерии, микобактерии, на дикорастущих – бактерии (*Pseudomonas*, *Bacterium*). В ризосфере количество бактерий намного превышает таковое в филлосфере.

Значение бактерий огромное: одни разлагают простые углеводы, другие (аэробные и анаэробные) – клетчатку (до дисахарида и глюкозы), третьи – белки. Некоторые стрептомицеты разлагают даже хитин (составная часть покрова членистоногих) и встречаются в стенках грибов. Разложение хитина, наряду с белковым обменом, служит важным источником аммиака.

Деятельность бактерий по разложению органических веществ лежит в основе использования органических удобрений (перегноя, торфа, навоза, компостов). Для того чтобы растения смогли усвоить биогенные химические элементы, находящиеся в этих удобрениях, должна произойти их микробиологическая минерализация. В результате минерализации питательные вещества переходят в почвенный раствор, после чего растения с помощью корневой системы поглощают необходимые им химические элементы.

Среди органических соединений, подвергаемых бактериальному распаду, значительную часть составляют азотсодержащие вещества – белки, аминокислоты, азотистые основания, нуклеиновые кислоты, хитин и др. Минерализация этих соединений микроорганизмами почвы получила особое название – *аммонификация*. Такое название дано по одному из конечных продуктов разложения – аммиаку. В результате аммонификации азот из «царства» органических соединений переходит в «царство» минеральных.

В процессе разрушения органических соединений образуется значительное количество и другого минерального соединения углекислого газа (CO_2). Из почвы CO_2 диффундирует в надпочвенный слой воздуха, обогащая таким образом среду обитания растений необходимым «сырьем» для фотосинтеза.

Другая важная сторона жизнедеятельности почвенных бактерий – это их способность усваивать газообразный азот воздуха (N_2) и восстанавливать его до органических соединений азота ($>\text{NH}$; $-\text{NH}_2$). Такой способностью среди всех живущих на Земле организмов обладают только некоторые бактерии. Они получили название *азотфиксирующих бактерий*, а сам процесс – *биологической фиксации азота*.

Впервые свободноживущих бактерий, способных фиксировать молекулярный азот, обнаружил основоположник почвенной микробиологии Сергей Николаевич Виноградский в 1893 г. Ими оказались спорообразующие бактерии рода клостридий (*Clostridium*). Позднее оказалось, что способностью к азотфиксации обладают несколько десятков видов почвообитающих бактерий. Одна из них – азотобактер

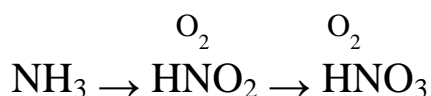
(*Azotobacter chroococcum*) – стала продуцентом микробиологического препарата азотобактерина, используемого в растениеводстве.

Сравнительно небольшую по числу видов группу образуют автотрофные бактерии. Среди них выделяют фотосинтезирующих (фототрофных) бактерий, которые широко представлены при дерновом почвообразовательном процессе. Наиболее многочисленными фотосинтезирующими бактериями – это цианобактерии, которых ранее ошибочно называли сине-зелеными водорослями.

Цианобактерии, наряду со способностью синтезировать на свету органические соединения, «фиксируют» азот. Поэтому они обогащают почву органическими соединениями, участвуют в формировании гумуса и наряду с другими бактериями служат ценной пищей для мелких почвообитающих животных, в первую очередь одноклеточных. Среди цианобактерий встречаются колониальные формы, тело которых построено из нитей (трихом), покрытых слизистыми чехлами. Такие нити оплетают и склеивают комочки почвы, придавая ей прочную структуру.

Другие автотрофные бактерии не способны к фотосинтезу, но обладают уникальной способностью использовать энергию окисления неорганических соединений для ассимиляции CO_2 и синтеза органических соединений. Это явление, открытое С.Н. Виноградским, получило название *хемосинтеза*.

В почвах из числа хемоавтотрофных организмов наиболее широко представлены *нитрифицирующие бактерии*. Энергию, необходимую для синтетических процессов, эти бактерии получают в результате последовательного окисления неорганических соединений азота



Этот процесс получил название *нитрификации*, он протекает только в аэробных условиях и в целом имеет отрицательное значение для почвенного плодородия. Нитриты и нитраты, образующиеся в результате окисления аммонийного азота, не адсорбируются почвенными частицами и остаются в почвенном растворе. Поэтому они легко вымываются из корнеобитаемого слоя почвы, в результате чего происходит потеря ценного для растений питательного элемента.

Автотрофные бактерии (*Nitrobacter*, *Nitrosomonas*) окисляют аммиак до нитратов, а затем до нитритов. Аэробные виды *Azotobacter*

и анаэробные *Clostridium*, а также бактерии *Rhizobium*, обитающие в клубеньках бобовых, связывают газообразный азот воздуха. На их долю приходится до 10 кг/га фиксированного азота в почве. Столько же азота поступает с осадками. В лучшем случае на полях бобовых фиксируется от 50 до 90 кг/га азота. Это может соответствовать годовой потребности в азоте одной культуры.

Процессы нитрификации, денитрификации и разложения клетчатки быстрее идут во влажных понижениях, чем на склонах и вершинах холмов. *Azotobacter* в пониженных местах встречается до глубины 1,5 м, а в сухих – только в гумусовом слое.

Бактерии накапливают много азота в своем теле (до 12% против 5–8% у грибов). При содержании в почве примерно 50% углерода и 2% азота (C:N = 25:1) все количество азота идет на построение собственного тела бактерий. При более высоком содержании азота (C:N < 25:1) почва обогащается аммиаком, а при низком (C:N > 25:1) происходит поглощение из почвы азотсодержащих минеральных солей. При заделке в почву соломы, бедной азотом, сначала идет активное потребление питательных веществ из почвы, которые откладываются в телах бактерий. Нельзя допускать наличия соломы при прорастании семян.

Установлено, что в 1 г почвы может находиться много миллиардов бактерий. Общий вес бактерий в пахотных почвах составляет, по расчетам, около 8000 кг/га, а в луговых почвах – 10000 кг/га. Сухой вес бактерий не превышает 0,3% от сухого веса почвы. Внесение органических удобрений, особенно на бедных участках, заметно повышает численность бактерий.

По мере перехода от более холодного северного климата к южному бактериальное население почв все более возрастает. Это объясняется, с одной стороны, теплолюбивостью большинства видов бактерий, а с другой стороны, увеличением содержания в почве органических веществ, которые являются для этих микроорганизмов пищей. Кроме того, северные подзолистые и болотные почвы отличаются повышенной кислотностью, тогда как бактерии предпочитают нейтральную реакцию почвенного раствора.

В течение года численность бактерий в почве сильно колеблется. Наиболее высока она весной, что связано с обогащением почв отмершей за осенне-зимний период растительностью и достаточной увлажненностью почвы в этот период. В зимний период большинство бактерий погибает, и их численность в почве становится минималь-

ной. Наибольшее экологическое значение имеет деятельность гетеротрофных бактерий, осуществляющих деструкцию (разложение) органических остатков растений и животных, поступающих в почву. Промежуточные продукты этой деструкции формируют гумус почвы, а полная минерализация органических веществ обеспечивает биологический круговорот важнейших химических элементов в биосфере.

На численность бактерий оказывают влияние дождевые черви: при прохождении через кишечный тракт популяция одних бактерий уменьшается, а других, наоборот, увеличивается. На неудобренных почвах обитают формы бактерий с относительно медленным обменом веществ, деятельность которых ограничивается разложением имеющихся растительных остатков: микрококки, неспорообразующие палочковидные бактерии. Зимогенные бактерии преобладают на богатых органических почвах. Сюда относятся некоторые спорообразующие и неспорообразующие псевдомонады, заносимые легко ветром и дождем. Они имеют очень активный обмен и быстро растут. При истощении бактерии отмирают или образуют споры.

Велико значение бактерий в ризосфере растений. Они зависят всецело от корневых выделений растений и в основном являются эккрисотрофами и частично сапротрофами. В ризосфере идут процессы превращения азота. Ризосферные микроорганизмы способствуют усвоению растениями фосфора, кальция и других элементов. Различные виды высших растений имеют специфические консорты из отдела бактерий. Например, в ризосферах бобовых и крестоцветных обнаружено много азотобактера, а в ризосфере лютиковых, наоборот, он сильно подавлен.

Значение бактерий для почвенного плодородия состоит также в способности многих видов растворять нерастворимые соединения фосфорной кислоты (апатиты, оксиапатиты, фосфориты). В результате фосфор становится доступным для растений, и плодородие почвы повышается.

5.2.2. Грибы

Грибы наряду с бактериями являются постоянными обитателями почвы. Особенно заметно их участие в разложении органических остатков растительного происхождения. Например, в лесной подстилке от 80 до 95% биомассы всех микроорганизмов составляют именно грибы. Длина грибницы в 1 г минерального горизонта почвы колеблется от 400 до 2000 м, а в перегное достигает 10000 м и более.

Преобладание грибов в микробном сообществе, осуществляющем разложение растительных остатков, ученые объясняют не только

высокой проникающей способностью нитей грибного мицелия (гиф), но и биохимическими особенностями разрушения этих соединений. Большое количество органических кислот, образующихся при распаде безазотистых соединений растений (в первую очередь полисахаридов – целлюлозы, крахмала, пектиновых веществ), существенно повышает кислотность разлагаемого субстрата, а это затрудняет его заселение большинством бактерий.

По этой же причине численность грибного населения (микобиоты) кислых болотных и подзолистых почв выше, чем дерновых почв, имеющих нейтральную или слабокислую реакцию. А по мере окультуривания почвы кислотность снижается и численность грибов уменьшается.

Таким образом, численность грибов в почвах всех типов значительно ниже, чем бактерий. Между тем грибная биомасса в верхних слоях почвы больше бактериальной. По подсчетам ученых, в тундре на 1 г почвы приходится 4 мг грибницы, в лиственных лесах – до 1 мг, а в черноземах – 0,5 мг. Грибное население почвы представлено как мицелиальными, так и дрожжевыми формами. Среди мицелиальных видов доминируют мукоровые, сумчатые, базидиальные и несовершенные грибы. Среди дрожжей преобладают представители класса базидиальных грибов. Дрожжевые грибы преимущественно распространены на растительных остатках, торфе и поверхности почвы. В более глубоких почвенных горизонтах встречаются в основном мицелиальные формы грибов.

Экологическое значение почвенных грибов, как и бактерий, в первую очередь определяет их деятельность по минерализации растительных остатков. Наряду с этой ролью велико значение грибов и для процессов формирования гумуса и почвенной структуры. Разлагая растительные остатки, они переплетают грибницей комочки гумуса и тем самым придают почве комковатую структуру.

Между грибами и бактериями нередко возникают антагонистические отношения, что обусловлено конкуренцией за пищу. В этих условиях у некоторых почвообитающих грибов возникла способность синтезировать антибиотические вещества, подавляющие развитие бактерий. Один из таких грибов – пеницилл (*Penicillium*), продуцент антибиотика пенициллина.

Способность почвообитающих грибов и бактерий продуцировать антибиотики обуславливает важное свойство почвы, получившее название *супрессивности* (от англ. *suppression* – подавление). Благо-

даря супрессивности почвы в ней довольно быстро погибают многие патогенные микроорганизмы – возбудители опасных болезней животных и человека. В этом проявляется санитарная роль почвенной микробиоты.

Для развития грибов необходим кислород. Однако некоторые из них вегетируют в условиях недостатка кислорода, например *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* По сравнению с другими почвенными организмами грибы отличаются экономным обменом веществ, поскольку используют довольно много углерода и азота из разлагаемых ими соединений для построения собственного тела. До 60% расщепляемых грибами веществ переходит в слоевище гриба. Грибы также в некоторой степени осуществляют фиксацию азота.

По экологическим особенностям различают грибы, обитающие в почве и на корнях растений. Эти группы связаны между собой переходными формами. К первой группе относятся облигатные почвенные сапрофиты, прежде всего использующие сахара, крахмал, клетчатку, лигнин. Некоторые (например, *Chytridiales*) могут разлагать танин и хитин. Многие грибы способны разлагать белки, хотя их роль в разложении белков в общем невысокая. В почве встречаются хищные грибы и паразитирующие на животных. Имеются сапрофиты как неспециализированные (факультативные) паразиты, повреждающие корни растений. Ко второй группе относятся специализированные паразиты и микоризные грибы.

Грибы, вероятно, связаны почти со всеми видами растений полей и пастбищ. По отношению к высшим растениям их можно разделить: 1) на фитопаразиты; 2) симбионты (микоризные грибы); 3) эккрисотрофы (ризосферные грибы); 4) сапротрофы, напочвенные и почвенные грибы, использующие в качестве энергетического материала отмершие остатки растений и животных; 5) зоопаразиты и хищные грибы; 6) копротрофы.

Паразиты (фикомицеты, аскомицеты, базидиомицеты, несовершенные грибы) поражают надземные органы. Головневые и спорынья поражают генеративные органы. Распространены мучнисторосяные, ржавчинные грибы. Грибы, паразитирующие на корнях растений, безусловно, распространены очень широко, но в целом очень мало изучены. Хотя структурно грибы размещены над почвой и в почве, но наибольшее значение имеют почвенные сапрофиты.

Помимо микроскопических грибов в почве обитают микромицеты, особенно на лугах. Как правило, грибы, особенно макромицеты, обогащают почву азотом, что связано с разложением их мицелия бактериями.

5.2.3. Водоросли

Водоросли – обычные обитатели культивируемых почв, обогащающие ее, как и другие зеленые растения, энергетическим материалом. В 1 см³ почвы (масса до 2 г) может содержаться до 100–200 тыс. экземпляров водорослей. Все многообразие почвенных водорослей объединяется в 4 отдела: Зеленые, Синезеленые, Желто-зеленые и Диатомовые.

Наибольшее распространение в почвах имеют синезеленые водоросли (*Chroococcus*, *Oscillatoria*, *Nostoc*), затем диатомовые (представители семейств *Achnanthesaceae*, *Naviculaceae* и *Nitzschaceae*) и некоторые зеленые (*Chlorophyceae*). Поскольку водоросли – автотрофы и нуждаются в солнечном свете, то они развиваются в основном в поверхностном слое почвы (0–5 см). Водоросли встречаются и в более глубоких слоях почвы. Однако не установлено, живут ли они за счет усвоения органических веществ (как и грибы) или они находятся в неактивном состоянии.

Наиболее богаты водорослями (в видовом и количественном отношении) орошаемые поля риса, влажные луга, берега различных водоемов. На пахотных землях обитает сравнительно мало видов, хотя их популяции могут быть весьма многочисленны. Масса водорослей на пахотных почвах достигает до 100–150 кг/га.

Почвенные водоросли лугов – мезофиты, оптимальная среда их обитания – влажность почвы 60–80% от полной влагоемкости. Они используют пленку воды на поверхности почвенных частиц и приспособлены к существованию и обитанию в переменно-влажных условиях, переносят относительно длительную засуху и сравнительно быстро переходят к активной жизнедеятельности при наступлении благоприятных условий увлажнения. Температура и влажность почвы обуславливают сезонные изменения численности водорослей. На пойме максимум водорослей наблюдается весной, а на суходоле – летом.

Почвенные водоросли создают органическое вещество, обогащают им почву и обеспечивают энергию гетеротрофов (био- и сапрофитов). Некоторые из синезеленых водорослей, в том числе входящих в состав ризосферы, способны фиксировать атмосферный азот до 4–10 кг/га. Поглощая CO₂ и выделяя O₂, водоросли изменяют состав почвенного воздуха. При длительном затоплении пойм наблюдается массовое размножение нитчатых водорослей. При оседании с высы-

ханием водоросли образуют на поверхности почвы пленку от 1 до 10 мм, труднопроницаемую для луговых трав.

Экологическое значение водорослей близко к значению обитающих в почве фотосинтезирующих бактерий (цианобактерий). Подобно этим бактериям водоросли в процессе фотосинтеза обогащают почву органическим веществом, участвуют в формировании гумуса и комковатой почвенной структуры. Водоросли служат пищей бактериям, грибам и животным (как одноклеточным, так и мелким многоклеточным – нематодам, кольчатым червям, клещам, насекомым и др.) и таким образом дают начало пищевым цепям, характерным для биогеоценозов почвы.

На окультуренных землях, до появления всходов растений и после уборки урожая, водоросли нередко обильно размножаются на поверхности почвы, вызывая ее позеленение («цветение»). Этому способствует теплая погода и наличие в почве влаги и минеральных веществ. В процессе фотосинтеза водоросли интенсивно поглощают из почвенного раствора минеральные соединения биогенных химических элементов (азота, фосфора, калия и др.). Тем самым водоросли предотвращают вымывание из корнеобитаемого слоя ценных питательных веществ или их переход в нерастворимую форму. С появлением травостоя культурных растений освещенность поверхности почвы резко снижается и водоросли в массе погибают. При этом в почву возвращаются питательные вещества, накопленные клетками этих микроорганизмов, – происходит своеобразное удобрение растений.

5.2.4. Простейшие

Одноклеточные животные, или простейшие (*Protozoa*), – одни из самых многочисленных животных, населяющих почву. Здесь обитают главным образом представители корненожек (*Rhizopoda*), жгутиконосцев (*Mastigophora*) и ресничных инфузорий (*Ciliophora*).

Число видов почвообитающих простейших превышает 500, а их численность достигает нескольких миллионов в 1 г сухой почвы. Биомасса этих животных уступает биомассе бактерий и грибов и колеблется (в пересчете на 1 га) от нескольких килограммов (в лесных подзолистых почвах) до нескольких сотен килограммов (на орошаемых почвах). Простейшие обычно заселяют верхний слой почвы (до 15 см). Обязательным условием для активного существования этих животных является наличие в почве воды. В засушливые периоды и зимой простейшие образуют покоящиеся стадии своего цикла – цис-

ты, устойчивые к неблагоприятным условиям.

Большинство простейших – это хищные формы, питающиеся преимущественно бактериями, а также водорослями и грибами, но есть среди них и сапрофаги. Поэтому экологическое значение почвенных простейших прежде всего в том, что они выступают фактором, регулирующим численность почвенной микрофлоры. Но и сами простейшие служат пищей для более крупных почвенных животных.

Вместе с тем в процессе жизнедеятельности и после своей гибели простейшие обогащают почву органическим веществом, участвуют в деструкции сложных органических соединений растительного и животного происхождения. Тем самым они ускоряют последующую минерализацию этих веществ бактериями и грибами.

5.2.5. Роль микроорганизмов в поддержании почвенного плодородия

Микроорганизмы играют одну из главных ролей в поддержании плодородия на основе разложения и превращения в почве органических остатков. В результате деятельности почвенных микроорганизмов органические остатки (недоступные растениям формы органических соединений) минерализуются с выделением минеральных соединений, которые вновь синтезируются в органическое вещество. Так протекает малый (биологический) круговорот веществ. В результате значительной численности микроорганизмов, высокой скорости их генерации и короткой продолжительности жизни в биологический круговорот вовлекается большое количество микробной биомассы, способствующей повышению почвенного плодородия и снабжению растений необходимыми элементами питания и другими важными веществами (ферментами, витаминами, ростовыми веществами, антибиотиками).

Одновременно с трансформацией органических веществ происходит взаимодействие почвенных микроорганизмов с минеральной частью почвы, которая разрушается под воздействием различных продуктов их жизнедеятельности (неорганические и органические кислоты, щелочи, ферменты и другие соединения).

Параллельно с разложением органических остатков в почве протекает процесс образования гумусовых веществ (гумификация), которые накапливаются в результате длительного и разнообразного взаимодействия и взаимовлияния населяющих почву организмов и высших

растений, а воспроизводство и повышение уровня почвенного плодородия зависят от структуры и активности почвенной микробиоты.

Таким образом, органические вещества, подвергаясь в почве биологическому разложению (микроорганизмами) и окислению (гумификации), превращаются в химическую субстанцию почвенного субстрата (гумусовые вещества). Также почвенные микроорганизмы отличаются способностью фиксировать газообразный атмосферный азот и переводить его в соединения, усвояемые для растений (такие микроорганизмы называют азотфиксаторами).

Способность почвенных микроорганизмов усваивать атмосферный азот используют при разработке биопрепаратов на основе активных штаммов микроорганизмов.

Велика роль микроорганизмов как индикаторов состояния ландшафтов. Они способны чутко реагировать на малейшие изменения окружающей среды. Высокая ферментативная активность микроорганизмов позволяет использовать их для индикации состояния как природных, так и искусственных ландшафтов (агроландшафтов), и оценки динамики токсичных соединений в них. Так, при повышении уровня загрязнения ландшафтов токсичными тяжелыми металлами и переуплотнении почвы изменяется комплекс микробиологических показателей (снижение в несколько раз численности аэробных гетеротрофных микроорганизмов).

5.3. Симбиотические азотфиксирующие бактерии

Наряду с азотфиксирующими бактериями, ведущими «независимый» образ жизни, существует довольно представительная группа азотфиксаторов, вступающих в симбиоз с растениями. Если численность свободноживущих азотфиксирующих бактерий напрямую зависит от содержания в почве их пищи – органического вещества, то «заботу» о питании симбиотических азотфиксаторов берет на себя растение.

В этом состоят взаимовыгодные (мутуалистические) отношения между растением, нуждающимся в соединениях азота, и бактериями, которым, в свою очередь, необходимы органические соединения, вырабатываемые растением при фотосинтезе.

Наиболее хорошо изучена группа азотфиксирующих бактерий, поселяющихся на корнях растений семейства бобовых. Эти бактерии относятся к роду *Rhizobium*, поэтому их называют бактериями-ризобиями. Другое их название – клубеньковые бактерии – обуслов-

лено тем, что на заселенных ими корнях растений образуются небольшие наросты, или клубеньки.

В этих клубеньках, которые представляют собой разросшуюся ткань корня, бактерии осуществляют биохимическую деятельность. Они обеспечивают восстановление молекулярного азота атмосферы (N_2) до азота органических соединений ($>NH$; $-NH_2$). В такой восстановленной форме азот включается в состав аминокислот, белков и других органических соединений, используемых растением.

Этот процесс активируется ферментом *нитрогеназой*. Нитрогеназа – это белок, связанный с двумя металлами – железом и молибденом. Поэтому одним из условий активной азотфиксирующей деятельности бактерий служит хорошая обеспеченность растений этими элементами питания. В оптимальных условиях клубеньковые бактерии способны фиксировать до 100–120 кг азота на 1 га посева.

Среди клубеньковых бактерий есть высокоспециализированные виды, заселяющие корневую систему узкого круга растений. Таковы бактерии, заселяющие фасоль (*Rhizobium phaseoli*), клевер (*Rhizobium trifolii*), люпин (*Rhizobium lupini*), сою, акацию (*Rhizobium robinii*). Другие виды бактерий способны заселять несколько разных хозяев (например, *Rhizobium leguminosarum* – горох, вику, чечевицу и кормовые бобы).

Эти биологические особенности клубеньковых бактерий ученые используют для повышения эффективности выращивания бобовых культур. В настоящее время разработаны микробиологические препараты на основе клубеньковых бактерий, которыми обрабатывают семена растений перед посевом. Этот прием позволяет получать дополнительно 10–25% урожая бобовых культур.

Наряду с бактериями, поселяющимися на корнях бобовых растений, довольно часто встречаются симбионты ольхи, облепихи, лоха серебристого. Они формируют на корнях этих древесных растений коралловидные наросты красного цвета, темнеющие с возрастом. Всего известно около 200 видов растений (голосеменных и покрытосеменных), заселяемых азотфиксирующими растениями.

В районах субтропиков широкое использование в растениеводстве нашли азотфиксирующие цианобактерии (известно около 100 видов таких бактерий). Особую известность получили бактерии рода Анабена (*Anabaena*), которые вступают в симбиоз с водным папоротником азоллой. Папоротник, заселенный бактерией, размножают в небольшом водоеме-питомнике, а затем расселяют на рисовые поля,

залитые водой. С наступлением жаркой погоды папоротник отмирает, а его биомасса становится своеобразным «зеленым удобрением».

5.4. Нормальная микробиота животных

В отличие от растений, грибов и бактерий, организм животного не способен самостоятельно синтезировать многие органические вещества, которые необходимы для его нормальной жизнедеятельности. В первую очередь к ним относятся некоторые аминокислоты (их называют незаменимыми) и витамины. Однако такой способностью обладает многочисленное и довольно разнообразное микробное население организма животного, которое принято называть *нормальной микробиотой*, или *нормобиотой*.

Нормальная микробиота организма животного представлена одноклеточными животными (преимущественно амебами и ресничными инфузориями), разнообразными бактериями (кокками, палочками, спирохетами) и дрожжевыми грибами.

Численность микробного населения организма крупного животного оценивается в 10^{14} – 10^{18} клеток и более, представленных почти 500 видами микроорганизмов.

Наибольшее количество микроорганизмов сосредоточено в пищеварительном тракте животных, а особое значение они имеют в жизни животных-фитофагов, пища которых содержит трудноперевариваемые компоненты (целлюлозу, лигнин). О важной роли этих микроорганизмов свидетельствует их высокое содержание (от 20 до 30% общей биомассы) в экскрементах крупного рогатого скота.

Нормальная микробиота особенно обильна в преджелудочной части пищеварительного тракта крупного рогатого скота (в рубце, сетке и книжке). Здесь с помощью микроорганизмов происходит анаэробное расщепление углеводов (моно- и олигосахаридов, крахмала, целлюлозы), белков и липидов. Продуктами распада этих соединений становятся органические кислоты (уксусная, пропионовая, масляная, молочная и др.), которые легко усваиваются организмом животного.

Размножаясь в пищеварительном тракте, микроорганизмы синтезируют белки, содержащие незаменимые аминокислоты (лизин, триптофан и др.), которые могут отсутствовать в корме животных. Позднее микроорганизмы сами подвергаются перевариванию в тонких кишках, а освобождающиеся при этом аминокислоты поступают в кровь и используются организмом животного для ассимиляционных процессов.

Микроорганизмы пищеварительной системы животного выполняют и такую важную функцию, как синтез витаминов (тиамина, рибофлавина, аскорбиновой кислоты и др.). Многие из них продуцируют антибиотики, которые подавляют развитие болезнетворных микробов, попадающих в организм животного. Следовательно, нормальная микробиота участвует в формировании иммунитета организма животного к инфекционным болезням.

Компоненты нормальной микробиоты находятся в равновесии друг с другом и организмом животного, формируя своеобразную экологическую систему. Иногда в результате стрессовых воздействий, неправильного использования антимикробных лекарственных препаратов это равновесное состояние может нарушаться, и тогда возникает заболевание, называемое дисбактериозом. При этом в микробном сообществе начинают доминировать токсигенные и другие вредные виды.

Для восстановления нормальной микробиоты в ветеринарии используют лекарственные микробиологические препараты, приготовленные на основе лактобактерий, бифидобактерий, кишечной палочки и других «нормальных» бактерий организма. Эти препараты получили общее название *пробиотиков*.

5.5. Микроорганизмы – паразиты животных

Роль паразитических видов в биоценозах существенно возрастает по мере увеличения численности (а точнее плотности популяций) их хозяев. Это справедливо как для сельскохозяйственных животных, так и для диких животных.

5.5.1. Паразиты сельскохозяйственных животных

Высокая концентрация животных на фермах, птицефабриках и пастбищах создает предпосылки для широкого распространения их паразитов, в первую очередь вирусов, бактерий и паразитических простейших.

Вирусы. В 1898 г. был открыт первый вирус животных, которым оказался вирус ящура. Ящуром болеют крупный рогатый скот, свиньи, овцы, козы, северные олени и другие млекопитающие. При употреблении сырых мясных или молочных продуктов ящуром может заболеть и человек. Этот вирус очень стоек во внешней среде: в охлажденном молоке он сохраняет жизнеспособность до 10 дней, в масле – 45, а на одежде – до 100 дней.

Не менее широко известен вирус, вызывающий коровью оспу, которой иногда в легкой форме болеют и люди, ухаживающие за жи-

вотными. В конце XVIII века английский врач Эдуард Дженнер использовал этот вирус для проведения первой в истории человечества вакцинации людей против грозной болезни – оспы человеческой (натуральной).

Многие млекопитающие (коровы, овцы, козы, лошади и др.) могут заразиться вирусом бешенства. Заражается вирусом и человек – при укусе или ослюнении животными поврежденных кожных покровов. Эта болезнь имеет природно-очаговый характер: представители дикой фауны служат постоянным источником заражения домашних животных или даже человека.

Для кроликов смертельно опасен вирус миксоматоза, который способен в течение нескольких недель уничтожить все их поголовье на ферме. В середине XX века вирус сознательно был завезен учеными из Бразилии на европейский континент для борьбы с дикими кроликами, вредившими культурным растениям. Но позднее в Европе началось неконтролируемое распространение миксоматоза, и сегодня это самая опасная вирусная болезнь разводимых человеком зверьков. Распространяет этот вирус от животного к животному насекомое кроличья блоха, которую может разносить и человек на своей одежде.

В начале XXI века всемирную известность приобрела вирусная болезнь домашней птицы – птичий грипп. Массовое распространение этой болезни на птицефермах Юго-Восточной Азии приняло характер эпизоотии и потребовало уничтожения огромного поголовья птицы. Первичным резервуаром этого вируса являются различные перелетные птицы, жизнь которых приурочена к водоемам (дикие утки и гуси, цапли, ржанки, крачки и др.). Голуби, одни из самых многочисленных пернатых спутников человека, резервуаром вируса птичьего гриппа не являются.

Водоплавающие птицы переносят вирус в кишечнике и выделяют его в окружающую среду (со слюной, пометом и пр.). В организме этих птиц вирус размножается главным образом в клетках, выстилающих желудочный тракт, и никаких видимых признаков заболевания не вызывает. Бессимптомное течение гриппа у уток и болотных птиц может быть результатом адаптации к вирусу гриппа на протяжении нескольких сотен лет. Таким образом, создается резервуар, обеспечивающий вирусу гриппа биологическое «бессмертие». Из этого резервуара вирус передается другим видам диких птиц, а также домашней птице, для которых является смертельно опасным и может стать причиной массовой гибели животных в птицеводческих хозяйствах.

Вирус птичьего гриппа, как правило, не заражает человека, однако известны случаи заболевания и даже гибели людей во время вспышек этой болезни в 1997–1999 и 2003–2005 гг. Болезнь, вызываемая этим вирусом, у людей получила название атипичной пневмонии.

Человек является, вероятнее всего, конечным звеном в передаче вируса гриппа, поскольку пока не зафиксированы случаи достоверной передачи этого вируса от человека к человеку. Обычно люди заболевают при контакте с живой зараженной птицей или при питании сырым зараженным мясом. Вирус птичьего гриппа, в отличие от человеческого, очень устойчив во внешней среде, и даже в тушках мертвых птиц он может сохранять жизнеспособность до 1 года. Эти биологические особенности вируса существенно увеличивают риск возникновения эпизоотии.

Так как вирус птичьего гриппа подвержен интенсивной генотипической изменчивости, существует возможность появления новых, более вирулентных штаммов, способных заражать людей и распространяться от человека к человеку. Если вирус птичьего гриппа станет способным инфицировать людей, может начаться пандемия гриппа. Этот факт подтверждают ученые США и Великобритании: результаты их исследований свидетельствуют, что испанский грипп 1918 г. («испанка») был настолько смертоносным вследствие того, что вирус, вызывающий его, эволюционировал из вируса птичьего гриппа и содержал уникальный белок, к которому у человека не было иммунитета.

Широко известна и другая вирусная болезнь – клещевой энцефалит. Вирус заражает коров и коз, а из числа диких животных – волков, зайцев, многих грызунов и птиц (дроздов, щеглов, зябликов). Размножается вирус и в организме беспозвоночных животных – иксодовых клещей. Эти клещи-кровососы служат переносчиками вируса энцефалита между различными животными, а также между ними и человеком. Особенно часто сельскохозяйственные животные заражаются энцефалитом при пастьбе на природных, в частности лесных, лугах.

От вирусов порой страдают и разводимые человеком полезные насекомые, среди которых – тутовый шелкопряд. Вирусную болезнь этого насекомого – полиэдроз исследовал в 1880 г. выдающийся французский микробиолог Луи Пастер, который разработал и меры защиты от нее.

Бактерии. Вероятно, самая известная бактериальная болезнь сельскохозяйственных животных – это сибирская язва, природу которой впервые исследовал выдающийся немецкий микробиолог, лауреат Нобелевской премии Роберт Кох в 1876 г., а вакцину против нее разработал Луи Пастер. Сибирская язва широко распространена во многих странах Азии, Африки и Южной Америки.

Сибирская язва поражает крупный рогатый скот, овец, коз, свиней и верблюдов. Возбудитель болезни очень коварен: его споры могут сохранять жизнеспособность годами и десятилетиями (в почве пастбищ, в местах захоронения животных – скотомогильниках). Поэтому кормовые угодья сельскохозяйственных животных длительное время представляют для них опасность.

Смертельно опасна бацилла сибирской язвы и для человека. Заражение людей может наступить при уходе за больными животными, убойе скота, обработке мяса, а также при контакте с продуктами животноводства (шкурами, кожами, меховыми изделиями, шерстью и пр.). Заражение может наступать и через почву, а также при вдыхании зараженной пыли, костной муки и пр.

Среди других бактериозов домашних животных известен бруцеллез, которым болеют овцы, козы, коровы, свиньи и собаки, а также лептоспироз, поражающий более 100 видов животных, в том числе коров, свиней и овец. Нередко распространителями этих бактериозов в агроландшафте служат дикие «родственники» домашних млекопитающих – грызуны. Следовательно, и эта болезнь имеет ярко выраженный природно-очаговый характер. Бруцеллез и лептоспироз опасны и для человека. Особенно часто ими болеют работники животноводческих ферм, а также люди, употребляющие в пищу продукты животноводства, не прошедшие обеззараживание (например, молоко, не подвергнутое кипячению).

Простейшие, или одноклеточные, животные – это также широко распространенные паразиты сельскохозяйственных животных, которые могут существенно снизить их продуктивность и поголовье.

Таких паразитов много среди жгутиконосцев – одноклеточных животных, активно перемещающихся в жидкой среде при помощи биения жгутиков (например, трипанозомы, которые обитают в крови позвоночных животных и вызывают тяжелые болезни). Особенно большой вред трипанозомы наносят животноводству стран Африки и Индии. Переносчиками трипанозом в этих регионах служат мухи-кровососы.

Среди кокцидий большой ущерб животноводству причиняют паразиты эймерии. Их хозяевами служат кролики и многие другие домашние млекопитающие, а также птицы. Эймерии обитают в эпителиальных клетках кишечника, из которого вместе с фекалиями выносятся во внешнюю среду. В организм своего хозяина паразит попадает с пищей. Эти простейшие часто становятся причиной массовой гибели, в первую очередь молодых животных на фермах.

В распространении других кокцидий – саркоспоридий – важная роль принадлежит собакам. Вначале собака съедает кусок говядины, содержащей паразита. В желудочно-кишечном тракте многочисленные паразиты внедряются в ткани эпителия кишечника собаки, в организме которой происходит их половое размножение. С фекалиями собак саркоспоридии попадают на траву и заглатываются пасущимися коровами.

В организме коровы паразит размножается бесполом путем, разносится током крови по всему телу и оседает в мышечной ткани. У пораженных коров наблюдается воспаление мышц, резко снижается аппетит, что приводит к исхуданию животных. Заболеваемость коров может достигать 70–80%.

Среди инфузорий также есть опасные паразиты животных, разводимых человеком. Один из них – паразит рыб ихтиофтириус. Эта инфузория иногда вызывает массовую гибель молоди карпа и форели, выращиваемой в прудах.

Другая паразитическая инфузория – балантидий – обитает в толстой кишке свиней и довольно часто внедряется в ее слизистую оболочку. При этом кишка изъязвляется, а свинья страдает кровавым поносом. Покоящиеся стадии (цисты) инфузории выносятся во внешнюю среду, где долго сохраняют жизнеспособность. Попадая в пищу другим свиньям, паразит заражает их. Заразиться этой инфузурией могут и люди, в первую очередь работники свиноферм.

5.5.2. Паразиты диких животных

В процессе становления дикой фауны агробиоценозов наблюдается резкое увеличение плотности популяции немногих видов – фитофагов, связанных пищевыми цепями с культивируемыми растениями. Высокая концентрация этих животных в свою очередь создает благоприятные условия для размножения и распространения их паразитов.

Микроорганизмы – паразиты диких животных часто становятся в агроэкосистемах тем экологическим фактором, от которого существенно зависит динамика численности животных-фитофагов.

Это явление человек научился довольно эффективно использовать для регулирования численности животных, вредящих культурным растениям.

Вирусы. Среди беспозвоночных животных в первую очередь насекомые-фитофаги формируют на сельскохозяйственных землях наиболее многочисленные популяции. Эти животные поражаются рядом вирусных болезней, которые существенно влияют на динамику их численности, как сезонную, так и многолетнюю.

Опасный вредитель яблони – яблонная плодожорка поражается вирусом ядерного полиэдроза, вызывающим ее гибель. Такое название эта болезнь получила из-за способности вируса формировать в ядрах зараженных клеток насекомого кристаллы полиэдрической формы. Подобные вирусные болезни были обнаружены у вредителей плодовых, овощных и других сельскохозяйственных культур и лесных пород: кольчатого, непарного и сибирского шелкопряда, капустной и хлопковой совки, американской белой бабочки и других насекомых. Микробиологические препараты, разработанные на основе вирусов, нашли применение в борьбе с вредящими видами насекомых. Безусловное достоинство этих препаратов – их экологическая безопасность: они не создают угрозу для других видов животных и человека.

Бактерии. Наряду с вирусами насекомых поражают и паразитические бактерии. Смертельно опасную болезнь насекомых-фитофагов вызывает бактерия *Bacillus thuringiensis*. Споры бактерии попадают в организм насекомого с растительной пищей. Размножаясь в кишечнике хозяина, бактерия продуцирует сильнейшие токсины, которые вызывают гибель насекомого.

На основе *Bacillus thuringiensis* учеными созданы десятки микробиологических препаратов, которые успешно используют для снижения численности многих видов насекомых-фитофагов. Среди них яблонная плодожорка, колорадский жук, капустная белянка, сосновый шелкопряд и многие другие опасные вредители сельского и лесного хозяйства. Использование таких препаратов экологически безопасно, поскольку бактерия попадает в организм только тех насекомых, которые питаются растительной тканью с помощью грызущего ротового аппарата.

Грызуны – самый многочисленный отряд млекопитающих – служат хозяевами ряда паразитических бактерий, причем некоторые из них представляют опасность для домашних животных и человека.

К их числу принадлежат возбудители чумы, туляремии, лептоспироза и других болезней. Этих опасных бактерий от грызунов к другим млекопитающим могут передавать блохи, вши или клещи.

Обычно это происходит в периоды наибольшей численности грызунов. Поэтому ветеринарная служба проводит систематический мониторинг состояния популяций грызунов в агроландшафте с целью предупреждения вспышки бактериозов среди домашних животных. Интересуют эти зверьки и врачей-эпидемиологов, поскольку ряд опасных паразитов человека распространяют именно грызуны.

Некоторые паразитические микроорганизмы (вирусы, бактерии и др.) способны циркулировать в агроландшафте между дикими и домашними животными, а от них передаваться к человеку.

Болезни, возбудители которых передаются от животных к человеку, получили общее название зоонозов. В этом случае человек, помимо своей воли, становится компонентом агроэкосистемы, но уже не как ее создатель и потребитель продукции, а как биологический вид – хозяин паразита.

5.6. Микроорганизмы – паразиты растений

Высокая концентрация культурных растений в агроландшафтах приводит к интенсивному размножению их паразитов. Поэтому биологическая продуктивность возделываемых человеком растений существенно ограничена паразитическими микроорганизмами, из-за которых земледельцы ежегодно теряют до 20–30% урожая. Паразитов культурных растений обнаруживают преимущественно среди вирусов, бактерий и грибов.

5.6.1. Вирусы

Открытие вирусов состоялось в 1892 г., когда русский ученый Дмитрий Иосифович Ивановский выделил из больных растений табака вирус табачной мозаики. Позднее оказалось, что этот вирус поражает томат, перец, баклажан и другие культурные и дикорастущие растения. Сегодня известно более 700 вирусов, вызывающих болезни растений – зерновых культур и картофеля, многих овощных, кормовых, технических, плодовых, ягодных и других культур.

Паразитируя в растительных клетках, вирусы вызывают глубокие нарушения активности ферментов, проницаемости мембран, транспорта питательных веществ, т.е. важнейших процессов метаболизма. В результате продуктивность растений резко снижается и растениеводство несет большие убытки. Например, потери урожая кар-

тофеля от вирусов достигают 50–80%, и в случае высокой зараженности посадок возделывание этой важнейшей продовольственной культуры становится экономически убыточным.

Вирусы не имеют приспособлений для распространения в популяции растений-хозяев, поэтому довольно часто они «пользуются услугами» других организмов, питающихся растениями. Наиболее часто переносчиками вирусов становятся широко распространенные в агроландшафтах насекомые-фитофаги (тли, клопы, цикадки), а также растительноядные клещи и нематоды.

Широкому распространению вирусов способствует вегетативное размножение растений. Поэтому особо большой вред от вирусов испытывают культуры, которые размножают вегетативным способом, – картофель, большинство плодовых и ягодных растений, многие декоративные культуры.

5.6.2. Бактерии

Число патогенных для растений видов бактерий составляет около 100. Наряду с гнилью они вызывают пятнистости, увядания, деформации и наросты. Бактерии поражают растения в поле и в саду, в оранжереях и теплицах, а также в послеуборочный период – в хранилищах.

Большинство бактерий – это теплолюбивые и влаголюбивые организмы, не выносящие прямых солнечных (ультрафиолетовых) лучей. Поэтому массовые поражения бактериозами наблюдаются чаще в пасмурную, умеренно теплую и дождливую погоду. Микроклимат теплиц, оранжерей, парников весьма благоприятен для бактерий, поэтому тепличные растения (огурец, томат, перец, зеленные и другие культуры) постоянно страдают от этих паразитов.

В плодово-ягодном саду развитие бактериозов усиливают ожоги, морозобойные трещины стволов и ветвей деревьев и кустарников. Механическое повреждение растений при выращивании и уборке урожая (клубней картофеля, корнеплодов, луковиц и др.) также провоцирует появление бактериозов.

Высокие дозы минеральных удобрений и неперепревшего навоза могут вызвать химические ожоги, некрозы, что также усиливает поражение растений этими паразитами. Способствуют развитию бактериозов и повреждения растений насекомыми с грызущими ротовыми органами (гусеницами, личинками пилильщиков, жуками, саранчовыми и др.), моллюсками, грызунами, поклевки ягод и плодов птицами.

Большинство бактерий не способны разрушить неповрежденные покровные ткани растений, поэтому обычно они проникают в них через ранки или естественные отверстия (устьица и пр.). Многие бактерии, заражая семена, луковицы, клубни, корневища, передаются от растения к растению при размножении. Нередко в распространении бактерий участвуют другие организмы-переносчики (насекомые, клещи, нематоды, моллюски, птицы и др.). Капельно-воздушный способ передачи (с брызгами воды при поливах, дождях и пр.) – это также очень важный способ распространения фитопатогенных бактерий.

Почва служит постоянным местом обитания для сравнительно небольшого числа бактерий. В основном это паразиты подземных органов растений, вызывающие корневой бактериальный рак, паршу картофеля и некоторые другие патологии. Большинство фитопатогенных бактерий, оказавшись в почве после минерализации растительных остатков, быстро гибнут, не выдерживая атак почвообитающих сапротрофных грибов и бактерий.

5.6.3. Грибы

Среди более чем 100 тысяч видов грибов около 10% известны как возбудители болезней растений – микозов (от греч. *mykes* – гриб). Это самая многочисленная и вредоносная группа микроорганизмов, паразитирующих на культурных и дикорастущих растениях. Грибы хорошо приспособлены к жизни на растениях, что служит отражением их длительной совместной эволюции.

Все грибы размножаются спорами, которые легко распространяются воздушными потоками на сотни и тысячи километров, оседают на растения и заражают их. Покоящиеся структуры грибов годами сохраняют жизнеспособность в почве, в хранилищах сельскохозяйственной продукции, в семенном материале. С наступлением благоприятных условий грибы быстро переходят к активной жизнедеятельности, интенсивно размножаются и заселяют растения. Благодаря этим биологическим особенностям грибы стали постоянными спутниками культивируемых человеком растений и играют существенную роль в агроэкосистемах.

Существуют такие опасные микозы растений, как головня и ржавчина зерновых хлебов или фитофтороз картофеля. Их вредоносность очень велика. Например, потери картофеля от фитофтороза в годы с теплой и влажной погодой («фитофторные годы») достигают 30–50%. Результатом массового поражения картофеля этой болезнью в Ирландии в 1847 г. был голод, ставший причиной гибели около миллиона человек, питавшихся почти исключительно картофелем.

Помимо непосредственного уничтожения урожая некоторые грибы настолько существенно снижают его качество, что делают непригодным для использования. Таковы, например, грибы, отравляющие урожай ядовитыми соединениями – микотоксинами.

Например, болезнь человека и животных под названием «злые корчи», или эрготизм, возникает в результате отравления токсинами гриба клявицепса (*Claviceps purpurea*), вызывающего спорынью злаков.

Ядовитые склероции гриба («рожки»), оказавшись размолотыми вместе с зерном, вызывают поражение нервной системы: длительные судороги рук и ног, невроты, эпилепсию, а иногда и помешательство.

Из рожков спорыньи получено полусинтетическое соединение диэтиламид лизергиновой кислоты (сокращенно ЛСД, или *LSD*). В дозе 0,25 мг ЛСД вызывает остро протекающие расстройства психики: нарушается восприятие окружающей среды и своего тела, появляются различные галлюцинации, искажается эмоциональная деятельность и ориентация во времени и пространстве. Поскольку спорынья представляет большую опасность для здоровья человека и животных, фуражное и продовольственное зерно перед использованием обязательно проходит экспертизу на присутствие в нем этого опасного паразита.

Загрязнение продуктов растениеводства токсинами грибов, живущих на культурных растениях, наносит большой экономический ущерб. Например, ежегодные потери сельского хозяйства США от токсикации продовольствия и кормов оцениваются в 1 млрд долларов.



Контрольные вопросы и задания

1. Какие представители живой природы принадлежат к миру микроорганизмов? Назовите их систематическое положение и важнейшие черты организации.
2. Назовите важнейшие экологические группы микроорганизмов, формирующих агроэкосистемы, и дайте их краткую характеристику.
3. Опишите роль в агроэкосистемах свободноживущих микроорганизмов почвы – бактерий, грибов, водорослей, одноклеточных животных (простейших).
4. Какова роль в агроэкосистемах симбиотических микроорганизмов? Назовите их важнейшие группы.
5. Дайте характеристику экономического значения микроорганизмов – паразитов культурных растений и сельскохозяйственных животных. Назовите их важнейших представителей.

6. ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

6.1. Земледелие как наука

Земледелие – это наука о наиболее рациональном, экологически и технологически обоснованном использовании земли, непрерывном повышении эффективного плодородия почвы для достижения более высокой урожайности сельскохозяйственных культур при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции.

Задача научного земледелия сводится к тому, чтобы путем воздействия соответствующими приемами на почву более полно удовлетворить потребности возделываемых сельскохозяйственных культур в факторах жизни растений (например, вода и питательные вещества). Немаловажным является создание необходимых условий для гарантированного устойчивого производства сельскохозяйственной продукции независимо от погодных условий.

Земледелие служит базой для всех растениеводческих дисциплин и специальных отраслей экономических наук.

Главным методом исследований в земледелии является полевой, позволяющий установить реакцию растений на приемы воздействия на почву. Наряду с полевым, для выявления закономерностей взаимоотношения растений с почвой и изучения процессов в нем, применяют лабораторный, лабораторно-полевой и вегетационные методы.

Земледелие как отрасль народного хозяйства имеет ряд следующих особенностей:

1. **Зональность.** Возделывание культурных растений зависит от конкретных почвенно-климатических условий, поэтому агротехнические приемы имеют зональный характер и ежегодно уточняются с учетом складывающихся погодных условий.

2. **Сезонность.** Отдельные периоды (весна, лето и осень) бывают очень напряженными, требуют много рабочих рук и техники.

3. **Объект труда в земледелии** – поля севооборотов. Здесь преобладают тяговые и подвижные процессы (обработка почвы, вывозка, внесение удобрений и т.д.).

4. **Основное средство производства** – земля, которая от других средств отличается ограниченностью. Ограниченность земли обязывает земледельца постоянно улучшать ее.

5. Это единственная отрасль, которая *существует только за счет солнечной энергии.*

Под *системой земледелия* понимается комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, сохранение и повышение плодородия, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Составными частями системы земледелия являются: организация территории, система севооборотов, система обработки почвы, система удобрения, мероприятия по уничтожению сорняков, борьба с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, семеноводство, система мероприятий по охране почв от вредного действия

Системы земледелия строятся на обосновании:

- соотношения видов земельных угодий (лес, пашня, луг);
- структуры посевных площадей;
- способов восстановления плодородия почвы.

В сельскохозяйственном производстве применяются зональные, адаптивно-ландшафтные и альтернативные системы земледелия.

Зональные системы учитывают местные почвенно-климатические условия, экономическое состояние хозяйства.

Адаптивно-ландшафтные системы базируются на дифференциации земледелия в соответствии с ресурсным потенциалом территории и согласовании его с адаптивным потенциалом сельскохозяйственных растений.

Альтернативная система (биологическая, зеленая) развита в Западной Европе; состоит в более широком использовании природных процессов в повышении плодородия почв (зеленые удобрения, минимальное механическое воздействие на почву, создание устойчивых сортов, использование биологических и фитоценологических мер борьбы с сорняками, вредителями, болезнями, использование органики, отказ от минеральных удобрений). Главная цель альтернативной системы земледелия – производство экологически чистой продукции. Снижение урожайности культур компенсируется рыночной ценой.

6.2. Законы земледелия

Действие и взаимодействие факторов жизни растений в процессе их роста и развития необычайно сложны и многообразны. В течение длительного времени это является предметом изучения биологических и агрономических наук. Результаты большого количества опытов, их обработка и тщательный логический анализ позволили сформулировать ряд законов. В агрономической науке они известны как *законы земледелия*. Эти законы являются теоретической и практической основой растениеводства.

1. Закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений. Он гласит, что все факторы жизни растений абсолютно равнозначимы и незаменимы. Согласно этому закону, для роста и развития растений должен быть обеспечен приток всех факторов жизни растений – космических и земных. Растение может нуждаться как в больших, так и в ничтожно малых количествах факторов, однако отсутствие любого из них ведет к резкому снижению урожая и даже гибели растений. В этом проявляется *абсолютный характер закона*. Ни один фактор нельзя заменить другим. Например, недостаток фосфора нельзя заменить избытком азота, а ограниченное поступление света восполнить лучшим обеспечением растений водой и т.д.

На практике получить максимально высокий урожай можно только при бесперебойном снабжении растений всеми факторами в оптимальном количестве. Однако в конкретных условиях производства закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений приобретает *относительное значение* вследствие неодинаковых затрат на обеспечение растений разными факторами. Это связано как с абсолютной потребностью растений в факторе, так и с его наличием в данной почве, в данном регионе, с материально-техническими возможностями производства и т.д.

Закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений подчеркивает материальность земледельческого производства не позволяет надеяться на «чудодейственные» рецепты получения урожая без материальных затрат или затрат в «гомеопатических дозах».

2. Закон минимума. Он утверждает, что величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме.

Впервые этот закон сформулировал Ю. Либих. Он считал, что рост урожая прямо пропорционален увеличению количества фактора, находящегося в минимуме.

Для наглядной демонстрации закона минимума использовали так называемую «бочку Добенека», клепки которой условно обозначают отдельные факторы жизни растений. Они неодинаковы по высоте, каждая соответствует наличию определенного фактора (рис. 40).

Фактический урожай определяется высотой самой низкой клепки, т.е. количеством фактора, находящегося в минимуме. Если заменить данную клепку, то уровень воды в бочке (урожай растений) будет определять другая клепка, которая при изменившихся условиях окажется минимальной по высоте.

Кажущаяся простота и очевидность действия закона минимума требуют уточнения. Некоторые исследователи выявили относительный характер этого закона. А. Майер показал, что закон минимума необходимо принимать с учетом действия не только питательных веществ растений, но и всей совокупности факторов жизни. Э. Вольни распространил закон минимума и на качество урожая, установив зависимость действия отдельного фактора от всей совокупности других факторов. Ю. Либих был вынужден признать понижающийся эффект каждого увеличения отдельно взятого фактора.

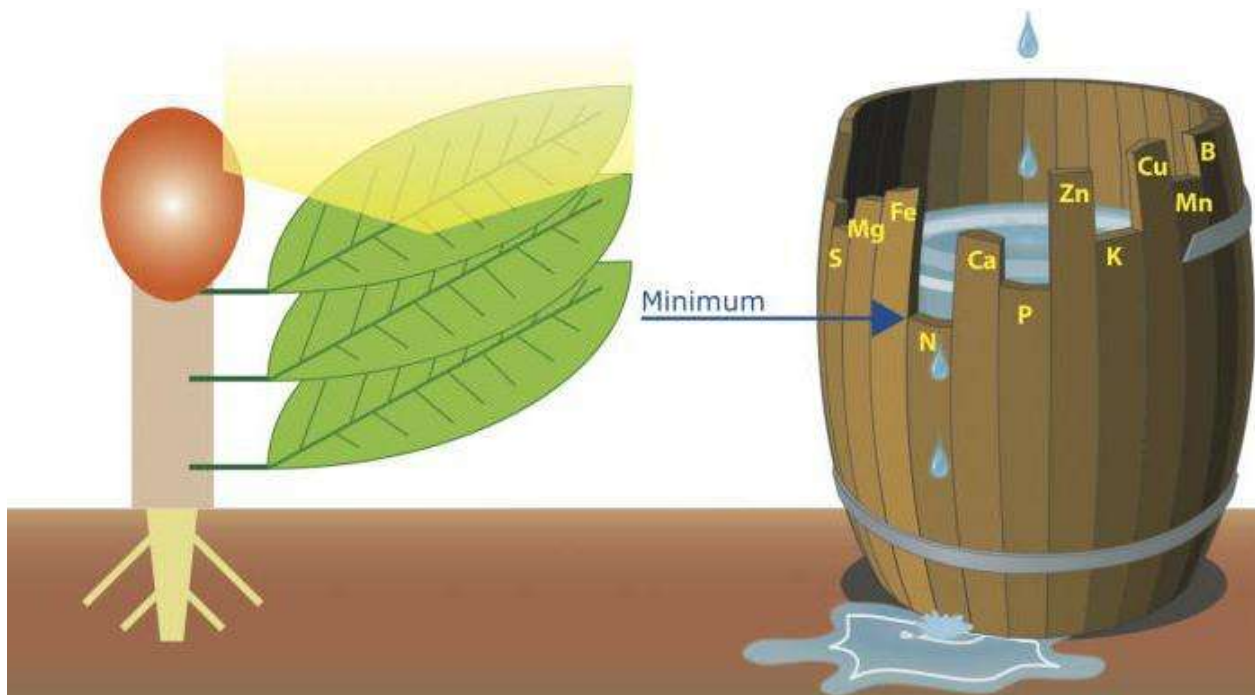


Рис. 40. Бочка «Донебека»

Значительно позже на основании опытов, проведенных Майером, Гильригелем и другими учеными, Сакс сформулировал **закон минимума, оптимума и максимума**: «Величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме. Наибольший урожай осуществим при оптимальном наличии фактора. При минимальном и максимальном наличии фактора урожай невозможен». Смысл состоит в том, что наибольший урожай может быть получен при оптимальном количестве фактора: уменьшение или увеличение его ведет к снижению урожая. Это хорошо прослеживается на примере любого фактора (рис. 41).

Поэтому, учитывая действие закона минимума, необходимо в первую очередь проводить мероприятия, которые будут воздействовать на фактор, находящийся в данный момент в относительном минимуме (например, снабжать растения влагой при ее недостатке).

В то же время необходимо учитывать другие факторы, которые могут оказаться в минимуме после удовлетворения потребности растений в первом факторе и предусмотреть мероприятия, направленные на регулирование факторов, которые находятся во втором и последующих минимумах.



Рис. 41. Воздействие факторов среды на живые организмы

3. Закон совокупного действия факторов жизни растений.

Все факторы жизни растений действуют не изолированно друг от друга, а в тесном взаимодействии. Установлено, что в соответствии с этим законом действие отдельного фактора, находящегося в минимуме, тем интенсивнее, чем больше других факторов есть в оптимуме.

В производственных условиях с изменением воздействия на растения одного из факторов неизбежно нарушается возможность в условиях продуктивного использования других. Исходя из этого закона, все мероприятия, направленные на повышение эффективности использования земли, необходимо осуществлять комплексно. Комплекс условий должен представлять единое целое, так как воздействие на один из элементов непрерывно повлечет за собой необходимость воздействия и на все остальные.

4. Закон возврата. Вещество и энергия, отчужденные из почвы с урожаем, должны быть компенсированы (возвращены в почву) с определенной степенью превышения. Этот закон был открыт Ю. Либихом. К.А. Тимирязев и Д.Н. Прянишников считали этот закон одним из величайших приобретений науки.

Земледелие как отрасль производства материально по своей природе. Урожай как материальная субстанция создается из материальных составных частей, определенная часть его – за счет веществ и энергии, получаемых растениями из почвы. Кроме того, почва – посредник растений в обеспечении их факторами жизни, среда их произрастания.

При систематическом отчуждении урожая с полей без компенсации использованных им составных частей почвы и энергии почва разрушается, теряет плодородие. При компенсации выноса веществ и энергии из почвы последняя сохраняет свое плодородие; при компенсации веществ и энергии с определенной степенью превышения происходит улучшение почвы, расширенное воспроизводство ее плодородия.

Закон возврата – научная основа воспроизводства почвенного плодородия, частный случай проявления всеобщего закона сохранения веществ и энергии.

5. Закон плодосмена. Сущность его заключается в том, что более высокие урожаи получаются при чередовании культур в пространстве и во времени, чем при бессменных посевах. В основе этого закона лежит закон единства и взаимосвязи растительных организмов и условий среды. Необходимость чередования культур на полях обуславливается тем, что культуры по-разному оказывают влияние: 1) на свойства почвы и окружающую среду; 2) агрофизические свойства почвы, водный, воздушный, тепловой и пищевые режимы; 3) почвенную микрофлору и интенсивность развития отдельных групп микроорганизмов. На основе этого закона разрабатываются принципы построения севооборотов.

6. Закон прогрессивного роста эффективного плодородия почв. Его значение заключается в непрерывности увеличения продуктивности почв при одновременном повышении их плодородия, росте продукции растениеводства с единицы площади с наименьшими затратами. Одним из непрременных условий эффективного действия этого закона является строгое соблюдение других законов земледелия, особенно закона возврата питательных веществ.

Таким образом, руководствуясь законами земледелия, необходимо практически применять систему агротехнических мероприятий с учетом требований растений к конкретным условиям среды.

6.3. Плодородие почвы

Главнейшее свойство почвы – ее плодородие. В соответствии с современными представлениями под **плодородием** понимают способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла, благоприятной физико-химической средой, необходимой для роста и развития растений. Плодородие – очень динамичное свойство почвы, способное быстро изменяться под влиянием природных условий и воздействием агротехнических приемов.

Различают следующие *категории* плодородия:

– **Естественное плодородие**. Формируется в процессе развития почв под влиянием факторов почвообразования.

– **Искусственное плодородие**. Это плодородие, которым обладает почва в результате деятельности человека (применение удобрений, обработка почвы и т.д.). Зависит от уровня развития науки и техники.

– **Потенциальное плодородие**. Это суммарное плодородие почвы, определяемое ее свойствами, приобретенными в процессе почвообразования и созданными или измененными человеком.

– **Эффективное плодородие**. Это та часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при конкретных условиях. Оно зависит от степени мобилизации с помощью агротехнических приемов элементов потенциального плодородия и от эффективности дополнительно привнесенных факторов роста и развития.

– **Относительное плодородие** почвы в отношении к определенной группе или виду растений. То есть почва может быть плодородной для одних и бесплодной для других растений.

– **Экономическое плодородие** – это оценка земли в связи с ее потенциальным плодородием и экономическими характеристиками участка (расстояние от дорог, центров энергоснабжения, водоемов и т.д.).

Наряду с понятием «плодородие» в литературе используется термин «окультуривание». Окультуривание – это процесс изменения важных природных свойств почвы в благоприятную сторону путем научно обоснованного применения агромелиоративного комплекса (мелиорация, известкование, внесение удобрений и т.д.). В современной земледелии понятие «окультуривание» применимо к вновь осваиваемым почвам с очень низким естественным плодородием.

Показатели почвенного плодородия. Выделяют три группы факторов или показателей плодородия: биологические, агрохимические и агрофизические.

1. Биологические показатели плодородия

1.1. Содержание в почве гумуса. Гумус является важным показателем уровня плодородия почв. Он служит источником пищи и энергии для микроорганизмов. С увеличением количества гумуса улучшаются физико-химические свойства почвы.

1.2. Содержание органического вещества. Органическое вещество обеспечивает более высокий и стабильный уровень азотного питания растений, создает условия для равномерного распределения влаги, питательных веществ. Основным источником органического вещества – растительные остатки (надземные и подземные).

1.3. Деятельность почвенных микроорганизмов. Важная функция почвенных микроорганизмов – создание прочной комковатой структуры пахотного слоя почвы и, как следствие, благоприятного водно-воздушного режима почвы.

1.4. Чистота почвы от семян, органов вегетативного размножения, возбудителей болезней, вредителей.

2. Агрохимические показатели плодородия

2.1. Поглощительная способность почвы. Различают механическую, физическую, физико-химическую и биологическую поглощительную способность почвы. Свойство почвы поглощать из растворов веществ целые молекулы – это *физическая поглощительная способность*. Свойство почвы задерживать в своих порах частицы, взмученные в фильтрующейся через почву воде, – *механическая поглощительная способность*. Свойство почвы поглощать из раствора и обменивать атомы твердой фазы на атомы растворов – *физико-химическая поглощительная способность*. Свойство атомов почвенных растворов образовывать нерастворимые или малорастворимые соли и выпадать в осадок – *химическая поглощительная способность почвы*. *Биологическая поглощительная способность* связана с наличием в почве микроорганизмов и корней живых растений; с поглощением ими из почвы каких-либо веществ и накоплением в почве элементов зольных и азотсодержащих питательных веществ, что приводит к обогащению почвы органикой. Хорошо окультуренные почвы имеют высокую емкость поглощения.

2.2. Реакция почвенного раствора. Оптимальная реакция почвы обусловлена биологическими особенностями культур, свойствами

почвы, водно-воздушным режимом. Наибольший сбор урожая можно получить при рН 5,6–6,5.

2.3. Наличие в почве питательных веществ. Содержание азота связано с наличием органического вещества. Средние запасы азота на суглинистых почвах 2,7–4,0; супесчаных 2,2–3,2; песчаных 2,1–2,6 т/га. Оптимальные параметры содержания подвижного фосфора для дерново-подзолистых суглинистых 26–30 мг/100 г почвы; супесчаных – 21–25; песчаных 16–20. Оптимальные параметры содержания подвижного калия на суглинистых почвах – 20–25; песчаных и супесчаных 18–24; торфяных 80–120 мг/100г почвы.

3. Агрофизические показатели

3.1. Гранулометрический состав. Это относительное содержание в почве фракций механических элементов. Среди механических частиц (элементов) почвы выделяют физический песок (частицы более 0,01 мм) и физическую глину (частицы менее 0,01 мм). Выявлено, что урожайность сельскохозяйственных культур зависит от гранулометрического состава почвы, в частности от наличия в почве физической глины. Оптимальное содержание ее для различных культур неодинаково, но если рассмотреть этот показатель для севооборота в целом, то оптимальное содержание физической глины составляет 30–35%. В зависимости от гранулометрического состава различают легкие (песчаные и супесчаные) и тяжелые почвы (тяжелосуглинистые и глинистые). Лучшими для сельскохозяйственного использования являются легкосуглинистые и среднесуглинистые (богаче гумусом, питательными веществами, влагоемкостью, благоприятными режимами).

3.2. Общие физические свойства (плотность твердой фазы, объемная масса, пористость). *Плотность твердой фазы* – отношение массы ее твердой фазы к массе воды в том же объеме при температуре 4 °С. Значение ее зависит от содержания в почве гумуса. Оптимальное значение 2,6 г/см³. *Плотность почвы* – масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Пахотный слой считается рыхлым, если плотность не превышает 1,15 г/см³; плотным, если значения находятся в пределах от 1,15 до 1,35 г/см³; очень плотным – выше 1,35 г/см³. *Пористость (скважность)* – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы, выражающийся в процентах от общего объема почвы. Наиболее благоприятное соотношение между твердой фазой и порами у дерново-подзолистых почв – 1:1. Оптимальные условия – это некапиллярная

пористость 55–60% от общей пористости. Если менее 50%, то резко ухудшается воздухообмен, происходит развитие анаэробных процессов. Если выше 65%, то снижается водоудерживающая способность, ухудшается обеспечение растений влагой.

3.3. *Физико-механические свойства* (пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость, удельное сопротивление).

3.4. *Структура* – это совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава. *Структурность* – способность почвы распадаться на почвенные агрегаты. С агрономической точки зрения ценной считается мелкокомковатая структура с почвенными агрегатами 0,25–10 мм, а для дерново-подзолистых почв с размером почвенных агрегатов 0,5–5 мм.

3.5. *Водные свойства. Водоудерживающая способность* – это способность почвы удерживать то или иное количество воды, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. *Влагоемкость* – наибольшее количество воды, которое способна удержать почва теми или иными силами. *Водопроницаемость* – это способность почвы впитывать и пропускать воду. *Водоподъемная способность* – свойство почвы вызывать капиллярный подъем воды.

Выделяют методы биологического, химического и физического воздействия на почву для повышения ее плодородия и окультуривания.

Биологический метод заключается в регулировании процессов синтеза и разложения органического вещества в почве, правильном подборе растений и сортов, правильном чередовании культур в севообороте. Регулировать баланс органического вещества можно следующими способами:

1) используя посевы многолетних трав – это способ обогащения почвы азотом (выявлено, что на 1 т сена в виде корневых и пожнивных остатков 10–15 кг азота оставляют многолетние травы);

2) используя более глубокую и своевременную обработку почвы (в таком случае усиливается разложение органического вещества в почве).

Химический метод предусматривает применение минеральных удобрений, известкование, гипсование почвы, обогащая при этом почву питательными веществами, изменяя реакцию почвенного раствора, интенсивность и характер микробиологических процессов.

Физический метод направлен на изменение основных агрофизических свойств почвы (строение, плотность, пористость, структурное состояние пахотного слоя почвы). Способы воздействия на почву:

обработка почвы, приемы регулирования водного, воздушного и теплового режимов, включая мелиоративные мероприятия.

Наиболее эффективные результаты можно получить лишь тогда, когда умело сочетаются все три метода. Развивающиеся наука, техника и передовой опыт помогают воздействовать на почву, изменять ее природные свойства и повышать эффективное плодородие полей многих сельскохозяйственных предприятий.

6.4. Севооборот

Севооборот – это научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени и в пространстве. Чередование культур по времени – это смена их по годам на одном поле. Чередование в пространстве означает, что каждая культура севооборота последовательно проходит через все поля.

Севооборот способствует пополнению и лучшему использованию растениями питательных веществ почвы и удобрений, улучшению и поддержанию благоприятных физических свойств, защите почвы от водной и ветровой эрозии и т.д. В результате севооборота значительно повышаются плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

В основе севооборота лежит научно обоснованная структура посевных площадей. *Структура посевных площадей* – это соотношение площадей под различными сельскохозяйственными культурами и парами, выраженное в процентах к общей площади пашни.

Размещение культур в севообороте должно осуществляться по определенным предшественникам. *Предшественник* – это сельскохозяйственная культура или пар, которые занимали данное поле в предыдущем году.

Если культура занимает поле более 8 лет, то это *бессменная культура*. Если культура возделывается на одном и том же поле от 2 до 8 лет, то это *повторная культура*. Если в хозяйстве возделывается только одна культура, то это *монокультура*. Примером монокультуры могут служить плантации кофе, чая, поля риса, хлопчатника, виноградники.

Период времени, в течение которого сельскохозяйственные культуры и пары проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота, называют *ротацией севооборота*.

Смену культур по всем полям показывают в виде таблицы, которую называют *ротационной*. Она представляет собой план размещения культур по полям и по годам на период ротации.

Перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте называют *схемой севооборота*.

На одном поле можно размещать две и более культуры, если они относятся к одной и той же группе. Поля, в которых раздельно размещается 2 и более культуры, называются *сборными*. Например, в пропашном поле можно разместить картофель и кукурузу, а на поле яровых зерновых – яровую пшеницу и ячмень.

Причины, вызывающие необходимость чередования культур. О пользе чередования культур писали еще древнеримские ученые. Д.Н. Прянишников на основе всестороннего анализа накопленного фактического материала разделил причины, вызывающие необходимость чередования культур, на 4 группы: причины биологического, физического, химического и экономического порядка.

1. Причины биологического порядка заключаются в том, что при длительном возделывании различных культур на одном поле отмечается рост засоренности посевов сорняками, вредителями и возбудителями болезней.

1.1. Различные культуры и приемы их возделывания создают неодинаковые условия для развития сорняков. Озимые и зимующие сорняки приспособились к культуре озимых зерновых. Яровые культуры засоряются яровыми сорняками. Таким образом, при чередовании озимых и яровых культур создаются неблагоприятные условия для произрастания данных групп сорняков.

1.2. Сельскохозяйственные культуры имеют разную биологическую способность противостоять сорным растениям. Сильнее засоряются и угнетаются сорняками культуры с медленным ростом в начальный период после посева (яровая пшеница, лен, люпин, сахарная свекла).

1.3. Растения по-разному реагируют на вредителей и болезни. Например, повторные посадки картофеля значительно сильнее поражаются фитофторой, колорадским жуком.

1.4. Культуры по-разному влияют на биогенность почвы. При бессменных посевах отмечается затухание микробиологических процессов, имеет место биологическое закрепление азота.

2. Причины химического порядка основаны на влиянии культур на содержание в почве питательных веществ.

2.1. Культуры в процессе своего роста и развития потребляют неодинаковое количество питательных веществ. Зерновые культуры, кукуруза, злаковые травы требуют больше азота, бобовые – фосфора,

картофель – калия. При чередовании же более рационально используются питательные вещества, предотвращается одностороннее обеднение почвы элементами питания.

2.2. Культуры имеют различную по глубине проникновения корневую систему. Например, бобовые культуры способны потреблять питательные вещества из более глубоких слоев, злаковые – из верхних.

2.3. Сельскохозяйственные культуры обладают разной способностью усваивать питательные вещества. У большинства корневая система может усваивать элементы питания из легкорастворимых соединений. Такие культуры, как картофель, гречиха, люпин, способны использовать элементы питания из труднодоступных соединений.

2.4. Растения оставляют после уборки разное количество корней и пожнивных остатков. В результате культуры по-разному влияют на обогащение почвы питательными веществами, частично компенсируя их вынос из почвы. В этом смысле выделяют бобовые, способные усваивать атмосферный азот и обогащать им почву.

3. Причины физического порядка обусловлены различным влиянием сельскохозяйственных культур на агрофизические свойства почвы (структуру, плотность, строение и мощность пахотного слоя).

3.1. Сельскохозяйственные культуры по-разному влияют на структуру почвы. Например, возделывание бобовых культур способствует образованию водопрочных агрегатов. Пропашные же приводят к механическому разрушению структуры почвы.

3.2. Культуры по-разному влияют на плотность почвы. Однолетние культуры сплошного сева приводят к повышению плотности почвы, а пропашные, наоборот, снижают плотность.

3.3. Растения по-разному влияют на пористость.

4. Причины экономического порядка обусловлены тем, что в результате повышения урожайности культур в севообороте по сравнению с повторными и бессменными посевами увеличивается выход продукции с 1 га севооборотной площади в денежном выражении, повышается чистый доход, снижается себестоимость продукции. В севообороте более рационально и эффективно используются рабочая сила и сельскохозяйственной техника.

Классификация севооборотов. Большое разнообразие применяемых в практике земледелия севооборотов вызвало необходимость их классификации. В основу современной классификации положено несколько признаков, основными из которых являются:

1. Хозяйственное назначение – определяет производство основной продукции (зерно, корма, защита почвы, техническое сырье и др.).

2. Соотношение отдельных групп культур, различающихся по биологии, технологии возделывания и структуре паровых полей.

По первому признаку выделяют типы:

1) *полевые* – свыше половины полей занимают зерновые, пропашные и технические культуры;

2) *кормовые (прифермские)* – более половины площади отводят под кормовые культуры (зеленые корма, корнеплоды, силосные, многолетние травы). К кормовым севооборотам относятся сенокосно-пастбищные севообороты, организуемые на луговых угодьях;

3) *специальные* – для культур, предъявляющих высокие требования к плодородию почв, технологиям возделывания и решающих специфические задачи (овощные, противоэрозийные посевы многолетних трав).

По второму признаку – по соотношению несходных по биологии культур:

1) *зернопропашные* – 50–70% занимают зерновые, а часть посевной площади отводят под пропашную культуру;

2) *зернотравяные* – большая часть полей отводится под посевы зерновых, остальное занимают многолетние и однолетние травы, может включаться лен;

3) *зернотравяно-пропашные (или плодосменные)* включают посевы зерновых не более 50%, пропашные 25% и бобовые травы – 25%.

Оценка сельскохозяйственных культур как предшественников. Все предшественники по характеру влияния на последующие культуры и почву можно объединить в следующие группы:

1) пары;

2) многолетние травы;

3) зернобобовые;

4) пропашные;

5) зерновые;

6) технические.

Группы предшественников размещены по мере убывания их ценности.

Пар – это поле, свободное от возделываемых культур определенное время, в течение которого его обрабатывают, удобряют и содержат в чистом от сорняков состоянии.

Чистый пар – это поле, в котором культуры не возделываются в течение всего вегетационного периода (от весны до осени). В зависимости от времени проведения основной обработки почвы чистые пары подразделяются на черные и весенние.

Черный пар – это пар, в котором основная обработка проводится летом или осенью, в год, предшествующий парованию.

Весенний пар – это пар, в котором основная обработка проводится в год парования.

Кулисный пар – разновидность чистого пара, в котором высеваются высокостебельные культуры (кукуруза, подсолнечник, конопля) с шириной междурядий 10–15 м и на зиму не убираются. Служит для снегозадержания и накопления влаги.

Занятый пар – это пар, в котором возделываются раноубираемые культуры в первую половину вегетационного периода.

Сплошной пар – это пар, в котором возделываются раноубираемые культуры сплошного сева.

Пропашной пар – это пар, в котором возделываются раноубираемые пропашные культуры.

Сидеральный пар – это пар, в котором возделываются культуры, используемые на зеленое удобрение (люпин, донник, рапс, редька масличная).

В связи с тем, что в чистых парах не производится продукция, наиболее эффективно использовать занятые пары.

Агротехническое значение паров заключается в том, что они:

- 1) способствуют накоплению влаги в почве;
- 2) очищают почву от сорных растений, болезней и вредителей;
- 3) активизируют микробиологическую активность почвы, усиливая процессы гумификации и минерализации (переводят труднодоступные формы питательных веществ в легкодоступные).

Прекрасным предшественником для большинства сельскохозяйственных культур служат *многолетние травы*. Ценность многолетних трав как предшественников выражается в следующем:

- 1) пополняют почву биологическим азотом (до 150 кг/га), органическим веществом, так как оставляют много корневых остатков;
- 2) являются средством окультуривания почвы, так как чем больше органического вещества, тем больше почвенных агрегатов;
- 3) являются главным звеном в почвозащитных севооборотах, так как имеют самый высокий коэффициент противоэрозионной устойчивости;

4) выполняют фитосанитарную функцию, так как не имеют одинаковых вредителей и болезней с зерновыми культурами;

5) подавляют деятельность патогенных микроорганизмов;

6) заглушают сорняки, уменьшая их способность вегетативно размножаться;

7) имея хорошо развитую корневую систему, обеспечивают верхние слои почвы элементами питания из подпахотного горизонта.

Хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур являются **зернобобовые культуры** (люпин, горох, пелюшка, вика, кормовые бобы).

Достоинства зернобобовых культур заключаются в следующем:

1) выступают как азотонакопители за счет фиксации азота из воздуха клубеньковыми бактериями. Однако их способность к азотфиксации ниже, чем многолетних бобовых трав;

2) при помощи корневых выделений и ризосферных микроорганизмов они способны превращать труднодоступные фосфаты в легкодоступные;

3) улучшается фитосанитарное состояние посевов и почвы, так как болезни и вредители, паразитирующие на зернобобовых, в большинстве неопасны для зерновых, пропашных, льна и других небобовых культур.

К **пропашным** культурам относятся картофель, кормовые корнеплоды, сахарная свекла, кукуруза, подсолнечник. Ценность пропашных как предшественников заключается в следующем:

1) в процессе вегетации проводятся механические междурядные обработки, что приводит к уменьшению количества сорняков, т.е. пропашным принадлежит сороочищающая роль;

2) из-за систематического рыхления почвы повышается микробиологическая активность почвы – усиливается разложение органического вещества и увеличивается легкодоступность растениям элементов питания;

3) питательные вещества органических удобрений используются в первый год на 50–60%, и их последствие положительно сказывается на последующих культурах.

Ценность **зерновых** предшественников ниже, чем предыдущих культур, и зависит от места, которое они занимают в севообороте. Озимые зерновые имеют большую ценность, чем яровые:

1) за счет раннего весеннего отрастания они активнее подавляют сорную растительность;

2) озимые зерновые раньше освобождают поля, тем самым создавая условия для качественной летней и осенней обработки почвы;

3) озимые зерновые в большей степени противостоят развитию эрозионных процессов, благодаря чему они более длительный период времени находятся на полях.

Особенностью *технических непаханных культур* является большой вынос питательных веществ из почвы и необходимость создания высокого агрофона для получения устойчивых урожаев.

6.5. Обработка почвы

Из всех агрономических мероприятий, направленных на получение высоких урожаев и на повышение плодородия почвы, обработка имеет особое значение. При правильной обработке в почве создаются оптимальные условия для физических, химических и биологических процессов и тем самым повышается эффективность всех других агрономических мероприятий.

За счет обработки почвы может формироваться до 25% урожая возделываемых культур, так как:

1) создаются благоприятные условия для роста и развития растений;

2) сохраняются плодородие почвы и структура пахотного горизонта;

3) уничтожаются сорняки, вредители и возбудители болезней. Обработка почвы является одной из наиболее трудоемких операций в земледелии. На ее проведение в структуре возделывания культуры затрачивается около 40% энергетических и 25% трудовых затрат.

Обработка почвы – это воздействие на нее рабочими органами машин и орудий с целью создания оптимальных условий для жизни культурных растений, повышения плодородия и защиты почвы от водной и ветровой эрозии.

Механический способ обработки почвы – это характер и степень воздействия рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на обрабатываемый слой.

К основным задачам механической обработки почвы относят:

– сохранение и повышение плодородия почвы, создание условий для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур;

– создание оптимальных условий для посева и прорастания семян, ухода за посевами и уборки урожая;

– изменение строения и агрегатного состава обрабатываемого слоя почвы с целью создания благоприятного для растений водного, воздушного, теплового и питательного режимов, активизации микробиологических процессов;

– 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;

– изменение формы поверхности почвы с целью регулирования водного и теплового режимов почвы.

Различают *отвальный, безотвальный, роторно-дисковый и комбинированные способы механической обработки почвы.*

Отвальный – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на почву с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с усиленным рыхлением и перемешиванием почвы, подрезанием и заделкой наземных органов растений и удобрений в почву.

Безотвальный – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на почву без изменения расположения генетических горизонтов в вертикальном направлении с целью рыхления или уплотнения почвы, подрезания подземных и сохранения надземных органов растений на поверхности почвы. При этом способе сохраняется стерня (жнивье) на поверхности почвы.

Роторно-дисковый – воздействие на почву вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин с активным крошением и тщательным перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием гомогенного (однородного) слоя почвы.

Комбинированные способы – различные сочетания по горизонтам и слоям почвы, а также срокам осуществления отвального, безотвального и роторно-дискового способов обработки.

Применение того или иного способа обработки обусловлено ее задачами, климатическими условиями, типом почвы и степенью ее окультуренности, требованиями возделываемых культур и др.

Приемы механической обработки почвы – это однократное воздействие на почву почвообрабатывающими орудиями или машинами с целью 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.

1. Приемы поверхностной обработки почвы – механическое воздействие почвообрабатывающими орудиями и машинами на поверхность почвы и нижележащие слои до 16 см.

Прикатывание – обеспечивает крошение глыб, комков, выравнивание и уплотнение поверхности почвы. Для прикатывания почвы применяют гладкие, кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые и другие катки.

Боронование – способствует крошению, рыхлению, перемешиванию и выравниванию поверхности почвы, уничтожению проростков и всходов сорняков. Боронование – эффективный прием весенней обработки зяби, по уходу за зерновыми, зернобобовыми и пропашными культурами и многолетними травами.

Дискование – обеспечивает крошение, рыхление, частичное оборачивание и перемешивание почвы, уничтожение сорняков.

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.

Культивация – это крошение, рыхление, перемешивание почвы, подрезание подземных органов сорняков.

Выравнивание – уменьшение размеров неровностей поверхности почвы.

Шлейфование – выравнивание поверхности рыхлой почвы.

Гребневание – прием обработки почвы, обеспечивающий форму изменения поверхности поля для лучшего прогревания и более раннего созревания почвы.

Грядкование – прием обработки почвы, обеспечивающий образование на поверхности поля гряд, способствует улучшению режимов почвы.

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

Междурядная обработка – обработка почвы в междурядьях пропашных и других культур с целью уничтожения сорняков и улучшения почвенных условий.

Окучивание – разновидность междурядной обработки с приваливанием почвы к основанию стеблей пропашных культур.

Букетировка – прием обработки, обеспечивающий прореживание всходов свеклы с заданным размером вырезов и букетов, крошение, рыхление почвы и подрезание подземных органов растений в вырезах.

Комбинированная агрегатная обработка – комплекс приемов, обеспечивающий совмещение нескольких технологических операций обработки почвы (крошение, рыхление, выравнивание, уплотнение). Выполняется почвообрабатывающими агрегатами типа АКШ и РВК и др.

Фрезерование – тщательное крошение на всю глубину обрабатываемого слоя, измельчение и перемешивание почвы.

2. Приемы обычной (средней обработки почвы) – воздействие почвообрабатывающими машинами на глубину 16–24 см.

Вспашка – прием отвальной обработки почвы, обеспечивающий оборачивание, крошение, рыхление и частичное перемешивание почвы, подрезание подземных и заделку надземных органов растений, удобрений, семян сорняков, возбудителей болезней. 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*.

Безотвальное рыхление – обеспечивает крошение, рыхление почвы без оборота пласта.

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

Вспашка с припахиванием нижележащего слоя почвы – прием отвальной обработки почв, обеспечивающий оборачивание, крошение, рыхление почвы, подрезание и заделку в почву надземных органов сорняков, послеуборочных остатков культурных растений, удобрений, семян сорняков, зачатков болезней и вредителей культурных растений.

Чизелевание – обеспечивает рыхление, крошение пахотного и подпахотного горизонтов без оборота пласта на глубину до 35 см.

Вспашка плугами с почвоуглубителями – прием комбинированной обработки почвы, выполняющий те же технологические операции, что и обычная вспашка, но с дополнительным безотвальным рыхлением нижележащего слоя почвы почвоуглубительными стрелчатými лапами на глубину 30–35 см.

Вспашка плугами с вырезными корпусами – прием комбинированной обработки, обеспечивающий оборачивание, крошение, рыхление старопахотного слоя почвы, 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.

4. Приемы сверхглубокой обработки – это периодическое воздействие на почву специальными почвообрабатывающими орудиями и машинами с целью коренного изменения генетического сложения почвы с взаимным перемещением слоев и горизонтов в вертикальном направлении на глубину более 35 см.

Система обработки почвы – это совокупность способов и приемов основной, предпосевной и послепосевной обработок почвы, выполняемых с учетом биологии культур, места в севообороте и почвенно-климатических особенностей. 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. Она должна быть составлена с учетом энергосбережения и иметь почвозащитную направленность.

Выделены следующие системы обработки почвы:

1. В зависимости от биологических и агротехнических особенностей возделываемых культур:

- под яровые культуры;
- под озимые культуры;
- промежуточные культуры.

2. В зависимости от гранулометрического состава:

- легкие (песчаные и супесчаные);

- легко- и среднесуглинистые;
- тяжелосуглинистые.

3. Системы обработки с почвозащитными действиями:

- при водной эрозии;
- при ветровой эрозии.

4. Особенности обработки:

- переувлажненных минеральных почв;
- старопахотных торфяных почв;
- вновь осваиваемых земель;
- почв, загрязненных радионуклидами.

Минимальная обработка почвы – научно обоснованная обработка почвы, обеспечивающая снижение энергетических и трудовых затрат путем уменьшения количества и глубины обработок, совмещения операций в одном рабочем процессе или уменьшения обрабатываемой поверхности поля и применения при необходимости гербицидов.

Можно выделить несколько *причин, требующих минимализации обработки почвы*:

- необходимость роста урожайности, повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции;
- необходимость сохранения и повышения плодородия почвы – устранение чрезмерного уплотняющего и распыляющего действия тяжелых машин и орудий, борьба с эрозией, улучшение гумусового баланса почвы и уменьшение потерь из нее питательных веществ и влаги;
- интенсификация сельскохозяйственного производства.

В практике земледелия минимализация обработки почвы осуществляется следующими путями:

1) сокращение числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок почвы в севообороте в сочетании с применением гербицидов для борьбы с сорняками;

2) замена глубоких обработок более производительными мелкими или поверхностными, использование широкозахватных орудий с активными рабочими органами, обеспечивающих высококачественную обработку за один проход агрегата;

3) совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов;

4) уменьшение обрабатываемой поверхности поля путем обработки лишь части почвы, где располагаются рядки семян, с оставлением необработанной в междурядьях;

5) посев в необработанную почву специальными сеялками (нулевая обработка).

При применении минимальной обработки почвы наблюдаются следующие негативные явления:

– повышается засоренность полей, особенно многолетними сорняками;

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

– 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 обработки почвы в севообороте уметь сочетать отвальную и безотвальную, глубокую и поверхностную обработки почвы.



Контрольные вопросы и задания

1. Что является предметом науки земледелия? Какие проблемы встали перед современным земледелием?

2. Какую роль сыграли возникновение и развитие земледелия в жизни человека?

3. Дайте характеристику основных этапов исторического развития земледелия.

4. Назовите центры древнейшего земледелия и первичные центры происхождения культурных растений (по Вавилову Н.И.). Дайте их краткую характеристику.

5. Дайте характеристику основных систем земледелия, назовите их достоинства и недостатки.

6. Опишите возникновение и развитие земледелия на территории современной России.

7. Какую роль сыграли российские ученые в становлении и развитии научного земледелия, растениеводства, агрохимии, сельскохозяйственной микробиологии?

8. Раскройте содержание термина «экологическое земледелие» и назовите его важнейшие направления.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Агроэкосистемы. Отличительные особенности агроэкосистем. Структура агроэкосистем. Классификация агроэкосистем.
2. Основные факторы почвообразования (климат, материнская порода, растительный мир, животный мир, рельеф, геологический возраст территории, хозяйственная деятельность человека).
3. Состав почвы (твердая, жидкая, газообразная и живая фазы).
4. Морфологические свойства почвы (общее строение почвенного профиля, мощность профиля, окраска, механический состав, структурность, сложение, наличие новообразований и включений).
5. Физико-механические свойства почвы (удельное сопротивление, липкость, связность, физическая спелость почвы).
6. Водные свойства и водный режим почвы (влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемность).
7. Воздушные свойства и воздушный режим почвы (воздухопроницаемость, воздухоемкость).
8. Тепловые свойства и тепловой режим почвы (телопоглотительная способность, теплоемкость, теплопроводность).
9. Химические свойства почвы (гумусовые вещества, почвенный поглотительный комплекс, кислотность почвы).
10. Почвенные зоны (тундровая, таежно-лесная, лесостепная, степная, зона сухих степей).
11. Рост и развитие растений. Онтогенез. Органогенез. Вегетационный период. Генеративный период.
12. Факторы жизни растений. Космические факторы. Земные факторы.
13. Агрофитоценоз. Компоненты агрофитоценоза. Роль компонентов в агрофитоценозе.
14. Формирование агрофитоценоза. Формы взаимоотношений между компонентами полевых сообществ.
15. Полевые культуры. Классификация и характеристика. Зерновые культуры.
16. Полевые культуры. Классификация и характеристика. Зернобобовые культуры.
17. Полевые культуры. Классификация и характеристика. Масличные культуры.
18. Полевые культуры. Классификация и характеристика. Прярдильные культуры.

19. Полевые культуры. Классификация и характеристика. Клубнеплоды.
20. Полевые культуры. Классификация и характеристика. Корнеплоды.
21. Полевые культуры. Классификация и характеристика. Кормовые травы.
22. Сорные растения. Классификация и меры борьбы с ними.
23. Происхождение культурных растений. Центры происхождения культурных растений. Происхождение основных полевых культур Сибири.
24. Дикая фауна агроценозов. Насекомые.
25. Дикая фауна агроценозов. Птицы.
26. Дикая фауна агроценозов. Млекопитающие.
27. Дикая фауна агроценозов. Почвенная фауна.
28. Одомашненные животные. Происхождение домашних животных. Последствия выпаса животных.
29. Микроорганизмы в агроценозах. Экологические группы микроорганизмов. Роль микроорганизмов в поддержании почвенного плодородия.
30. Свободноживущие микроорганизмы почвы. Бактерии.
31. Свободноживущие микроорганизмы почвы. Грибы.
32. Свободноживущие микроорганизмы почвы. Водоросли.
33. Свободноживущие микроорганизмы почвы. Простейшие.
34. Симбиотические азотфиксирующие бактерии.
35. Паразиты сельскохозяйственных животных. Вирусы.
36. Паразиты сельскохозяйственных животных. Бактерии.
37. Паразиты сельскохозяйственных животных. Простейшие, или одноклеточные животные.
38. Паразиты растений. Вирусы.
39. Паразиты растений. Бактерии.
40. Паразиты растений. Грибы.
41. Земледелие как наука. Системы земледелия. Законы земледелия.
42. Плодородие почвы (естественное, искусственное, потенциальное, эффективное, относительное, экономическое). Показатели почвенного плодородия (биологические, агрохимические, агрофизические).

43. Севооборот. Причины, вызывающие необходимость чередования культур. Классификация севооборотов. Оценка сельскохозяйственных культур как предшественников.

44. Обработка почвы. Окультуривание почвы. Механический способ обработки почвы.

45. Система обработки почвы. Минимальная обработка почвы.

СПИСОК ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

Многие термины и понятия разными авторами понимаются неодинаково, поэтому приведенные формулировки и определения терминов и понятий не могут рассматриваться как строго нормативные.

Абиотическая среда – совокупность неорганических условий существования организмов. Абиотическую среду определяют различные факторы, в т.ч. химические (состав атмосферного воздуха, горных пород, почвы, воды и т.д.) и физические (температура воздуха, воды, субстрата, направление и сила ветра, периодичность, интенсивность и характер осадков, продолжительность и периодичность освещения, радиационный фон и т.д.).

Абсцизовая кислота – гормон растений из группы изопреноидов; индуцирует и увеличивает период покоя.

Автогамные популяции – размножаются путем самоопыления (самооплодотворения).

Автотрофные организмы – организмы, синтезирующие органическое вещество из неорганических соединений с использованием энергии солнца (фототрофные) или энергии, освобождающейся при химических реакциях (хемотрофные).

Аграрный ландшафт – экосистема, сформировавшаяся в результате сельскохозяйственного преобразования природного ландшафта.

Агрегат – сочетание трактора (двигателя) с сельскохозяйственной машиной посредством сцепки и без нее.

Агробиология – теоретическая основа сельского хозяйства, изучает общие биологические закономерности, действующие в земледелии, растениеводстве, животноводстве, и их использование в практике сельскохозяйственного производства.

Агробиоценоз – сообщество растений, животных и микроорганизмов, созданное и регулярно поддерживаемое человеком для получения сельскохозяйственной продукции. Характеризуется малой экологической надежностью (агробиоценоз не способен самовосстанавливаться и саморегулироваться), но достаточно высокой урожайностью (продуктивностью). Основу агробиоценоза составляет *агрофитоценоз*.

Агроконтроль – система правильных методических мероприятий по проверке и оценке качества выполняемых работ в процессе производства растениеводческой продукции.

Агрономическая химия, или агрохимия, – наука о взаимодействии растений, почвы и удобрений при производстве сельскохозяйственной продукции. Это наука о круговороте веществ в земледелии, рациональном применении удобрений и повышении плодородия почвы.

Агросфера – глобальная система, объединяющая всю территорию земли, преобразованную сельскохозяйственной деятельностью человека.

Агротехника (*agros* – поле и *technike* – искусная (*techne* искусство, мастерство)) – система приемов возделывания сельскохозяйственных культур: обработка почвы, внесение удобрений, подготовка семян, посев или посадка, уход за посевами, борьба с болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений, уборка урожая.

Агрофитоценоз – искусственное растительное сообщество, создаваемое на основе агротехнических мероприятий (посевы и посадки зерновых, овощных, плодовых и технических культур). Растительный покров агрофитоценоза обычно образован одним видом (сортом) культивируемого растения и соответствующими сорными видами.

Агроценоз (греч. *agros* – поле) – это биоценозы на землях сельскохозяйственного пользования.

Агроэкосистема – экологическая система, объединяющая участок территории (географический ландшафт), занятый хозяйством, производящим сельскохозяйственную продукцию.

Адаптация – процесс формирования признаков у организмов, обеспечивающих их существование в определенных условиях среды.

Активная температура – среднесуточная температура более 10 °С.

Аллогамные популяции – размножаются путем перекрестного опыления (оплодотворения).

Анаболизм (ассимиляция) – совокупность химических процессов в живом организме, направленных на образование и обновление структурных частей клеток и тканей.

Анаэробы (анаэробные организмы) – организмы, способные жить и развиваться в бескислородной среде.

Апробатор – специалист государственной семенной инспекции, оригинатор сорта (селекционер), другое физическое лицо, аккредитованные в установленном порядке на право официального обследования сортовых посевов сельскохозяйственных растений.

Апробация посевов – обследование сортовых посевов с целью определения их сортовой чистоты или сортовой типичности расте-

ний, засоренности сортовых посевов, поражения болезнями и повреждения вредителями растений.

Арбитражное определение качества семян – дополнительное определение качества семян, выполняемое третьей стороной в спорных случаях, если расхождения больше допускаемых.

Ареал – часть земной или водной поверхности, в пределах которой распространен данный таксон.

Ассимиляция – см. **анаболизм**

Ауксины – регуляторы роста (гормоны) растений, производные индола.

Аэрация почвы – интенсивный обмен воздуха между почвой и атмосферой.

Аэробы – организмы, способные жить и развиваться только при наличии в среде свободного кислорода.

Бактериальные удобрения – это препараты определенных рас почвообитающих микроорганизмов, вносимые в почву для улучшения корневого питания растений.

Барботирование семян (от франц. barbotage – перемешивание) – прием предпосевной подготовки семян, основанный на обработке семян в воде кислородом или воздухом. Повышает жизнеспособность, полевую всхожесть семян, что позволяет получать дружные и полные всходы, и как следствие, более высокий урожай.

Бесполое размножение – различные способы размножения без полового процесса и без участия половых клеток.

Бессменная культура (монокультура) – выращивание культуры на одном месте несколько лет.

Бинарная номенклатура – система наименования организмов, использующая два названия (родовое и видовое).

Биогенетический закон (закон Геккеля–Мюллера) – онтогенез есть сокращенное повторение филогенеза.

Биогенные элементы – химические элементы, входящие в состав живых организмов и необходимые для жизнедеятельности; важнейшие – кислород, углерод, водород, азот, кальций, калий, фосфор, магний, сера, хлор, натрий.

Биогеоценоз (природное сообщество) – однородный участок земной поверхности с определенным составом живых организмов (биоценоз) и косных компонентов (абиотическая среда), объединенных круговоротом веществ и направленными потоками энергии в единый природный комплекс. Каждый биогеоценоз качественно и

количественно отличается от остальных, а все они в совокупности образуют биогеоценотический покров Земли – биосферу.

Биокатализаторы – ферменты, белковые катализаторы химических реакций в живом организме.

Биологическая активность почвы – совокупность биологических и биохимических процессов в почве, связанных с жизнедеятельностью ее фауны, микрофлоры и корней растений.

Биологический препарат (биопрепарат) – средство биологического происхождения, применяемое для профилактики и лечения болезней, борьбы с вредителями, повышения биогенности и плодородия почвы.

Биологический прогресс – возрастание приспособленности к окружающей среде, увеличение численности и расширение ареала, обеспечивающее успех в борьбе за существование.

Биологический регресс – эволюционный упадок, выражающийся в снижении приспособленности организмов к среде обитания, сокращении численности, ареала.

Биология – наука, изучающая живые организмы.

Биосинтез – образование сложных органических соединений из более простых при помощи ферментов; информация для них записана в ДНК.

Биотические факторы – совокупность живых факторов, влияющих на растения.

Биоценоз – совокупность организмов – популяций растений, животных, грибов, микроорганизмов, населяющих однородный участок суши или водоема и характеризующихся определенными взаимоотношениями (пищевые цепи, симбиоз и т.д.) и приспособленностью к условиям окружающей среды.

Болезнь – патологический процесс, протекающий в растениях под влиянием различных возбудителей болезней и неблагоприятных условий среды.

Боронование – агротехнический прием, рыхление верхнего слоя почвы боронами.

Брожение – анаэробный процесс расщепления субстрата до конечного низкомолекулярного органического продукта, еще богатого энергией.

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества (преимущественно углеводы).

Вегетативное размножение – образование новых особей из частей родительской, один из способов бесполого размножения.

Вегетативный рост – образование вегетативных органов (корень, стебель, лист).

Вегетационный период (сезон вегетации) – период от посева до созревания данной культуры; в более широком смысле – число дней в течение года в какой-либо местности, когда можно выращивать данную культуру.

Верхушечная почка (апекс) – верхняя (главная) почка растения или побега.

Вид – совокупность особей, сходных по строению, имеющих общий ареал, общее происхождение, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство.

Видообразование – образование новых видов организмов.

Вирион – полностью сформированная вирусная частица, состоящая из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки.

Вирулентность – степень патогенности штамма микроорганизмов для растения.

Вирусы – а) внутриклеточные паразиты, вызывающие инфекционные заболевания человека, животных, растений; б) неклеточная форма жизни.

Влагоемкость почвы – способность почвы поглощать и удерживать влагу. *Полная влагоемкость* – количество воды, которое вмещает почва при заполнении всех пор. *Предельная полевая влагоемкость* – максимальное количество воды, удерживаемое почвой после оттока гравитационной влаги.

Влажность воздуха – содержание водяного пара в воздухе, в процентах.

Влажность семян – содержание влаги в семенах, выраженное в процентах.

Влажность устойчивого завядания растений – влажность почвы, при которой появляются признаки завядания растений, не исчезающие после помещения растений в насыщенную водяным паром атмосферу.

Водный дефицит – состояние растения, при котором оно теряет воды больше, чем может получить; приводит к увяданию.

Водопотребление – расход воды полем за период вегетации. Коэффициент водопотребления – количество воды, израсходованное посевом на формирование 1 т продукции.

Вспашка – основной прием обработки почвы, при котором происходит одновременное крошение, рыхление и оборачивание почвы отвальными плугами.

Всхожесть семян – их способность давать нормальные всходы, она выражается в процентах нормально проросших от числа высеянных семян в пробе за установленный для культуры срок. Различают лабораторную и полевую всхожесть семян, представляющую собой процент всхожих семян от общего числа, высеянных в условиях лаборатории или поля.

Выветривание – совокупность процессов разрушения и изменения горных пород и их минералов.

Выносливость – способность растений выдерживать неблагоприятные условия.

Выпирание растений из почвы происходит при ее попеременном замерзании и оттаивании (*активное выпирание*). *Пассивное выпирание* – оголение узлов кущения в процессе оседания рыхлой почвы.

Газация – обеззараживание от насекомых-вредителей, грызунов помещений, растений, семян, почвы и др.

Гаметогенез – ряд последовательных митотических и мейотических делений, в результате которых образуются зрелые мужские (при сперматогенезе) и женские (при оогенезе) половые клетки (гаметы).

Гаметы – половые клетки с гаплоидным набором хромосом; женские гаметы – яйцеклетки, мужские – сперматозоиды (спермии).

Ген – структурно-функциональная единица наследственного материала, участок ДНК или РНК (у вирусов); определяет возможность развития отдельного признака или является регулятором.

Генетический код – система записи генетической информации о синтезе белков в молекулах нуклеиновых кислот в виде последовательности нуклеотидов.

Геном – совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом.

Генотип – совокупность генов данного организма.

Генофонд – совокупность генов одной популяции или вида.

Гербициды – химические препараты для борьбы с сорными растениями.

Гермафродит – обоеполый организм, у которого образуются и мужские, и женские половые клетки.

Гермафродитизм – наличие у особи признаков мужского и женского пола.

Гетерозис (гибридная мощьность) – увеличение мощьности, жизнеспособности, повышение продуктивности гибридов первого поколения (F_1) по сравнению с родительскими формами.

Гетеротрофы – организмы, использующие для питания только органические вещества.

Гиббереллины – гормоны растений из группы дитерпеноидных кислот; влияют на увеличение размеров клеток и их дифференциацию.

Гибрид – гетерозиготное потомство, полученное в результате скрещивания генетически различных родительских форм, обладает более высокой урожайностью в первом поколении по сравнению с родительскими формами. Различают гибриды межродовые, межвидовые (отдаленные) и межсортовые, сортолинейные, межлинейные.

Гибридизация – скрещивание генетически разнородных родительских форм (видов, пород, линий и т.д.)

Гидромелиорация – система мероприятий по коренному улучшению водного режима сельскохозяйственных земель.

Гормоны – биологически активные вещества, вырабатываемые специальными клетками, тканями или органами; служат регуляторами процессов жизнедеятельности.

Госреестр (Государственный реестр) селекционных достижений, допущенных к использованию, – список сортов и гибридов, прошедших проверку в системе госсортоиспытания сельскохозяйственных культур по регионам с указанием года включения в реестр, регионов допуска, сведений об оригинаторе и др. Нахождение сорта (гибрида) в Госреестре дает право размножать, ввозить и реализовывать семена и посадочный материал на территории региона.

Гумус – органическое вещество почвы, обуславливающее ее плодородие.

Двойное оплодотворение – тип полового процесса у покрытосеменных растений: один спермий пыльцевого зерна оплодотворяет яйцеклетку (образуется зигота), второй сливается с диплоидным центральным ядром зародышевого мешка и дает начало триплоидному эндосперму.

Двудомность растения – образование женских и мужских типов цветков на разных экземплярах растений одного вида.

Двулетнее растение – растение, жизненный цикл которого протекает в течение двух лет, в 1-й год жизни формируют розетку листьев и продуктивный орган, на 2-й – семена.

Десикация – предуборочное подсушивание растений для ускорения созревания.

Детерминация – определение пути дифференцировки клеток; она генетически запрограммирована и определяется воздействием соседних клеток, гормонов, влиянием внешней среды.

Дефекат – известковое удобрение, отход свеклосахарного производства.

Дефолиация – предуборочное удаление листьев.

Диссимиляция (катаболизм) – совокупность ферментативных реакций в организме, направленных на расщепление сложных органических молекул с освобождением энергии.

Доминантность – эффект проявления у гибридов одного из двух контрастных признаков.

Дражированные семена – семена, искусственно покрытые защитной питательной оболочкой, в результате чего образуется драже шаровидной формы.

Дыхание – расщепление органических веществ путем их окисления с освобождением энергии.

Естественный отбор – основной движущий фактор эволюции; выражается в выживании и оставлении потомства наиболее приспособленных к воздействиям факторов среды особей.

Жароустойчивость – способность растений противостоять перегреву воздуха и почвы.

Жизнеспособность семян – содержание в них живых семян, в процентах.

Жизнь – а) способ существования белковых тел; б) живые тела, существующие на Земле, – это открытые, саморегулирующиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот; в) особая форма движения материи, качественно отличная от форм неорганического мира.

Жмых – корм, получаемый как побочный продукт при производстве масла из семян масличных культур с помощью прессования и содержащий не более 10% жира в сухом веществе.

Залужение – посев многолетних трав с целью создания травостоя различного хозяйственного использования.

Замачивание семян – предварительное проращивание семян перед посевом.

Зародышевый мешок – центральная часть семяпочки покрытосеменных растений, в которой развивается яйцеклетка и происходит оплодотворение.

Засорители – культурные растения, засоряющие посевы других культур и снижающие этим качество урожая.

Засухоустойчивость – способность растений противостоять засухе с наименьшим снижением урожая.

Зеленый конвейер – система организации, использования и производства зеленых кормов, которая позволяет бесперебойно и равномерно обеспечивать животных зелеными кормами.

Зеленый корм – надземная масса зеленых кормовых растений, скармливаемая животным в свежем виде.

Земледелие – это наука о наиболее рациональном, экономически, экологически и технологически обоснованном использовании земли, формировании высокоплодородных почв, с оптимальными параметрами (условиями) для возделывания культурных растений.

Зигота – оплодотворенное яйцо, диплоидная клетка, образующаяся в результате слияния гамет (оплодотворения).

Зимостойкость – способность растений противостоять неблагоприятным зимним условиям (действию мороза, выпреванию, влиянию корки, колебанию температур и т.п.) без повреждений.

Известкование – это внесение в почву кальция и магния в виде известковых удобрений (мелиорантов) с целью устранения избыточной кислотности.

Изменчивость – различия между особями одного вида.

Ингибирование – подавление, торможение процессов роста или развития.

Индетерминантные сорта – отличаются тем, что рост растения продолжается побегом, развивающимся из пазушной почки верхнего листа.

Инкрустация – протравливание семян с пленкообразователями, которые закрепляют препарат на семенах и улучшают санитарно-гигиенические условия работы.

Инкрустирование семян (от лат. *incrustatio* – покрытие корой) – обработка семян пленкообразователями совместно с веществами, активизирующими ростовые процессы.

Инсектицид – ядохимикат, убивающий вредных насекомых, их яйца и личинки.

Интродукция растений – перенос сортов (пород) растений из одних районов в другие, где ранее этот сорт (порода) не выращивался.

Искусственная сушка кормов – обезвоживание кормов с помощью физических и химических методов обработки.

Искусственный отбор – выбор человеком ценных в хозяйственном отношении животных и растений с помощью избирательного размножения.

Калибровка – подразделение семян, зерна или плодов по специальным шаблонам на однородные по размеру группы.

Капсид – внешняя белковая оболочка вирусной частицы.

Карантинные вредители, болезни, сорняки – наиболее опасные вредители, болезни и сорняки, отсутствующие в стране или распространённые частично.

Катаболизм – см. **диссимиляция**.

Категории сортовой чистоты – условные единицы чистосортности, определяемые средним минимальным процентом сортовой чистоты для самоопыляющихся культур или сортовой типичности для перекрестно-опыляющихся культур.

Качество корма – совокупность свойства корма с определенными качествами и количественными показателями, характеризующими пригодность его для скармливания и способность удовлетворять потребности животных в энергии, питательных и биологически активных веществах.

Кислотность почвы – свойство почвы, обусловленное наличием водородных ионов в почвенном растворе и обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе, обозначается через рН; когда рН ниже 7,0 – реакция кислая, выше – щелочная.

Клеточный цикл (жизненный цикл клетки) – цикл развития клетки, период между двумя ее делениями или между делением и смертью.

Клон – генетически однородное потомство организма, образовавшееся путем бесполого размножения.

Клонирование – система методов для получения клонов.

Клубень – видоизмененный побег растения с утолщенным стеблем и недоразвитыми листьями; содержит запасные питательные вещества.

Клубеньковые бактерии – род аэробных бактерий, поселяющихся на корнях бобовых растений, способных усваивать атмосфер-

ный азот и обогащать им растения и почву. Живут в симбиозе с растениями.

Колос – тип соцветия у растений семейства Мятликовые (Poaceae).

Комбинированный силос – силос, приготовленный из нескольких видов кормов, основными из которых являются зеленая масса растений, корнеклубнеплоды, зерноотходы, солома, солома и отходы промышленности.

Комплексное удобрение содержит все основные элементы минерального питания (макроэлементы, микроэлементы, макроэлементы + микроэлементы).

Компост – органическое удобрение, полученное в результате разложения органических отходов растительного или животного происхождения, а также из смеси навоза, торфа либо земли с добавлением минеральных удобрений.

Консервирование кормов – процесс обработки кормов с помощью физических, химических или биологических методов с целью их сохранения при минимальных потерях питательных веществ.

Контрольная единица – предельное количество семян отдельной партии или ее части, для определения качества которых отбирают одну среднюю пробу.

Контурная обработка почвы – обработка почвы по горизонталям местности.

Кормовая база – совокупность материально-технических средств производства и источников получения кормов для животноводства.

Кормовая единица – условный кормовой эквивалент, характеризующий питательное и продуктивное действие корма. За единицу принята питательность 1 кг среднего сухого овса.

Кормовой баланс – сопоставление потребности в кормах, необходимых для обеспечения планируемой продуктивности животных, с фактическим наличием кормов.

Кормовые угодья – сельскохозяйственные угодья, покрытые травянистой растительностью и используемые для пастбища скота (пастбища) или для скашивания травы на зеленую подкормку, сено, сенаж, силос, травяную муку (сенокосы).

Корневая шейка – место перехода стебля в корень; часто бывает утолщен. У привитых растений – место соединения привоя с подвоем.

Корневище – растущий горизонтально подземный, реже наземный побег, служащийместилищем запасных питательных веществ.

Корневой черенок – отрезок корня (корневища) для размножения растения.

Корнеотпрысковое растение – молодой побег, возникший на корнях взрослого растения и формирующий позднее собственную корневую систему.

Корнеплод – запасающий орган у растений, в формировании которого участвуют корень и нижняя часть побега.

Коэффициент использования ФАР, или КПД ФАР, – это часть ФАР, используемая растениями для фотосинтеза и выраженная в процентах.

Коэффициент размножения – отношение массы (числа) кондиционных семян в урожае с 1 га (m^2) к массе (числу) высеянных семян.

Культурооборот – чередование культур на одном месте в течение одного года.

Культуртехнические работы – комплекс мероприятий по расчистке поверхности и коренному улучшению почв.

Кустистость (общая и продуктивная) – среднее число всех или продуктивных побегов на одном растении.

Ландшафт – территория, однородная по происхождению и истории развития, обладающая единым геологическим основанием, однотипным рельефом, единообразным сочетанием почв, растительности и отличающаяся от других территорий структурой, а также характером взаимосвязи и взаимодействия между отдельными компонентами этой территории.

Ленточный посев – широкие междурядья между лентами (группа рядов) чередуются с узкими междурядьями.

Лесс – пористая, тонкозернистая, карбонатная, осадочная, пылевато-суглинистая порода, в которой преобладают частицы крупной пыли.

Линия растений – потомство одного генетически однородного растения, воспроизводящееся половым путем.

Лушение почвы – поверхностное или мелкое рыхление почвы после уборки хлебов или одновременно с ней, сопровождающееся частичным ее оборачиванием и подрезанием сорняков. Проводится луцильником.

Макроэлементы – химические элементы, широко распространенные в составе органического вещества (99,9%) и встречающиеся постоянно: водород, углерод, кислород, азот (органогенные элементы), фосфор, калий, кальций, сера, магний, натрий, хлор, железо.

Масса 1000 семян – показатель выполненности и крупности посевного материала, г.

Маточники – корнеплоды, саженцы и др., выращиваемые из семян в первый год жизни растений-двулетников с целью последующей посадки и получения семян.

Междоузлие – участок стебля между двумя узлами, т.е. между местами прикрепления к стеблю листовых черешков.

Междурядье – пространство между двумя соседними рядками растений.

Мейоз – процесс деления клеток генеративной ткани, в результате которого образуются половые клетки (гаметы), с гаплоидным числом хромосом.

Метаболизм – обмен веществ, совокупность химических реакций в клетках, связанных с синтезом и распадом органических соединений (катаболические и анаболические реакции).

Метаморфоз – преобразование организма из личинки во взрослую особь.

Микроклимат – климат, сложившийся в небольшом районе (на отдельном участке).

Микроэлементы – химические элементы, встречающиеся в составе органического вещества в небольших количествах (0,1%), но необходимые для жизни и функционирования живых существ (почти вся таблица Менделеева); иногда выделяют группу *ультрамикроэлементов*, концентрация которых в организме не более $10^{-6}\%$.

Миксотрофы – организмы, способные сочетать различные типы питания (например, авто- и гетеротрофный, окислять органические и неорганические вещества).

Минеральные удобрения – это промышленные или ископаемые продукты, содержащие элементы питания, необходимые для растений, в виде различных минеральных солей.

Минимальная обработка почвы – обработка почвы, обеспечивающая снижение затрат.

Митоз (кариокинез) – непрямое деление ядра надвое с равномерным распределением генетического материала.

Мицелий – вегетативное тело грибов (грибница).

Многолетнее растение – растение с жизненным циклом более двух лет.

Монотипический вид – вид, который не разделяется на подвиды.

Моноцитогенный тип бесполого размножения – размножение с помощью одной клетки.

Морена – отложения рыхлого обломочного материала, перенесенного движущимся ледником.

Морозоустойчивость – способность растений переносить низкие отрицательные температуры и сохранять способность к вегетации и репродукции.

Морфофизиологический прогресс – усложнение организации организмов от простых форм к более сложным.

Морфофизиологический регресс – упрощение организации и жизнедеятельности организма.

Мульчирование – покрытие почвы различными материалами (компостом, торфом, перегноем, опилками, бумагой, измельченной соломой и др.) для уменьшения испарения влаги почвой, борьбы с эрозией и сорной растительностью, улучшения химических и физических свойств почвы.

Мутагены – вещества или излучения, способные повысить частоту мутаций.

Мутант – а) организм, измененный в результате мутации; б) организм, несущий мутантный аллель.

Мутации – наследственные изменения, которые приводят к уменьшению или увеличению количества генетического материала, к изменению наследственных свойств организма.

Мутационная изменчивость – изменение генотипа, происходящее на основе мутаций.

Навигационные космические системы – глобальная навигационная система ГЛОНАСС и GPS созданы для внедрения передовых технологий спутниковой навигации в интересах экономического развития страны и обеспечения национальной безопасности. Используются в сельском хозяйстве для внедрения прецизионных, т.е. высокоточных, ресурсосберегающих аграрных технологий.

Навоз – органическое удобрение из твердых и жидких экскрементов животных в смеси с подстилкой (солома, опилки, торф) или без нее.

Наследственная изменчивость (генотипическая) – изменения генотипа, которые закрепляются в ряду поколений.

Наследственность – свойство родителей передавать свои признаки и особенности развития следующему поколению.

Настоящие листья – листья, типичные для взрослого растения; отличаются от появляющихся первыми более простых (семядольных, примордиальных) листьев.

Натура зерна – масса зерна в объеме 1 л (г/л).

Нейросекреция – выработка и выделение гормонов нервными клетками.

Некорневая подкормка – прием внесения удобрений, при котором растения получают питательные вещества через листья; опрыскивание растений минеральными удобрениями.

Ненаследственная изменчивость (фенотипическая) – эволюционно закрепленные адаптивные реакции организма на изменения условий внешней среды при неизменном генотипе.

Нитрагин – бактериальное удобрение, содержащее клубеньковые бактерии.

Нитрификация – процесс микробиологического превращения в почве аммонийных солей в нитраты.

Норма выработки – количество продукции, операций, объемов работ, которое должен произвести работник (агрегат, трактор и др.) в течение единицы времени.

Норма высева семян – количество высеваемых на 1 га кондиционных семян. Весовую норму высева выражают в кг/га, количественную (коэффициент высева) – в млн шт/га.

Норма реакции – диапазон изменчивости; возможность формирования признаков на основе данного генотипа в определенных условиях среды.

Обвалование почвы – ограждение склоновых земель земляными валами.

Объединенная проба – совокупность точечных проб, отобранных от партии семян или контрольной единицы.

Однолетнее растение проходит жизненный цикл от семени до семени в течение одного сезона.

Окультуривание почвы – улучшение неблагоприятных агрономических свойств почвы (внесение органических и минеральных удобрений, известкование, мелиорация и др.).

Окучивание – присыпка земли к основанию растений.

Онтогенез – индивидуальное развитие растения от момента оплодотворения яйцеклетки до окончания жизни. В садоводстве началом онтогенеза часто считают возраст растения от прививки, черенкования, отводки и др.

Оплодотворение – процесс слияния мужской и женской половых клеток.

Опрыскивание – распыление на поверхности растений или почвы растворов пестицидов и удобрений.

Опыление – процесс перенесения пыльцы на рыльце пестика. Если пыльцу переносят в пределах одного сорта, то это самоопыление, если в пределах разных сортов, то это перекрестное опыление. Оно бывает естественным и искусственным.

Опыливание – нанесение порошка на поверхность растений (почвы) с целью борьбы с вредителями.

Орган по сертификации семян – государственная семенная инспекция, Научно-методический центр по семенному контролю и др., аккредитованные в установленном порядке и осуществляющие работы по сертификации семян.

Органические удобрения – это свежие или биологически переработанные вещества растительного либо животного происхождения, вносимые в почву для улучшения ее плодородия и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Органогенез – образование зачатков органов и их дифференцировка в ходе онтогенеза многоклеточных организмов.

Оригинальные семена (ОС) – семена первичных звеньев семеноводства, питомников размножения и суперэлиты, выращенные оригинатором сорта или под его непосредственным руководством и предназначенные для размножения.

Оригинатор сорта – физическое или юридическое лицо, которое создало, вывело сорт, обеспечивает его сохранение (данные об этом лице внесены в Государственный реестр селекционных достижений).

Осморегуляция – физико-химические процессы, поддерживающие давление жидкости внутри тела (клетки).

Осмоз – диффузия воды через полупроницаемую мембрану из меньшей концентрации раствора в большую.

Отава – травостой, отросший после его скашивания или стравливания животными в течение одного вегетационного периода.

Отавность растений – свойство травянистых растений отрастать после скашивания или стравливания животными.

Отбор – процесс, благодаря которому организмы лучше приспособляются к среде, выживают и размножаются, а менее приспособленные гибнут или не оставляют потомства.

Пар занятый – один из видов пара, поле севооборота, занимаемое в первую половину лета сельскохозяйственными растениями (однолетние травы, ранний картофель и т.д.). После их уборки поле обрабатывают под последующую культуру.

Пар чистый – поле агрономического ремонта, свободное от возделывания сельскохозяйственных культур и обрабатываемое в течение лета.

Паразитический тип питания – питание соками или тканями тела других организмов.

Партеногенез – форма полового размножения, при которой зародыш развивается из неоплодотворенной яйцеклетки.

Партия семян – количество однородных по происхождению и качеству семян одного сорта (вида), предназначенное к одновременной отгрузке, хранению, оформленное единым документом о качестве.

Пастбищеоборот – чередование сроков выпаса и скашивания травостоя по годам на пастбище по определенному плану.

Пастбищный период – продолжительность в днях содержания животных на пастбищном корме в течение одного года.

Переваримость питательных веществ корма – показатель, выражаемый относительным количеством питательных веществ, усвояемых в пищеварительном тракте животных.

Перегной – однородная землистая масса, образовавшаяся в результате разложения навоза и органических остатков растительного или животного происхождения.

Период вегетации – время от появления всходов до созревания культуры.

Перспективный сорт – переданный в Госсортосеть, значительно превзошедший стандарт в первые годы испытания по хозяйственно ценным признакам, но еще не допущенный к использованию по данному региону.

Пестицид – химическое вещество, используемое для борьбы с вредными организмами, повреждающими растения, вызывающими порчу сельскохозяйственной продукции.

Пинцировка – удаление верхушки молодого растущего побега.

Питание – процесс приобретения живыми организмами вещества и энергии.

Питательность корма – комплекс показателей, характеризующий, концентрацию в корме энергии и питательных веществ, их переваримость, продуктивное и физиологическое действие.

Питательные вещества корма – органические и неорганические вещества, необходимые для питания животных.

Плантаж – способ глубокой обработки почвы в целях создания большого пахотного слоя для лучшего роста и развития корневой системы на большой глубине.

Плодородие почвы – это ее способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, воздухе, тепле, необходимых для нормальной жизнедеятельности.

Плотность почвы – масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Ее выражают в г/см³.

Плотность стеблестоя (травостоя) – количество побегов растений на 1 м² полевой культуры, трав на сенокосах или пастбищах.

Площадь питания – участок почвы, приходящийся на одно растение.

Плющение – раздавливание стеблей трав и зерна.

Побег – пророст текущего года с листьями.

Поверхностное улучшение сенокосов (пастбищ) – улучшение сенокосов (пастбищ) без полного нарушения дернины.

Поверхностный посев – посев семян на небольшую глубину.

Повторное цветение – неоднократное, более или менее последовательное цветение в течение одного сезона.

Повторные посевы – посевы одной и той же культуры несколько лет подряд.

Подкормка – внесение удобрений дробными дозами в период вегетации в виде растворов или сухих удобрений.

Подлинность семян – соответствие семян сорту, сортовым и посевным качествам, указанным в документе на семена.

Подпокровные культуры – культуры, высеваемые под покров другой культуры.

Пожнивные посевы – промежуточные посевы в летне-осенний период после уборки или до посева основной культуры.

Покой (у семян или растений) – продолжительный период с низким уровнем жизнедеятельности. Покой вынужденный – состояние растения, когда отсутствие роста вызвано внешними неблагоприятными условиями среды. При наличии благоприятных условий среды растение может расти. *Покой условный* – состояние растения, ко-

гда почти полностью приостанавливаются процессы роста. *Покой физиологический* – состояние растения, когда прекращение роста обусловлено внутренним ритмом развития организма.

Покровные культуры – культуры, под которые подсевают другие культуры.

Полив вегетационный – полив растений в период вегетации для обеспечения растений влагой.

Полиморфизм – появление в одной популяции нескольких различных форм.

Политипический вид – вид, состоящий из двух или нескольких подвидов.

Полицитогенный тип бесполого размножения – размножение с помощью группы специальных клеток.

Полиэмбриония – развитие нескольких зародышей из одной зиготы.

Полнота всходов – отношение полевой всхожести семян к лабораторной.

Половое размножение – развитие новой особи из зиготы, образовавшейся при слиянии женской и мужской половых клеток (оплодотворение).

Половой диморфизм – различия между самцами и самками во внешнем и внутреннем строении, размерах, поведении.

Половой процесс – объединение в наследственном материале потомка генетической информации от двух родителей.

Популяция – совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих определенный ареал.

Посевная годность семян – процент семян основной культуры в партии, обладающих всхожестью.

Посевные качества семян – это совокупность свойств семян, характеризующих степень пригодности их для посева (посадки).

Послеуборочное (физиологическое) дозревание семян – приобретение свежубранными семенами полной всхожести.

Поукосные посевы – растения, высеваемые после скашивания других культур на корм.

Почвенная подошва – твердый уплотненный слой почвы, образующийся непосредственно под пахотным.

Почвоведение – наука о почвах, их образовании, строении, составе и свойствах, закономерностях географического распространения, о формировании и развитии главного свойства почвы – плодородия и путях наиболее рационального его использования.

Почвообразующая (материнская) порода – исходный материал, из которого формируется почва.

Почвоутомление – снижение урожайности культур в результате накопления в почве болезней, сорняков, вредителей, патогенных микроорганизмов, токсичных веществ и др.

Почкование – один из способов вегетативного размножения.

Предпосевная обработка семян – система приемов, улучшающих посевные и физические качества семян, ускоряющих появление всходов, повышающих урожайность семян.

Предпосевное удобрение – удобрение, вносимое в борозду непосредственно перед или во время посева или посадки растений.

Прессование сена (соломы) – упаковывание и уплотнение сена (соломы) в кипы, тюки, рулоны для обеспечения лучшего хранения и удобства транспортирования.

Продолжительность жизни – период от посева семян до естественного отмирания растений.

Прокариоты – бактериальные организмы, не обладающие четко оформленным ядром с оболочкой и типичным хромосомным аппаратом.

Промежуточные посевы – культуры, высеваемые в промежуток времени, свободный от основной культуры.

Прополка видовая (сортовая) – удаление из сортового посева примесей, относящихся к другим видам, родам или сортам растений.

Простейшие – тип одноклеточных животных.

Пространственная изоляция – расстояние между посевами различных сортов и культур для предотвращения переопыления и механического засорения.

Протокол испытаний – документ, содержащий данные о результатах анализа пробы семян на соответствие стандартам.

Протравливание – это обеззараживание семенного и посадочного материала от грибных и бактериальных болезней, предохранение от повреждений почвообитающими вредителями при помощи смачивания или опыливания его различными ядами или прогревания.

Прямой посев – посев семян в необработанную почву.

Пунктирный посев – рядовой посев сельскохозяйственных растений, при котором семена высеваются поштучно и распределяются в рядке на одинаковом расстоянии друг от друга.

Пчелоопыление – использование домашних пчел для опыления сельскохозяйственных культур.

Разбросной посев – равномерное распределение семян по всей поверхности почвы путем их разбрасывания.

Раздельная (двухфазная) уборка включает 2 операции: 1 – скашивание и укладку в валок массы для дозревания и сушки; 2 – подбор и обмолот валков.

Размножение – способность живых организмов воспроизводить себе подобных, обеспечивая непрерывность и преемственность жизни.

Районирование сорта (гибрида) – определение границ (ареала) почвенно-климатической зоны в областях, краях и регионах допуска в процессе Государственного испытания сорта в сортосети.

Регуляторы роста (гормоны растений) – соединения, вызывающие в небольших концентрациях стимуляцию или подавление роста растений: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен.

Репродуктивные органы – органы растения, создающие половое потомство: цветок, соцветие, семена, ягоды.

Репродукционные семена (РС) – семена, полученные от последовательного пересева элитных семян (первое и последующие поколения – РС₁ РС₂, РС₃ и т.д.). Репродукционные семена, предназначенные для производства товарной продукции, обозначают РСт.

Ретарданты – химические вещества, подавляющие рост растений.

pH – это отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода в почвенном растворе.

Рост и развитие растений – необратимое увеличение размеров, последовательные качественные изменения структуры и функций растений, возникающие в процессе онтогенеза.

Самоопыление – опыление цветков в пределах того же растения.

Самоопыляющееся растение – растение, у которого нормальное потомство получается при опылении пылью своего или другого цветка того же растения.

Сапрофитный (осмотрофный) тип питания – питание растворенным органическим веществом, образующимся при разложении тел или продуктов жизнедеятельности организмов.

Севооборот – это научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени и на территории или только во времени.

Селективное преимущество – повышенная выживаемость одного генотипа по отношению к другому.

Семена – посевной материал (семена, плоды, соплодия, части сложных плодов), используемый для посева.

Семенники – растения, выращиваемые из маточников для получения семян, или плоды, оставляемые на однолетних растениях с этой же целью.

Семенной контроль – система мероприятий по определению посевных качеств семян, проверке соблюдения требований ГОСТов в семеноводстве.

Семеноводство – специальная отрасль сельскохозяйственного производства, занимающаяся размножением чистосортных, кондиционных сортовых и гибридных семян.

Семядольные листья – первые листья, формирующиеся из семядолей при прорастании семян.

Сенаж – консервированный в герметических условиях корм, приготовленный из трав, провяленных до влажности 50–55%. Сырьем для сенажа служат травы естественных сенокосов и посевные (бобовые, убранные не позднее начала цветения, злаковые – в фазе колошения).

Сенокосооборот – чередование сроков скашивания участков сенокоса по определенному плану.

Сертификат на партию семян – документ, удостоверяющий их посевные качества и подтверждающий соответствие требованиям государственных и отраслевых стандартов.

Сидеральные культуры – культуры, которые выращиваются для получения зеленой массы, заделываемой в почву на зеленое удобрение.

Сидеральные удобрения – сидеральные культуры, выращиваемые на зеленое удобрение.

Сидерат – растение, выращиваемое для последующей заделки в почву в качестве органического удобрения.

Сила роста семян – способность ростков семян пробиваться через определенный слой песка или почвы на 10-е сутки.

Симбиоз – различные формы совместного существования организмов.

Скарификация семян (от лат. *scarifico* – царапаю, надрезаю) – механическое нарушение оболочки семян для устранения их твердокаменности.

Смесь семян состоит из двух и более родов (сортов) сертифицированных партий семян.

Смешанная партия семян – партия семян, состоящая из семян одного сорта (вида) и одной категории, полученная более чем из одного источника.

Сорняк – растение, засоряющее сельскохозяйственные посевы (угодья).

Сорт – 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.

Сортовая чистота, чистосортность – отношение числа стеблей основного сорта, выраженное в процентах к числу всех продуктивных стеблей данной культуры.

Сортовой контроль – определение сортовой чистоты и установление принадлежности растений и семян к определенному сорту путем полевой апробации, грунтового контроля и лабораторного сортового контроля.

Сортовые качества семян – совокупность признаков, характеризующих принадлежность семян к определенному сорту сельскохозяйственных растений.

Сортоиспытание – изучение и оценка сорта, гибрида, проводимые по установленной методике в сравнении со стандартным сортом.

Сортообновление – периодическая замена сортовых семян более высококачественными того же сорта, т.е. семенами высших репродукций.

Сортосмена – замена в хозяйстве одного сорта другим, превосходящим его по хозяйственно – ценным признакам.

Сперматозоид (спермий) – зрелая мужская половая клетка, участвующая в процессе оплодотворения.

Спорообразование – а) образование специализированных клеток для бесполого размножения (спор) у грибов и растений; б) образование покоящейся формы клеток бактерий, устойчивых к неблагоприятным воздействиям окружающей среды; в) образование спор у простейших, окруженных плотной оболочкой, служащих для распространения и переживания неблагоприятных условий.

Средняя проба – количество семян, выделенное из объединенной пробы для лабораторного анализа.

Стратификация семян – выдерживание семян во влажном песке и при пониженной температуре для ускорения их прорастания и повышения всхожести.

Субстрат – вещество, на которое действует фермент.

Сумма активных температур – показатель, характеризующий количество тепла и выражающийся суммой средних суточных температур воздуха или почвы, превышающий определенный порог: 0, 5, 10 градусов или биологический минимум температуры, необходимой для развития определенного растения.

Суперэлита (от лат. *super* – сверху и элита от франц. *elite* – самое лучшее, отборное) – семена, наиболее полно передающие все признаки и свойства возделываемого сорта.

Таксон – группа организмов на основе их физиологического, генетического родства, обособленная от других групп.

Твердокаменность семян – свойство семян не набухать и не прорасти в течение определенного срока.

Текущий агроконтроль – контроль качества полевых работ, проводимый в процессе их выполнения.

Технологическая карта – плано-нормативный документ, отражающий комплекс технологических, организационных и экономических мероприятий по выполнению заданной производственной программы.

Тотипотентность – свойство клеток реализовывать генетическую информацию ядра и обеспечивать генетическую дифференцировку и развитие до целого организма.

Точечная проба – проба семян, отобранная от партии за один прием.

Транспирационный коэффициент – это количество воды, затрачиваемое растением на образование единицы сухого вещества. Представляет собой отношение массы израсходованной растением воды к массе сухого вещества урожая.

Тургор – упругость клетки, ткани и органа вследствие давления содержимого клетки на их эластичные стенки.

Удобрения – это органические или минеральные вещества, в химический состав которых входят элементы питания, необходимые для культурных растений.

Урожай – растительная продукция культуры, собранная с какой-либо площади (гектар, поле и т.п.).

Урожайность – количество продукции растениеводства с единицы посевной площади.

Урожайные свойства семян (сорта) – их способность давать в условиях конкретного хозяйства урожай, величина которого определяется наследственностью и модификационной изменчивостью, возникающей под влиянием условий выращивания.

Факторы жизни растений (ФЖР) – это природные тела и явления, которые, являясь источниками вещества и энергии, участвуют в образовании тел растений, влияют на их рост и развитие, урожайность и качество продукции.

Факторы почвообразования – это условия, которые влияют на процесс образования почв.

Фенологические фазы – фазы развития растений, последовательная смена биологического развития растений в годичном цикле, выражающаяся как во внешних, так и во внутренних (физиологических) изменениях.

Фенотип – сумма всех свойств и признаков данного организма. Зависит от генотипа и условий внешней среды.

Фенотип растения – особенности строения и жизнедеятельности организма, обусловленные взаимодействием генотипа и условий внешней среды.

Ферменты – биологические катализаторы; специфические белки, катализирующие химические реакции в клетке, направляющие и регулирующие обмен веществ.

Физиологически активная радиация – это участок оптического излучения с длиной волн 300–800 нм, способствующий передвижению и перераспределению веществ в растительном организме.

Фитонциды – биологически активные вещества, образуемые растениями, подавляющие бактерии, грибы, некоторые вирусы и простейшие.

Фитоценоз – растительное сообщество, совокупность видов растений на ограниченном, относительно однородном участке, способных сосуществовать друг с другом.

Фотолиз – реакция расщепления химических соединений с использованием энергии света.

Фотосинтез – превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими бактериями энергии солнца в энергию химических связей органических веществ.

Фотосинтетически активная радиация (ФАР) – это участок оптического излучения с длиной волн 380–710 нм, обеспечивающий фотосинтез растений.

Фракция семян – сходные по форме, размерам, объемной массе семена.

Фумигация – способ борьбы с болезнями, основанный на применении ядовитых паров, аэрозолей, газа. Проводят в камерах, помещениях, под пленкой, брезентом и т.д.

Фунгицид – препарат для уничтожения возбудителей болезней растений.

Хемосинтез – тип питания, основанный на усвоении CO_2 за счет окисления неорганических соединений; встречается у бактерий.

Химическая прополка – уничтожение сорняков гербицидами.

Цитокинины – гормоны растений, производные 6-аминопурина; индуцируют деление клеток и дифференцировку тканей.

Чистота семян – содержание в семенном материале семян основной культуры, выраженное в процентах к общей массе.

Эволюция – необратимый процесс исторического развития живого.

Экспрессивность – степень выраженности признака.

Элита (от франц. *elite* – самое лучшее, отборное) – семена, полученные из семян суперэлиты.

Эмбрион – организм на ранней стадии развития.

Эндосперм – питательная ткань семени.

Энергия прорастания – процент нормально проросших семян за короткий срок (например, для зерновых культур через 3–4 суток), характеризует способность семян давать дружные всходы.

Энтодерма – внутренний зародышевый слой многоклеточных животных.

Эрозия – смыв и снос почвы потоками воды ливневого характера, сильными дождевыми осадками и ветром.

Эукариоты – организмы, клетки которых имеют четко оформленное и обладающее оболочкой ядро.

Яйцеклетка – зрелая женская половая клетка.

Яровые культуры – однолетние сельскохозяйственные растения, высеваемые весной и дающие урожай в год посева.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Свыше десяти тысячелетий человек занимается сельским хозяйством. В сельскохозяйственное производство вовлечена значительная часть территории земного шара. История развития сельскохозяйственного производства характеризуется главным образом стремлением получить как можно более высокие урожаи возделываемых культур и повысить продуктивность сельскохозяйственных животных.

Получение высокого урожая полевых культур находится в тесной зависимости от характера роста и развития растений, что связано с их биологическими особенностями. Знание этих особенностей и закономерностей является необходимым фундаментом для специалистов сельского хозяйства, так как растения составляют центральный предмет деятельности человека с древних времен.

Огромные территории используются для выпаса сельскохозяйственных животных. В агроландшафтах немалые площади отведены под строительство скотных дворов, животноводческих ферм и комплексов, летних лагерей для содержания крупного рогатого скота и других видов животных.

Поэтому сельскохозяйственные экосистемы – это не только продукт природы, но и объект человеческого труда. Исходя из этого, роль агробиологических знаний в подготовке кадров для сельскохозяйственного производства и воспитании населения страны безусловно велика.

Данное пособие разработано на основе рабочей программы дисциплины с использованием материалов литературных источников, в соответствии с основными требованиями Федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации.

Приобретенные знания в процессе изучения данной дисциплины являются основой для формирования профессиональных компетенций будущих выпускников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / под ред. Г.И. Баздырева. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 725 с.
2. Агроэкология: учеб. для вузов / под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Артохин, К.С. Сорные растения: справ. и учеб.-метод. пособие / К.С. Артохин. – М.: Печатный Город, 2007. – 176 с.
4. Баздырев, Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современной земледелии / Г.И. Баздырев, Л.И. Зотов, В.Д. Полин. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – 288 с.
5. Бекетов, А.Д. Земледелие Восточной Сибири / А.Д. Бекетов, В.К. Ивченко, Т.А. Бекетова. – Красноярск, 2010. – 388 с.
6. Белюченко, И.С. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / И.С. Белюченко, О.А. Мельник. – Краснодар: КГАУ, 2010. – 297 с.
7. Ведров, Н.Г. Сибирское растениеводство / Н.Г. Ведров, В.Е. Дмитриев, А.Н. Халипский. – Красноярск: КрасГАУ, 2002.
8. Демиденко, Г.А. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / Г.А. Демиденко, Н.В. Фомина. – Красноярск: КрасГАУ, 2017. – 247 с.
9. Земледелие: учеб. для вузов / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин [и др.]. – М.: КолосС, 2000. – 550 с.
10. Карпук, В.В. Растениеводство: учеб. пособие / В.В. Карпук, С.Г. Сидорова. – Минск: БГУ, 2011. – 351 с.
11. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии: учеб. пособие / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
12. Конспект флоры Сибири: сосудистые растения / под ред. Л.И. Малышева. – Новосибирск: Наука, 2005. – 365 с.
13. Почвоведение с основами геологии: учеб. пособие для вузов / под ред. А.И. Горбылевой. – Минск: Новое знание, 2002. – 472 с.

14. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / И.В. Сергеева, А.Л. Пономарева, Ю.М. Мохонько [и др.]. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2012. – 120 с.
15. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / Н.А. Уразев, А.А. Вакулин, А.В. Никитин [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 304 с.
16. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / под ред. Ю.И. Житина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 258 с.
17. Степановских, А.С. Экология: учеб. для вузов / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.
18. Стрижова, Ф.М. Растениеводство: учеб. пособие / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Цапева, Ю.Н. Титов. – Барнаул: АГАУ, 2008.
19. Шапиро, Я.С. Агробиология: учеб. пособие / Я.С. Шапиро. – СПб.: Проспект Науки, 2009. – 280 с.

АГРОБИОЛОГИЯ

Учебное пособие

Карпюк Татьяна Викторовна

Электронное издание

Редактор Т.М. Мастрич

Подписано в свет 03.03.2020. Регистрационный номер 230
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru