

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

В. В. Скорина

# **ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО САДОВОДСТВА**

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

### **КУРС ЛЕКЦИЙ**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
в сфере высшего образования Республики Беларусь  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений образования,  
обеспечивающих получение углубленного высшего образования  
по специальности 7-06-0811-02 Агрономия*

Горки  
Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия  
2025

УДК 635(075.8)

ББК 42.34я73

С44

*Рекомендовано методической комиссией  
агротехнологического факультета 24.12.2024 (протокол № 4)  
и Научно-методическим советом  
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии  
26.12.2024 (протокол № 5)*

Автор:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. В. Скорина*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. С. Бруйло*;

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. А. Гащенко*

**Скорина, В. В.**

С44

Технологии промышленного садоводства. Инновационные технологии выращивания плодовых, ягодных и овощных культур. Курс лекций : учебно-методическое пособие / В. В. Скорина. – Горки : Беларус. гос. с.-х. акад., 2025. – 203 с. ISBN 978-985-882-635-2.

Представлен материал по изучению инновационных технологий производства плодов, ягод и овощей с использованием современных методов. Изложены основные понятия инноваций и их классификация. Представлен материал по системе питания плодовых и овощных культур в защищенном грунте, виды субстратов, методика приготовления питательных растворов для малообъемной культуры, особенности технологии выращивания рассады, морфологические и биологические особенности плодовых, ягодных и овощных культур, элементы инновационных технологий и агротехнические приемы возделывания.

Для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение углубленного высшего образования по специальности 7-06-0811-02 Агрономия.

**УДК 635(075.8)**

**ББК 42.34я73**

**ISBN 978-985-882-635-2**

© Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия, 2025

## **Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЗОР ПЛОДООВОЩНОГО СЕКТОРА В БЕЛАРУСИ**

В настоящее время широкое распространение в агропромышленном комплексе приобретают инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур (в овощеводстве открытого и защищенного грунта, растениеводстве, плодоводстве, виноградарстве, цветоводстве), которые приходят на смену, менее экономически и технологически устаревшим технологиям.

Инновационные технологии выращивания культур основаны на использовании новых приборов, оборудования, культур, сортов и гибридов. Данные технологии, по предварительным прогнозам, позволят увеличить объемы производства широкого ассортимента плодов и ягод, овощей из открытого и защищенного грунта, обеспечат получение конкурентоспособной продукции высокого качества с широкими возможностями экспорта и импортозамещения.

Развитие отечественного садоводства по инновационному пути позволит выйти на высокий международный уровень, обеспечит удовлетворительную независимость, безопасность.

В отрасли садоводства существует специфика, где специалисты сталкиваются с необходимостью освоения новшества, требуется адаптация инновации к конкретным различным агроклиматическим и технологическим особенностям сельскохозяйственного предприятия, специализирующегося на производстве плодоовощной продукции.

Во многих странах с развитым аграрным сектором в производстве овощей осваиваются около 60–65 % новшеств в течение трех-шести лет.

Использование достижений науки и техники в отрасли плодоводства, овощеводства в современных рыночных условиях главным образом будет основано на факторах высокой конкурентной борьбы.

В связи с этими особенностями большое значение для широкомасштабного внедрения и распространения инноваций в садоводстве приобретают различные организации, службы сельскохозяйственного консультирования, действующие совместно с сельскохозяйственными предприятиями, производящими плодоовощную овощную продукцию, а также с научными и образовательными организациями (опытные станции, НИИ, сельскохозяйственные вузы, колледжи и др.). Важным механизмом для внедрения новшеств является финансирование фун-

даментальных и приоритетных прикладных научных исследований, модернизация и техническое переоснащение основных фондов для проведения исследований на уровне, не уступающем лучшим мировым научным лабораториям; подготовки высококвалифицированных кадров в научной, научно-технической и инновационной сферах; развитие современных информационно-телекоммуникационных и наукоемких технологий и внедрение их в научную, научно-техническую деятельность и учебный процесс; совместное использование научной, опытно-экспериментальной и приборной базы вузовского и отраслевого секторов науки в исследовательском и учебном процессе; закрепление интеллектуальной собственности за авторами данной инновации и получение ими вознаграждения за их использование, как это получило распространение во многих аграрных развитых странах.

Садоводство – это специфическая отрасль сельскохозяйственного производства, причем более 80 % овощной продукции в настоящее время производится в личных подсобных хозяйствах, где затраты труда и ресурсов очень высоки.

Одним из важных условий перехода отечественной отрасли садоводства на инновационный путь развития является освоение руководителями и специалистами сельскохозяйственных предприятий основ инновационной деятельности. Специалисты должны обладать профессиональными навыками и знаниями в сфере АПК, садоводства, в области охраны прав интеллектуальной собственности, экономической, экологической оценки эффективности технологии выращивания культур в открытом и защищенном грунте.

### **Обзор плодовоовощного сектора в Беларуси.**

#### ***Сельское хозяйство и экономика Беларуси.***

Сельское хозяйство является важным сектором экономики Беларуси и вносит решающий вклад в обеспечение продовольственной безопасности и экономического роста. В 2020 г. вклад сельского хозяйства составил 6,8 % в ВВП страны и около 7,2 % в общую численность занятых. Общая площадь земель, находящихся в сельскохозяйственном обороте, составляет почти 8,3 млн га или более 40 % территории страны. Большая часть сельскохозяйственной деятельности ведется на государственных землях и в фермерских хозяйствах. По состоянию на 1 января 2021 г. в отрасли насчитывалось более 1400 сельскохозяйственных предприятий и 3000 фермерских хозяйств. Основными продовольственными культурами, выращиваемыми белорусскими сель-

хозпроизводителями, являются ячмень, кукуруза, картофель, сахарная свекла и пшеница. Плодоовощная отрасль Беларуси способствует развитию экономики страны, позволяет непрерывно обеспечивать население продуктами здорового питания, а промышленность – сырьем для переработки.

**Плодоводство.** Основную массу собираемых с деревьев фруктов и выращиваемых ягод в Беларуси составляют семечковые (74 %), ягоды – 16 % и косточковые – 9 % (от общего объема производства в 2020 г.).

Минская, Брестская и Гродненская области являются основными районами производства фруктов и ягод в Беларуси. Предприятия государственного сектора за последние десять лет также увеличили объемы производства фруктов и ягод. Частные сельскохозяйственные предприятия увеличили объемы производства фруктов и ягод в 13 раз.

Яблоко – основная плодовая культура, выращиваемая в Беларуси. Ежегодно высаживаются новые яблоневые сады, за период 2016–2019 гг. засажено несколько тысяч гектаров. За последние десять лет произошли значительные улучшения в методах производства и обеспечении высокой плотности посадки яблонь. Тем не менее, внутреннее производство не полностью удовлетворяет спрос на яблоки.

Клубника – вторая по важности плодовая культура в Беларуси. В последние годы благодаря крупным государственным инвестициям в плодоводство эта культура начала выращиваться в больших объемах. Увеличилась посевная площадь – с 6000 га до 9000 га, урожайность и прибыль от производства также возросли. Клубника является объектом исследований в Институте плодоводства и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Развернута сеть сортоиспытательных станций в районах, характеризующихся различными почвенно-климатическими условиями. Все результаты исследований оцениваются и апробируются на сельскохозяйственных предприятиях. В институте плодоводства, где проводятся исследования по технологии выращивания земляники в открытом и закрытом грунте, проанализировано более 300 образцов земляники различного географического происхождения и разработаны стандарты для посадочного материала.

**Овощеводство.** Овощеводство в Беларуси в последние годы получило большое развитие. Природно-климатические условия страны благоприятны для выращивания холодостойких овощных культур (капуста всех видов, столовые корнеплоды, зеленные культуры). Условия

для ежегодных гарантированных сборов теплолюбивых культур (томаты, огурцы) в открытом грунте имеются только в юго-восточном и юго-западном районах страны. В других местах гарантированные урожаи этих культур возможны в теплицах, под пленочными покрытиями и в закрытом грунте. Объем производства овощей в 2021 г. составил 424 000 т (в 2020 г. – 404 300 т), что говорит о росте объема производства на 4,9 %. Производство овощей на душу населения в последние годы колебалось от 178 кг до 206 кг.

Личные подсобные хозяйства являются основными производителями фруктов и овощей в Беларуси по размеру посевной площади и объему урожая. В общей посевной площади доля личных подсобных хозяйств составляет 80 %, фермерские хозяйства – 13 %, сельскохозяйственные организации – 7 %.

Личные подсобные хозяйства в первую очередь ориентированы на производство продуктов для потребления членами семьи. Излишки продукции домашних хозяйств могут продаваться на местных сезонных рынках или в потребительских кооперативах. В большинстве случаев в подсобных хозяйствах используются устаревшие технологии, а урожайность сельскохозяйственных культур несколько ниже, чем в среднем по стране, включая продукцию частных фермерских хозяйств (16,5 % от общей площади) и сельскохозяйственных организаций (8,4 % от общей площади).

Наиболее широко потребляемыми овощами в стране являются картофель, капуста, морковь и свекла. Картофель является основной сельскохозяйственной культурой, выращиваемой в стране и собираемой с уборочной площади размером в 254 000 га. В Беларуси отмечается самое высокое потребление картофеля на душу населения в мире – 182 кг на человека (FAO Stat, 2018). В 2021 г. урожай овощей, в частности картофеля, в Беларуси оказался значительно ниже ожидаемого, что привело к резкому росту цен на большинство видов овощей борщевого набора. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, объем производства картофеля в 2021 г. составил 1 014 700 т по сравнению с 1 109 300 т в 2020 г. Таким образом, снижение объема производства картофеля за 2021 г. составило 9,1 %.

В Беларуси в секторе садоводства наблюдаются значительные технологические недостатки на уровне производства и послеуборочной обработки. Продукция белорусских производителей традиционно поставляется на местный рынок, а также в небольших объемах в Россий-

скую Федерацию, поэтому не делался акцент на маркетинговом продвижении овощных продуктов белорусских сортов стандартного размера и с оптимальным сроком хранения.

Другими наиболее популярными в плане производства овощными культурами являются лук, морковь и белокочанная капуста. Также выращивается множество вспомогательных овощных культур.

Овощные культуры выращиваются не только в открытом грунте – небольшие объемы овощей выращиваются в закрытых сооружениях (теплицах, туннельных теплицах с пластиковым покрытием).

**Органическое плодоводство и овощеводство.** По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, у хозяйств общей площадью около 1600 га имеется сертификат на производство органической продукции. Фермы, занимающиеся органическим производством, специализируются в основном на растениеводстве. В Беларуси нет официальной статистики по органическому сельскому хозяйству, а также нет данных об общей площади производства и типах выращиваемых культур. Однако, по данным РУП «Институт мясной и молочной промышленности», имеются следующие сведения на основе информации, собранной в 2018 г.:

- в Беларуси производится около 25 видов сертифицированных органических овощных культур, но общая площадь занимаемых ими земель не превышает 32 га. Наибольшие площади занимают морковь (13 га), капуста (8,6 га) и картофель (5,9 га). Объем производства этих культур в 2018 г. составил 280 т, 236 т и 90 т соответственно;

- в стране активно развивается органическая плодово-ягодная подотрасль. Площадь плантаций с многолетними плодовыми насаждениями составляет 0,4 га, в частности, 0,1 га, засаженных яблонями, 0,3 га – черешней и 0,5 га – фундуком;

- общая площадь земель, занятых ягодными культурами, составляет около 90 га, 35 % из которых засажены садовой земляникой (31,6 га), а 17 % – черной смородиной (15 га). По объемам производства лидирует садовая земляника (более 55 тонн) и голубика – более 16 т. Объем собранного урожая малины и черной смородины составляет около 4 т.

В Беларуси традиционные способы переработки фруктов и овощей включают засолку, ферментацию и вымачивание. В структуре Министерства сельского хозяйства и продовольствия Беларуси имеется 15 государственных перерабатывающих предприятий, которые специализируются на производстве продуктов на основе фруктов и овощей.

**Маркетинг и продажи. Внутренний рынок.** Свежие фрукты и овощи продаются по четырем основным каналам. Это торговые объекты, сельскохозяйственные и смешанные рынки, ярмарки и специально выделенные для данной цели площадки. Рынок розничной продукции в Беларуси характеризуется высоким уровнем конкуренции между отечественными и зарубежными поставщиками и торговцами, что существенно влияет на потребительские цены. В последние годы расширяется ассортимент импортной плодоовощной продукции в консервированном, замороженном и сушеном виде, а также органической продукции. В то же время белорусские предприятия не в полной мере конкурируют с более крупными иностранными производителями и агропереработчиками из-за финансовой задолженности, низкого уровня рентабельности реализуемой продукции, отсутствия необходимой инфраструктуры, недостаточного развития систем производства, переработки, хранения, транспорта, а также маркетинговой и логистической деятельности.

**Рыночная стоимость и объем экспорта основных плодоовощных культур.** Морковь, свекла, белокочанная капуста, помидоры и огурцы являются основными экспортируемыми овощами, в то время как яблоки и некоторые косточковые фрукты являются основными экспортируемыми плодовыми культурами. Основным экспортным рынком является Российская Федерация, на которую приходится почти 80 % всей экспортируемой продукции, большую часть которой составляют овощи. Основным импортером поставляемых из Беларуси фруктов и ягод является Российская Федерация (более 95 %).

Среди наиболее широко потребляемых фруктов в Беларуси можно назвать, в особенности, яблоки, объемы которых приближаются к объемам, достаточным для удовлетворения потребностей внутреннего рынка. Более половины импортируемых овощей поставляются из Турции, Российской Федерации, Польши, а фрукты преимущественно привозятся из Польши, Турции, Испании и др.

## **Тема 2. НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

### **2.1. Роль научно-технической информации в инновационной деятельности**

*Инновация, нововведение* (в переводе с англ. *innovation*) – это внедренное новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации. Примером инновации является выведение на рынок продукции (товаров и услуг) с новыми потребительскими свойствами или качественным повышением эффективности производственных систем. Само понятие *innovation* впервые появилось в научных исследованиях XIX в.

*Инновация* – это результат инвестирования интеллектуального решения в разработку и получение нового знания, ранее не применявшейся идеи по обновлению сфер жизни людей (технологии; изделия; организационные формы существования социума, такие как образование, управление, организация труда, обслуживание, наука, информатизация и т. д.) и последующий процесс внедрения (производства) этого, с фиксированным получением дополнительной ценности (прибыль, опережение, лидерство, приоритет, коренное улучшение, качественное превосходство, креативность, прогресс). Таким образом, необходим процесс: инвестиции – разработка – процесс внедрения – получение качественного улучшения.

Понятие *инновация* относится как к радикальным, так и постепенным (инкрементальным) изменениям в продуктах, процессах и стратегии организации (инновационная деятельность). Исходя из того, что целью нововведений является повышение эффективности, экономичности, качества жизни, удовлетворенности клиентов организации, понятие инновационности можно отождествлять с понятием предприимчивости – бдительности к новым возможностям улучшения работы организации (коммерческой, государственной, благотворительной, морально-этической).

*Инновация* – это процесс или результат процесса, в котором используется частично или полностью охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности, обеспечивается выпуск патентоспособ-

ной продукции, выпуск товаров и (или) услуг, по своему качеству соответствующих мировому уровню или превышающих его и достигается высокая экономическая эффективность в производстве или потреблении продукта.

Инновации рассматриваются с разных точек зрения: в связи с технологиями, коммерцией, социальными системами, экономическим развитием и формулированием политики. Соответственно, в научной литературе существует широкий спектр подходов к концептуализации инноваций. При концептуализации понятия «инновации» полезно сравнить его с другими понятиями. В частности, в научной литературе отмечается, что понятие «инновация» часто смешивается с понятием «изобретение», обозначающее создание новой технической разработки или усовершенствование старой и термином нововведение, означающее внедрение новых решений. Кроме того, многие усовершенствования товаров и услуг было бы правильнее назвать просто словом «улучшение». Понятия «изменения» и «креативность» также иногда могут быть употреблены вместо понятия «инновации». Чтобы отличать *инновации* от перечисленных выше понятий, нередко уточняется, что особенность инновации в том, что она позволяет создать дополнительную ценность, позволяет инноватору получить дополнительную ценность и связана с внедрением. В рамках этого взгляда инновация не является инновацией до того момента, пока она успешно не внедрена и не начала приносить пользу.

Другие понятия используются в рамках альтернативного подхода как часть определения инноваций: «Инновация имеет место, когда кто-либо использует изобретение – или что-то уже существующее новым образом – для изменения образа жизни людей». В данном случае изобретением может быть новая концепция, устройство или другие вещи, которые облегчают деятельность, а инновационность не связывается с тем, получил ли организатор инновации какую-либо выгоду и принесла ли она позитивный эффект.

Виды инноваций: технологические – получение нового или эффективного производства имеющегося продукта, изделия, техники, новые или усовершенствованные технологические процессы; социальные (процессные) – процесс обновления сфер жизни человека в реорганизации социума (педагогика, система управления, благотворительность, обслуживание, организация процесса); продуктовые – создание продуктов с новыми и полезными свойствами; организационные – совершенствование системы менеджмента; маркетинговые – реализация

новых или значительно улучшенных маркетинговых методов, охватывающих существенные изменения в дизайне и упаковке продуктов,

здание, распространение и освоение инноваций и обеспечивающих научно-технический прогресс. Отрасль овощеводства в современных условиях имеет хорошую перспективу, так как в республике имеются достаточные земельные ресурсы, энергоносители, трудовые ресурсы и благоприятные погодные условия для получения высококачественных урожаев в открытом и защищенном грунте.

Значение инноваций в агропромышленном комплексе и отрасли овощеводства велико. Это вызвано рядом причин. Начиная с 2000 г. объемы производства продукции начали постепенно увеличиваться. Несмотря на негативные явления, связанные с обновлением основных средств, в каждой отрасли сельскохозяйственного производства, в том числе овощеводстве появились и крепко закрепились с передовыми инновационными технологиями и высокой эффективностью производства. Инновационно активные хозяйства, производящие овощную продукцию в открытом и защищенном грунте, используют новую технику, прогрессивные технологии (светокультура, салатные линии, малообъемная технология), приборы, оборудование, современные сорта и гибриды.

Приведенные примеры положительных результатов инновационной деятельности в АПК и отрасли овощеводства показывают высокую актуальность, своевременность широкого внедрения в сельскохозяйственных предприятиях инновационных технологий выращивания овощных культур, что позволит обеспечить высокую конкурентоспособность продукции, особенно в связи со вступлением нашей страны в ВТО.

## **2.2. Стратегия развития инновационной деятельности**

В стратегии инновационного развития агропромышленного комплекса представлены цели и задачи. Цель стратегии – перевод АПК на инновационный путь развития и повышение на этой основе темпов роста производства, экономической эффективности и конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей, что позволит обеспечить продовольственную безопасность страны.

В задачи стратегии входит: формирование устойчиво развивающегося сектора исследований и разработок, обеспечивающего расширенное воспроизводство знаний, конкурентоспособных на мировом рынке, обеспечивающих решение проблемы продовольственной безопасности страны; системы образования как основы инновационного

развития АПК; развитие интенсивных технологий в растениеводстве на основе использования геоинформационных технологий, многооперационных энергосберегающих средств производства; обновление на качественно новой инновационной основе материально-технической базы всех сфер АПК; активное развитие современных направлений селекционно-генетической работы и внедрение их в производство, что позволит поднять продуктивность в растениеводстве; создание широкомасштабной системы трансфера инноваций в сельское хозяйство на основе построения сельскохозяйственной консультационной поддержки товаропроизводителей при создании национальной информационной системы с единым банком инноваций и передовой практики (в том числе с реестром законченных научных разработок), системы агротехнопарков, научно-технических альянсов и консорциумов научных и научно-учебных организаций, учебно-опытных хозяйств; формирование организационно-экономического механизма инновационного развития АПК на основе правовых норм регулирования деятельности инновационных научно-производственных организаций и их объединений, охраны интеллектуальной собственности, обеспечения объединения усилий государства и бизнеса в деле инновационного развития АПК; усовершенствование форм и методов программно-целевого управления инновационной деятельностью на федеральном и региональном уровнях, финансово-экономических инструментов материальной государственной поддержки и стимулирования инновационно-инвестиционной деятельности в АПК.

### **2.3. Классификация инноваций**

В экономической литературе рассмотрен ряд классификаций нововведений. Несмотря на имеющиеся различия, единым исходным положением для разработки всех используемых в настоящее время классификаций служит классификация Й. Шумпетера, в основу которой положен критерий новизны.

Традиционно, в самом общем виде, все инновации делятся на технологические и нетехнологические. Большинство исследователей уделяют внимание технологическим инновациям, являющимся прямой характеристикой интенсивности развития производства отрасли. К ним относятся все изменения, затрагивающие средства, методы, технологии производства, определяющие научно-технический прогресс. Инновации организационного, управленческого, правового, социального, экологического характера относятся к нетехнологическим инновациям.

В научной литературе существует множество подходов к раскрытию сущности классификационных различий инноваций. Каждая из них отражает ту или иную сторону рассматриваемого объекта. Наиболее распространенным в работах отечественных и зарубежных исследований является предметный подход к классификации инноваций, выделяющий следующие виды: продуктовые – новая продукция, потребляемая в сфере производства или в сфере потребления; процессные, которые, в свою очередь, делятся на технологические – новые технологии производства продукции; организационно-управленческие – новые методы организации работ и управления производством и социальные.

Наиболее полную классификацию инноваций предложил А. И. Пригожин:

- 1) по распространенности: единичные, диффузные;
- 2) по месту в производственном цикле: сырьевые, обеспечивающие (связывающие), продуктовые;
- 3) по преемственности: замещающие, отменяющие, возвратные, открывающие, ретровведения;
- 4) по охвату ожидаемой доли рынка: локальные, системные, стратегические;
- 5) по инновационному потенциалу и степени новизны: радикальные, комбинаторные, совершенствующие. Четвертое и пятое направление классификации, учитывающие масштаб и новизну инноваций, интенсивность инновационного изменения, в наибольшей степени выражают количественные и качественные характеристики инноваций и имеют значение для экономической оценки их последствий и обоснования управленческих решений.

Научно-практический интерес представляет классификация инноваций, предложенная О. Б. Стрелковым. Здесь выделен наиболее значимый признак группировки инноваций – интенсивность инновационного процесса, которая указывает на характер и степень вовлечения инновационного изменения в производственно-хозяйственный механизм предприятия (табл. 2.2).

Инновационная деятельность не ограничивается только деятельностью по освоению инноваций, но и предполагает содействие в реализации инновационного процесса, а именно – управленческую, инвестиционную и информационную деятельность.

Основными критериями классификации инноваций должны быть следующие (Р. А. Фатхутдинова):

- комплексность набора учитываемых классификационных признаков для анализа и кодирования; возможность количественного (качественного) определения критерия;
- научная новизна и практическая ценность предлагаемого признака классификации.

Таблица 2.2. **Классификация инноваций**

Классификационный признак	Классификационные группировки инноваций
Область применения инноваций	Управленческие, организационные, социальные, промышленные и т. д.
Характер общественных целей	Экономические, ориентированные на прибыль; экономические не ориентированные на прибыль и специальные
Этапы НТР, результатом которых стали инновации	Научные, технические, технологические, конструкторские, производственные, информационные
Причины возникновения	Реактивные, стратегические
Степень интенсивности инноваций	«Бум», равномерная, слабая, массовая
Предмет и сфера приложения	Продуктовые, рыночные, инновации – процессы
Темпы осуществления инноваций	Затухающие, нарастающие, равномерные, скачкообразные
Характер удовлетворяемых потребностей	Ориентированные на существующие потребности, ориентированные на формирование новых
Масштабы инноваций	Межконтинентальные, межнациональные, межрегиональные, региональные, крупные, средние, мелкие
Результативность инноваций	Высокая, низкая, стабильная
Структурная характеристика	Инновация на «входе», инновация на «выходе», инновация структуры предприятия
Сфера деятельности	Технологические, производственные, экономические, торговые, социальные, инновации в области управления
Эффективность инноваций	Экономическая, социальная, экологическая, интегральная

Разработанная им классификация охватывает все аспекты инновационной деятельности. Для упрощения управления инновационной деятельностью на основе этой классификации инновации можно кодировать. Кодирование может быть укрупненным (с одним знаком для признака) и детальным (с двумя знаками и более для признака). При укрупненном кодировании код инновации будет иметь 9 цифр.

Например, 121132151, где цифры означают вид инноваций по конкретным признакам, например: первая цифра означает радикальное новшество; вторая – новшество разработано на стадии НИОКР; третья – новшество мирового уровня; четвертая – новшество создано в сфере науки; пятая – новшество создано в основном для продажи; шестая – инновация повторяется; седьмая – инновация на основе изобретения; восьмая – эффект получен интегральный; девятая – инновация относится к подсистеме научного сопровождения системы инновационного менеджмента.

Кодировать инновации можно в рамках страны и мировом масштабе. В этом случае перед кодом указываются коды страны, отрасли, фирмы, взятые из системы сертификации. Кодирование инноваций позволит автоматизировать процесс их нахождения и отбора. Что дает значительный экономический эффект и активизирует инновационную деятельность.

В сферах агропромышленного производства инновации отличаются в связи с их отраслевыми, технико-технологическими и организационными особенностями. В структуре инноваций основных отраслей и сфер АПК разделяют инновации в экономике, организации и управлении. Наиболее полно классификацию организационных форм инновационного процесса в АПК по основным классификационным признакам предложили И. С. Санду и И. С. Оглоблин: по направлению интеграции: сельскохозяйственные, агропромышленные, обслуживающие; по характеру интегрированных связей: простые, средней сложности, многосторонние со сложными связями; по степени влияния на массовое производство: влияющие прямо, с вмешательством в производство, влияющие прямо без вмешательства в производство, влияющие косвенно; по источникам финансирования: бюджетные, многоисточникового финансирования, хозрасчетные; по основной (преобладающей) цели функционирования: разрабатывающие идеи, производящие научную продукцию, реализующие (внедряющие) научные разработки, функционирующие, комплексно охватывающие консультационную помощь, информационные; по уровню масштабов функционирования: федеральный, межрегиональный, региональный, межхозяйственный, хозяйственный.

Настоящее положение сельскохозяйственного производства и других аграрных сфер требует более радикальных решений, более интенсивных инновационных предложений и действий. Концепцией развития инновационных процессов в АПК и овощеводстве в структуре пер-

спективных осваиваемых в настоящее время инноваций определены: новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур (в том числе овощных, бахчевых культур); новые технологии возделывания овощных культур в открытом и защищенном грунте; новые методы повышения плодородия почвы и устойчивости земледелия; новые удобрения и их системы; новые средства защиты растений; регуляторы роста растений; научно-обоснованные системы земледелия; новые методы и приемы биологизации земледелия; новые системы семеноводства овощных культур; методы интенсивного использования орошаемых земель.

В сложившихся условиях выживания экономики АПК многие авторы считают приоритетными инновации в сфере: селекции; ресурсосберегающих технологий; надежности эффективности, ремонторегулирования сельскохозяйственной техники, продления срока службы и повышения производительности машин; экологии.

В рамках научных программ определяются основные тенденции и содержание научно-исследовательских работ, которые в растениеводстве классифицируются по масштабу влияния: общепромышленные, внутриотраслевые, территориальные и внутрихозяйственные. В свою очередь внутриотраслевые исследования классифицируются по направлениям – зерновое хозяйство, кормопроизводство, картофелеводство, овощеводство и бахчеводство, садоводство и виноградарство, технические культуры.

Каждое направление исследований в свою очередь подразделяют на направления: селекция и семеноводство, технология возделывания, агрохимия и защита растений и т. д., в том числе по конкретным культурам. Развитие любого технологического, технического решения происходит по эволюционному или революционному пути. Эволюционное направление обеспечивается совершенствованием технологий, частичным замещением каких-либо ее элементов, как правило, не требующих научных исследований и научно-технических решений. К этой группе относят инновации, определяемые как псевдоинновация, улучшающая, фактическая и базовая.

Следовательно, инновации необходимо классифицировать в их связи с определенными признаками по отношению к специализации и результату (эффективности) инновационной деятельности и интенсивности.

Основными направлениями, влияющими на формирование инновационного процесса по производству растениеводческой продукции, являются: технологическое и биологическое.

**Технологическое** направление охватывает технологию возделывания (овощной культуры в открытом и защищенном грунте), разработки, освоение и внедрение новых высокопроизводительных энергосберегающих машин и механизмов, удобрений и средств защиты.

**Биологическое** – создание и внедрение новых сортов и гибридов овощных культур, сочетающих высокий потенциал урожайности, качество продукции, устойчивости к болезням и вредителям, неблагоприятным погодным условиям, технологичность. Таким образом, фактические и перспективные инновации в сельском хозяйстве целесообразно классифицировать: по масштабу их влияния на развитие отрасли, социальной значимости, результативности воздействия на эффективность производства; отраслевому принципу (растениеводство, животноводство, пчеловодство и т. д.); специализации (овощеводство открытого и защищенного грунта, селекция и семеноводство, технология обработки почвы, защита растений и др.); результативности (псевдоинновация, улучшающая, фактическая, базовая) и интенсивности освоения инновации.

Классификация инновационных процессов позволяет определить направление развития инноваций и выявить наиболее важные. Инновации в растениеводстве удобно и целесообразно классифицировать по отраслевому принципу (зерновое хозяйство, кормопроизводство, картофелеводство, овощеводство и бахчеводство, садоводство и виноградарство, технические культуры. Участниками инновационного процесса в АПК и овощеводстве являются: научно-исследовательские институты; вузы, проводящие научные исследования; промышленные предприятия; предприниматели и изобретатели, занимающиеся исследовательской и изобретательской деятельностью в частном порядке.

Регулирование инновационной деятельности осуществляется на уровнях: государства в целом; отдельного региона; организации, предприятия, фирмы. Важнейшие цели государственного регулирования инновационной деятельности: обеспечение прогрессивных преобразований в сфере материального производства; повышение конкурентоспособности национального продукта на мировом рынке; улучшение экологической ситуации в стране; укрепление безопасности и обороноспособности страны.

### **Тема 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

#### **3.1. Микроклимат в защищенном грунте и его регулирование. Контроль за технологическими параметрами в теплице. Фитомониторинг**

Рост и развитие растений в остекленных теплицах контролируются автоматизированными системами управления. Длительное время система управления микроклиматом в теплицах основывалась на том, что специалист задавал основные параметры климатических факторов. Современные автоматизированные системы управления микроклиматом основываются на том, что изменение режимов осуществляется с учетом физиологического состояния растений. Такая система управления получила название «фитомониторинг». Для оценки физиологического состояния к группе специально выбранных растений подключают датчики, которые позволяют фиксировать необходимые показатели в динамике.

**Фитомониторинг** – новая информационная технология, обеспечивающая агронома-технолога информацией о динамике физиологического состояния растений, которая решает две основные задачи:

– сигнализирует при помощи стресс-детектора о возникновении стрессовых ситуаций у растений до того, как их последствия будут видимы визуально, благодаря чему приносит прямой экономический эффект от предотвращения возможного ущерба (по оценкам зарубежных исследователей фитомониторинг может сберечь до 10–15 % урожая);

– позволяет практически без затрат времени, рабочей силы и средств, проверить правильность принимаемых технологических решений и усовершенствований (режим орошения, удобрения и т. п.), что дает дополнительную прибавку урожая до 20–30 % в зависимости от вида культуры и характера новшества.

Измерительная часть системы фитомониторинга представлена фитомониторами различной конструкции, оснащенными сетью датчиков, которые снимают текущую информацию с модельного растения, не причиняя ему вреда и окружающей среды.

Записываемая датчиками информация интерпретируется оператором при помощи программного обеспечения, поставляемого вместе с приборной базой и служащего для обработки полученных данных и

наглядного их представления в виде таблиц баз данных, графиков, диаграмм и символьных обозначений (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Система фитомониторинга: иерархия и связи

**Стандартный набор датчиков фитомониторинга:** датчики окружающей среды (температура и относительная влажность воздуха; датчики температуры и влажности почвы/субстрата; датчики светового излучения, диффузионного сопротивления воздуха и датчики, прикрепляемые к растению (диаметр стебля и плода, сокодвижение, температура листа), позволяют непрерывно и без вреда для растения на протяжении всего периода вегетации оценивать такие важные физиологические параметры, как транспирация, тургор, рост растений, фотосинтетическая активность, дыхание и др.

Сегодня в защищенном грунте имеется возможность одновременного наблюдения за параметрами питания растений (ЕС, рН) в сочетании с кривыми роста растений.

Фитомониторинг в теплицах представляет собой ряд взаимосвязанных систем, которые дополняют друг друга.

**Базовая** измерительная система обеспечивает сбор данных и их представление в виде таблиц и графиков.

**Информационная** система преобразует данные в физиологически значимые показатели состояния растений.

*Экспертная* система помогает оценить реакцию растений и принять необходимые решения об изменении режима выращивания. Она специфична для каждого вида и даже сорта растений.

Управление осуществляется автоматически с учетом состояния растений при наличии надежных алгоритмов обратной связи. Фитомониторинг осуществляет преобразование измеренных параметров среды и растения в форму, удобную для оценки физиологического состояния растений.

Группировка полученной информации позволяет оценить практическое значение изменения ряда параметров и характеристик.

Особую роль играет система фитомониторинга в диагностике стрессового состояния растений, которым обусловлены многие проблемы их роста и развития. Для выявления стрессового состояния используется ряд показателей: подавление роста плодов и вегетативных органов, которое зависит от суммы активных температур или других причин; снижение интенсивности циркуляции воды по сосудам в полуденные часы; полуденное сжатие стебля; уменьшение диаметра стебля в течение суток; сравнение температуры листьев и цветков с оптимальной; зависимость водного потока в стебле от дефицита давления водяного пара; зависимость интенсивности фотосинтеза от потока солнечной радиации; выявление водного стресса.

Диагностика стресса помогает правильно выбрать технологические режимы, позволяющие вывести растение из этого состояния и уменьшить его негативные последствия. Имеется ряд систем управления мониторингом. Система управления микроклиматом поддерживает и регулирует температуру, влажность, концентрацию CO<sub>2</sub>, а также поддерживает и регулирует другие климатические параметры внутри теплиц с учетом состояния окружающей среды.

Местная станция фитоклиматического контроля, осуществляющая измерение всех параметров, – наиболее важная часть системы управления микроклиматом. Станция фитомониторинга расширяет возможности управления климатическими параметрами теплиц благодаря системе одновременного сбора данных по режимным параметрам и характеристикам окружающей среды (рис. 3.2).

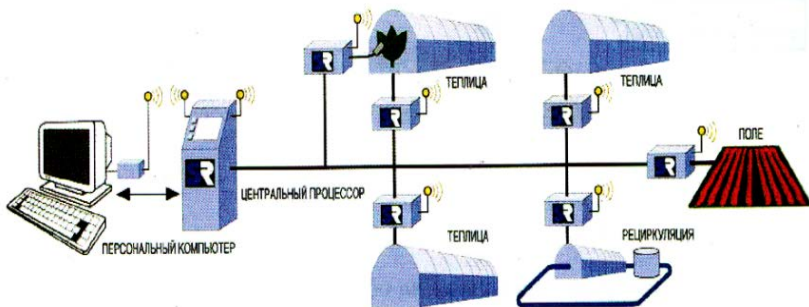


Рис. 3.2. Схема станции фитомониторинга

Приведенная выше иерархия фитомониторинговых систем отражает эволюцию их способности обрабатывать и отображать результаты измерений в более простой форме.

Местная станция фитоклиматического контроля представляет собой многоканальную систему сбора данных, предназначенную для накопления ежедневных сведений о развитии растений. Она оснащена серией датчиков, имеющих на выходе нормированный сигнал постоянного тока. Данные, собранные в памяти контроллера, могут быть вручную выведены на экран жидкокристаллического дисплея. Кроме того, эти данные можно также наблюдать на персональном компьютере. Специальное программное обеспечение предусматривает три уровня обработки данных.

*Нижний, базовый*, уровень предоставляет базовые данные в виде таблиц и схем. Это позволяет определить физиологическую реакцию растений на действия управляющего оборудования и дает возможность корректировать графики операций и установочные величины в соответствии с критериями пользователя.

*Промежуточный* уровень предназначен для подачи предупредительных сигнальных сообщений относительно предшествовавшего и текущего физиологического состояния растений.

*Верхний уровень* дает «живое» изображение растения, по которому можно судить об общем состоянии участка. При этом анализируются следующие данные: солнечная радиация, температура воздуха, влажность воздуха, диффузионное сопротивление пограничного слоя листовоздух, концентрация  $\text{CO}_2$ , температура нижнего слоя почвы, электропроводимость подпочвы, температура листа, разница температур лист-

воздух, водный поток стебля, изменения диаметра стебля, прирост высоты стебля, прирост размеров плода, интенсивность обмена  $\text{CO}_2$  в листьях.

Применение фитомониторинга (рис. 3.3) создает новые возможности оптимизировать условия роста и развития растений.

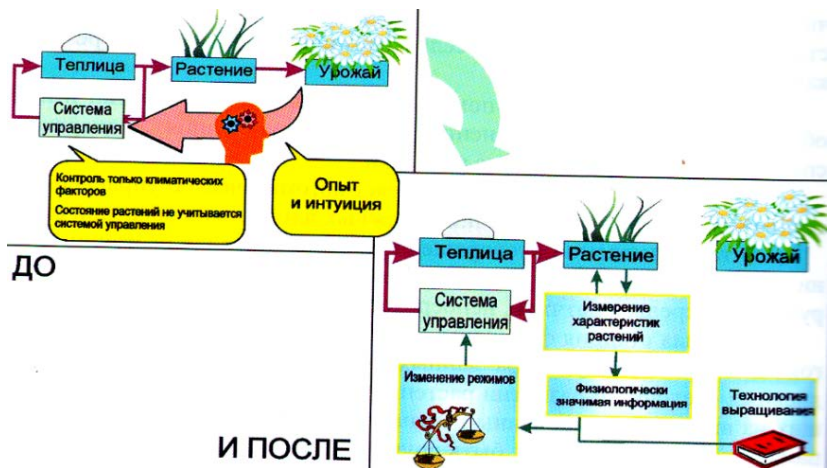


Рис. 3.3. Фитомониторинг – возможности для улучшения технологии

### 3.2. Контроль за технологическими параметрами

Автоматическая система управления микроклиматом и минеральным питанием растений осуществляет контроль всех параметров микроклимата в теплице и их поддержание в пределах заданных климатических условий температуру, влажность воздуха и субстрата, концентрацию двуокиси углерода, режимы облучения и питания растений, а также осуществляет управление другими параметрами.

Это осуществляется за счет автоматического управления системой отопления, положением вентиляционных фрагм, исполнительным механизмом системы питания, облучения, концентрации  $\text{CO}_2$  и другим инженерным оборудованием. Также обеспечивается автоматизация работы котельной, артскважины, автоматический выбор одного или комбинированной работы различных источников тепла, водоснабжения и подачи  $\text{CO}_2$ .

Фотосинтез – процесс образования зелеными растениями биоорганических веществ из неорганических (углекислого газа и воды) при участии световой энергии, поглощенной хлорофиллом. Большое влияние на интенсивность фотосинтеза оказывают свет, температура, влага, содержание в воздухе углекислоты, уровень снабжения элементами минерального питания и некоторые другие внешние факторы. Одни факторы, например освещенность и снабжение  $\text{CO}_2$ , действуют на фотосинтез непосредственно, другие – содержание воды и элементов питания в субстрате – косвенно, посредством воздействия иных физиологических процессов.

Сегодня современную теплицу невозможно представить без наличия систем контроля за состоянием растений, субстратов, параметров микроклимата и т. д. Специалисты НПФ «ФИТО» разработали и внедрили в производство системы контроля, способные в режиме реального времени предоставлять оперативную информацию о состоянии растений, их физиологической активности, параметрах субстратов, дренажа, характеристиках микроклимата. Это следующие системы, включающие комплекс датчиков:

1. Система контроля параметров микроклимата (фиксирует температуру, влажность воздуха, количество  $\text{CO}_2$ , уровень освещенности, в том числе интенсивность света, суммарную и фотосинтетически активную солнечную радиацию).

2. Система контроля параметров субстратов (фиксирует ЕС, pH, влажность в корнеобитаемой среде).

3. Система электронного взвешивания субстрата (позволяет получать информацию о потере влаги за определенный период времени).

4. Система контроля параметров дренажа (анализирует параметры ЕС, pH дренажного раствора, фиксирует время появления дренажа и время окончания его поступления, а также производит расчет фактического количества дренажа в зависимости от общей дозы полива). Отличительная особенность данной системы – это возможность контроля дренажа не с одного или нескольких растений, а с целой грядки, что является наиболее показательным при анализе состояния теплицы в целом.

Благодаря системам электронного взвешивания и контроля параметров субстратов возможна минимизация человеческого фактора и освобождение агронома от выполнения рутинной работы. Основное достоинство системы – оперативное управление режимами полива и питания растений. Система контроля следит за физиологическими

процессами овощных растений, которые невозможно оценить визуально, а только с помощью датчиков. В состав системы входит контроль следующих параметров:

а) температура листа. Один из самых важных параметров, так как он позволяет оценить, поддерживаются ли оптимальные условия для прохождения процесса фотосинтеза у растений. Физиологами доказано, что для успешного протекания фотосинтеза температура листовой поверхности должна быть на уровне 25 °С. Зная фактическую температуру, специалист может оценить, правильно ли поддерживаются параметры микроклимата, а в случае необходимости – скорректировать их;

б) интенсивность сокодвижения. Датчик измеряет скорость сокодвижения в стебле растений и, соответственно, их водопотребление. Фактически датчики измеряют количество тепла, переносимого соком растения, которое затем пересчитывается непосредственно в количественные показатели – единицы измерения потока – г/ч, кг/ч. Зная интенсивность сокодвижения, можно оценить интенсивность транспирации растений. Прекращение транспирации отрицательно сказывается на фотосинтезе, поскольку при диффузии и испарении воды в атмосферу через устьица происходит поступление в растение углекислого газа, а прекращение поступления углекислого газа в растение приводит к прекращению фотосинтеза;

в) измерение диаметра плодов;

г) измерение диаметра стебля;

д) система электронного взвешивания растений.

Сегодня имеется целый комплекс систем контроля технологических параметров для любых способов выращивания культур в теплицах. Агрономы получают совершенные инструменты для работы, которые способствуют пониманию физиологических потребностей растений, оперативному контролю за процессами роста, полива и питания. В итоге, это способствует увеличению урожайности и повышению эффективности тепличного производства.

Рост и развитие овощных растений в теплицах определяется не только их генетическими и биологическими особенностями, а также климатическими, почвенными и агротехническими условиями. Жизнедеятельность растений лимитируется целым рядом факторов, а их существование возможно только в определенных границах, которые очерчены зонами *минимума* и *максимума* относительно данного фактора. Между этими границами лежит зона оптимума, которая и опре-

деляет широту экологических амплитуд. Каждый фактор играет определенную роль, а его действие проявляется только в комплексе, предоставляя растениям все факторы в требуемых параметрах, которые создают оптимальные условия для роста и развития растений. Все факторы, влияющие на рост и развитие растений, находятся в тесной взаимосвязи, и степень напряженности каждого из них ослабляет или усиливает действие остальных. *Температура* корнеобитаемой среды может существенно влиять на поглощение воды и элементов минерального питания, увеличение интенсивности *солнечной радиации* способствует усилению дыхания, рост концентрации питательных веществ снижает транспирацию.

Каждый вид растений в зависимости от биологических особенностей предъявляет свои экологические требования, причем на каждом этапе роста и развития требования растений к условиям среды различные, а роль факторов изменяется. Если для набухания семян необходима *влага*, то для прорастания, помимо влаги, нужно и тепло. В фазе появления всходов основным фактором является свет. При регулировании экологических факторов необходимо учитывать происхождение данного вида, так как основные экологические требования закреплены генетически. *Например, томат лучше чувствует себя в условиях сухих субтропиков (высокая температура днем и пониженная ночью, хорошая освещенность, укороченный день и относительно низкая влажность воздуха).*

Овощные растения очень резко реагируют на изменение экологических факторов. Все факторы равнозначны, ни один из них не может быть заменен другим. Нельзя заменить недостаток освещенности увеличением температуры или улучшением корневого питания. Полноценное развитие растений, а следовательно, и высокие урожаи достигаются при поддержании комплекса экологических факторов в пределах оптимальных значений.

Оптимизация условий выращивания овощных культур в защищенном грунте зависит от уровня технического оснащения, обеспечивающего обогрев, освещение, поддержание газового режима, осуществление поливов, питания и ухода за растениями и фитомониторинга.

Для обеспечения максимальной продуктивности растений важно знать их отношение к конкретным факторам окружающей среды. Лучистая энергия, тепло, вода, минеральное питание и газовый состав воздуха являются необходимыми условиями для жизнедеятельности растений.

Несмотря на то, что сооружения защищенного грунта отделены от наружного климата стеклянным или полимерным покрытием, микроклимат сооружений в значительной степени зависит от воздействий наружной среды. Факторы наружной среды – оптическое излучение, сила и направление ветра, температура и относительная влажность воздуха, а также осадки – влияют на микроклимат культивационных сооружений.

**Микроклимат** – совокупность физических параметров воздушной и корнеобитаемой среды в отдельных культивационных сооружениях.

Он создается действием всех систем технологического оборудования – отопительной, вентиляционной, поливной, системой питания, подкормки углекислым газом, искусственным освещением; на него оказывают также влияние климатические факторы и фитоценоза (фитоценоз – растительное сообщество, характеризующееся определенным составом и взаимоотношениями между растениями и окружающей средой).

Хотя сооружения защищенного грунта отделены от наружного климата стеклянным или полимерным покрытием, микроклимат сооружений в значительной мере зависит от воздействий наружной среды. Факторы наружной среды – оптическое излучение, сила и направление ветра, температура и относительная влажность воздуха, а также осадки – влияют на микроклимат культивационных сооружений.

**Оптическое излучение** оказывает непосредственное воздействие на тепловой режим сооружений и является важным источником энергии в защищенном грунте, который необходимо учитывать в тепловом балансе сооружений и растений. То есть основным фактором микроклимата является **оптическое излучение** (солнечная радиация). Все режимы микроклимата – температурно-влажностный, поливной, углекислотный и питательный – **определяются в значительной мере радиационным режимом**.

**Кратность воздухообмена** зависит от силы ветра, она отражается на микроклимате и определяет степень открытия фрамуг. В зависимости от направления ветра фрамуги открывают с подветренной стороны. Сила и направление ветра существенно влияют на микроклимат даже при закрытых фрамугах (форточках).

Температура теплоносителя в системе обогрева регулируется в зависимости от нужной температуры, а наружная относительная влажность воздуха влияет при открытых фрамугах на внутреннюю относительную влажность воздуха в теплице.

**Относительная влажность** – отношение парциального давления паров воды в газе (в первую очередь, в воздухе) к равновесному давлению насыщенных паров при данной температуре. Обозначается греческой буквой  $\phi$ , измеряется гигрометром.

**Абсолютная влажность** воздуха (лат. *absolutus* – полный) – физическая величина, показывающая массу водяных паров, содержащихся в 1 м<sup>3</sup> воздуха. Другими словами, это плотность водяного пара в воздухе.

Например, сухой воздух в летнее время может действовать как фактор значительного снижения влажности воздуха в теплицах. При сильном дожде, штормовом ветре необходимо срочно закрыть фрамуги. Снегопад вызывает при таянии снега на кровле гораздо более значительные теплопотери, чем, например, пониженная температура или сильный ветер.

Следовательно, создание и регулирование микроклимата теплиц невозможны без учета воздействия факторов наружного климата и погодных условий.

Современные системы управления микроклиматом работают с учетом параметров метеорологических (погодных) условий, поэтому команды для изменения заданных параметров в теплицах выполняются гораздо быстрее, чем в старых системах, где сигналы получали только после появления нарушений микроклимата в культивационном сооружении.

Большое влияние на микроклимат оказывают также и сами растения. В объеме воздуха и почвы, занятом тепличной культурой, создается микроклимат зоны обитания растений – фитоклимат.

Закономерности изменения фитоклимата имеют свои особенности. Эти особенности тем значительнее, чем больше площадь теплицы и масса растений. Уровень освещенности, температура, влажность, концентрация CO<sub>2</sub> меняются по ярусам внутри растительного ценоза.

В балансе тепловом, влажности воздуха и почвы, теплицы и растения играют важную роль.

*Например*, основным фактором, определяющим влажность воздуха теплицы, является **интенсивность транспирации растений**. Растения влияют на микроклимат по-разному, в зависимости от биологических особенностей, фаз роста и развития. Низкорослые растения или высокорослые, молодые или взрослые требуют различных параметров всех факторов микроклимата в теплицах.

Микроклимат в свою очередь определяет все процессы формирования урожая от прорастания семян до конца плодоношения. В связи с

этим возникает необходимость дифференцировать режимы микроклимата: в течение суток, по фазам роста и развития, и в зависимости от состояния растений (возрастного, фитосанитарного, интенсивности роста и пр.). Режимы учитывают прежде всего особенности видов и сортов, технологий выращивания и периодов выращивания культур в течение года.

Дифференциация режимов в течение суток проводится в дневной период в зависимости от интенсивности освещенности, а в переходные периоды от ночного к дневному и от дневного к ночному – в связи с относительной важностью воздуха. Особенно важное значение в переходные периоды имеет предупреждение выпадения конденсата на растениях в утренние часы, так как конденсат вызывает нарушение плодообразования и заболевания.

Основная дифференциация по фазам роста и развития относится к рассадному периоду и периодам до и после начала плодоношения у взрослых растений. В периоды с неблагоприятными погодными условиями, когда возникают нарушения общего состояния растений (роста, плодоношения или фитосанитарного состояния), в режим микроклимата вносят изменения.

Длительный период пасмурной погоды может вызвать «изнеживание» и ослабление растений, ухудшение плодообразования, появление заболеваний. В такой период, с целью повышения мощности и устойчивости растений, усиливают движение воздуха в теплице путем вентилирования, при включении системы надпочвенного обогрева.

При управлении формированием урожая тепличных культур необходимо обратить внимание на создание условий для оптимальной фотосинтетической деятельности растений. Важнейшей задачей регулирования условий микроклимата является обеспечение высокого уровня чистой продуктивности фотосинтеза.

**Чистая продуктивность** фотосинтеза – это разница между поглощенным и выделенным количеством  $\text{CO}_2$  в единицу времени с площади ассимиляционной поверхности растения. Чистая продуктивность фотосинтеза зависит от согласованности процессов фотосинтеза и дыхания.

Фотосинтез обеспечивает энергией растения в процессе их роста, а также поставяет сахара, необходимые для дыхания растений. Уравнение фотосинтеза представляется в следующем виде:



**Интенсивность фотосинтеза** определяется как количество полученного в единицу времени фотосинтетического вещества – сахара и измеряется количеством граммов сухого вещества, получаемого на 1 м<sup>2</sup> площади за сутки.

Фотосинтетические процессы *можно регулировать* целенаправленным влиянием на факторы, непосредственно участвующие в процессах роста, (интенсивность света, концентрация углекислого газа, водоснабжение), и на параметры, создающие условия для роста (температура воздуха и почвы, интенсивность воздухообмена в теплице).

**Респирация** (диссимиляция) – процесс дыхания растений, сопровождаемый окислением углеводов и выделением углекислоты и паров воды. Основным параметром, влияющий на интенсивность дыхания – это температура.

Количество углекислого газа, поглощаемого при фотосинтезе, намного больше, чем выделение его при дыхании. Однако ночью фотосинтез прекращается из-за отсутствия света, тогда как процесс дыхания продолжается. В результате к утру в закрытом объеме теплицы наблюдается повышение концентрации CO<sub>2</sub> до 0,05 %. Днем, за счет фотосинтеза, концентрация углекислоты снижается до 0,01 %, что вызывает необходимость принудительной подачи в теплицу углекислого газа в количествах, зависящих от уровня освещенности и соответственно от интенсивности фотосинтеза.

В процессе выращивания, для оптимизации роста и развития растений, должно выдерживаться определенное соотношение между интенсивностью света, концентрацией CO<sub>2</sub>, температурой и влажностью почвы и воздуха. При снижении температуры почвы относительно нормы замедляется поглощение растениями питательных веществ и воды. При перемене солнечной погоды на пасмурную возникает дефицит углеводов и задержка роста растений из-за того, что в прогретой почве продолжают активные процессы дыхания корней, а фотосинтез замедляется пропорционально снижению освещенности. На процессы газового и теплового обмена окружающей среды с растениями существенное влияние оказывает также скорость движения воздуха в теплице.

**Транспирация** – процесс испарения воды растениями через устьица на листьях. В результате транспирации происходит саморегуляция растением температуры. Различные части растений содержат от 80 до 95 % воды. Корневая система растений всасывает из почвы воду, которая по сосудам передается ко всем клеткам, создавая в них избыточное

давление, благодаря которому листья, стебли и плоды растений имеют свойственную им плотность и упругость. Вода также выполняет важнейшие функции охлаждения растений за счет транспирации.

Интенсивность транспирации зависит от насыщенности растения водой, температуры и влажности воздуха, процессов газообмена.

При резком перепаде температур испарение с поверхности листьев значительно увеличивается и может достигать  $15 \text{ г/м}^2$  в минуту. Максимальный темп испарения ограничивается пропускной способностью сосудов растения и развитием корневой системы, поглощающей воду из почвы. Это может привести к перегреву растения, в то же время при высоком уровне транспирации возможно обезвоживание клеток и увядание. При недостаточной влажности почвы и высоком уровне других параметров темпы фотосинтеза практически не меняются, но замедляется процесс транспирации и темпы роста растений, что приводит к более раннему плодоношению. Низкий уровень солнечной радиации и недостаток тепла уменьшают температуру растения, а также интенсивность процессов респирации и транспирации. В результате избыточных поливов происходит переувлажнение окружающего воздуха, снижающее интенсивность транспирации. Это может привести к перегреву растений и снижению всасывания воды корнями за счет увеличения давления воды в сосудах растений.

В результате возникает дефицит питательных веществ в клетках растений, которые быстро увеличиваются в размерах, но становятся восприимчивыми к болезням, ухудшается также качество и лежкость плодов.

Таким образом, оптимальными для растений являются те условия, когда факторы окружающей среды способствуют их развитию на протяжении всего вегетационного периода. Следует учитывать различные потребности растений в процессе увеличения вегетативной массы и накопления питательных веществ в период плодоношения. При изменении одних параметров роста другие нужно как можно быстрее привести в соответствие с ними, с целью получения максимально возможного объема урожая хорошего качества.

Накопление сухого вещества в результате оптимальных уровней чистого фотосинтеза дает только исходный материал для роста. Основная забота при управлении микроклиматом должна быть направлена на оптимальное использование продуктов фотосинтеза для роста всех органов растений и главным образом для гармоничного сочетания роста вегетативной массы и плодов. Основная цель управления микроклиматом – получение урожая продуктивных органов.

Наряду с дыханием тесно связан с фотосинтезом и процесс транспирации. Если не обеспечены условия для транспирации, то закрываются устьица листа и фотосинтез прекращается.

Процессами плодоношения и роста вегетативных органов растения можно *управлять также* с помощью микроклимата, особенно путем регулирования ночных температур, которые определяют направление движения (оттока) ассимилятов: низкие температуры усиливают вегетативный рост, высокие – налив плодов.

Микроклимат определяет поступление воды и элементов питания из корнеобитаемой среды. Нельзя допускать повышения концентрации почвенного раствора выше нормы, охлаждения или заболачивания грунта, чтобы не ухудшать условия поступления воды и воздуха к корням. Обеспеченность корнеобитаемой среды водой и элементами минерального питания может быть использована лишь в случае, если созданы благоприятные условия для их усвоения. Знание требований растений к комплексу условий и непрерывное удовлетворение этих требований путем целенаправленного регулирования параметров микроклимата являются основой для управления формированием урожая тепличных культур.

При выращивании растений в защищенном грунте невозможно создавать и поддерживать оптимальные условия для их развития на протяжении всего периода вегетации, так как пока еще не все параметры микроклимата поддаются управлению с помощью существующих технологических систем.

Поэтому необходимо установить, каким образом связаны между собой различные параметры микроклимата и как они в комплексе влияют на продуктивность культуры, чтобы в зависимости от изменения параметров, которые не поддаются влиянию (например интенсивность солнечной радиации), управлять теми, которые можно регулировать.

Учитывая высокую энергоемкость тепличного растениеводства, нерационально затрачивать энергию, например, на обогрев, когда из-за ограниченности других факторов нельзя будет добиться повышения темпов роста и развития растений. Возникает задача по оптимизации: какой климатический режим необходимо поддерживать, чтобы получить максимально возможный урожай при минимальных пасмурную погоду при низком уровне интенсивности света скорость потребления растением углекислого газа ограничивается, и искусственная подпитка углекислым газом не даст выигрыша в темпах фотосинтеза, поэтому оптимальной будет концентрация  $\text{CO}_2$  не выше 400 ppm. (**Миллион-**

**ная доля** – единица измерения каких-либо относительных величин, равная  $1 \cdot 10^{-6}$  от базового показателя. Аналогична по смыслу проценту или промилле.

Обозначается  $\text{млн}^{-1}$ , или сокращением *ppm* (от англ. *parts per million*, читается «пи-пи-эм» – «частей на миллион»). Английскую аббревиатуру *ppm* иногда путают с промилле и ошибочно расшифровывают как пропромилле и обозначают как «ппм».

Соотношения:

$$1 \text{ млн}^{-1} = 0,001 \% = 0,0001 \% = 0,000\ 001 = 10^{-6}; 1 \% = 10\ 000 \text{ ppm}; \\ 1 \% = 1000 \text{ ppm}.$$

При выражении концентрации веществ в миллионных долях часто подразумевается мольная доля, но во избежание неоднозначности величину следует указывать явно. Иногда для указания массовой доли пишут *ppmw* ( $1 \text{ ppmw} = 1 \text{ г/т} = 1 \text{ мг/кг}$ ), а для объемной доли – *ppmv* ( $1 \text{ ppmv} = 1 \text{ см}^3/\text{м}^3$ ). Например, если указано, что массовая доля вещества в смеси составляет 15 *ppmw*, это означает, что на 1 кг смеси приходится 15 мг вещества. Или объемная доля углекислого газа в атмосфере Земли составляет около 380 *ppmv*, что означает, что в каждом кубометре воздуха 380 мл занимает углекислый газ.

Напротив, в солнечный день оптимальной будет концентрация  $\text{CO}_2$  на уровне 800 *ppm*. Зависимость концентрации  $\text{CO}_2$  от интенсивности света, определяющая оптимальное соответствие данных факторов, ведущее к максимально возможной продуктивности фотосинтеза.

В теплицах, где используется искусственный свет, также следует анализировать ситуацию, учитывая концентрацию углекислого газа, при недостатке которого эффективность дополнительного освещения снижается. В условиях высокой естественной освещенности и низкой концентрации  $\text{CO}_2$  избыток света может привести к перегреву растений и интенсивному росту слабых побегов. Наблюдается четкая зависимость интенсивности фотосинтеза от температуры и интенсивности освещения.

При определенном уровне температуры воздуха и почвы растение имеет предел возможностей, превысить который оно не может, какая бы интенсивность света не подавалась. При низких температурах ограничивается интенсивность обменных процессов в растении и соответственно темп фотосинтеза. При высоких – фотосинтез ограничивается из-за нарушения необходимого баланса с другими процессами.

В солнечную погоду в теплице целесообразно поддерживать более высокую температуру, что достигается дополнительным обогревом

или уменьшением вентиляции. В пасмурные дни температура должна быть снижена. В ночное время температуру поддерживают на достаточно высоком уровне – для повышения интенсивности жизненных процессов в растениях.

На практике задание нужных параметров микроклимата производится с учетом графиков зависимости температуры, интенсивности света, концентрации углекислого газа, а также использованием коэффициента коррекции в процессе повышения температуры воздуха в теплице при повышении освещенности.

При ручном способе управления микроклиматом оператор не в состоянии постоянно отслеживать колебания уровня солнечной радиации и оперативно вносить изменения в температурный режим. В лучшем случае здесь корректируется лишь превышение дневной температуры над ночной, для учета погоды в текущий день. Автоматические системы управления позволяют оперативно и точно обрабатывать необходимую тактику управления микроклиматом. При применении дополнительного освещения в теплице необходимо обеспечивать соответствующее повышение температуры. Выбирая наиболее эффективный для растений температурный режим, необходимо помнить, что и без света процессы жизнедеятельности растений продолжаются. После солнечных дней в них накапливаются углеводы, последующие преобразования которых продолжаются в течение 72 часов. Для повышения темпов роста растений на определенных фазах развития повышают ночную температуру воздуха – в соответствии с количеством солнечной энергии, которую получило растение на прошедший световой день.

Переход от одних значений температуры к другим должен осуществляться постепенно, чтобы не возникало большого перепада между температурами воздуха и самих растений. Скорость изменения температуры при переходе от дня к ночи (и наоборот) должна составлять не более 5–6 °С.

Таким образом, повышение урожайности тепличных культур возможно лишь на основе постоянного контроля микроклимата культивационных сооружений и сбалансированного управления им.

### **3.3. Световой режим**

Для нормального роста и развития растения необходим свет определенного спектрального состава, достаточной интенсивности на про-

тяжении определенного времени. От этого зависит питание растений, их рост, развитие и урожайность.

Только на свету в зеленых листьях осуществляется важнейший физиологический процесс – фотосинтез, в процессе которого создается около 95 % органической массы урожая и аккумулируется вся энергия, накапливаемая в организме.

Влияние света на урожай наиболее значимо. Компенсация недостатка освещенности по экономическим причинам более проблематична по сравнению с компенсацией недостатка других факторов.

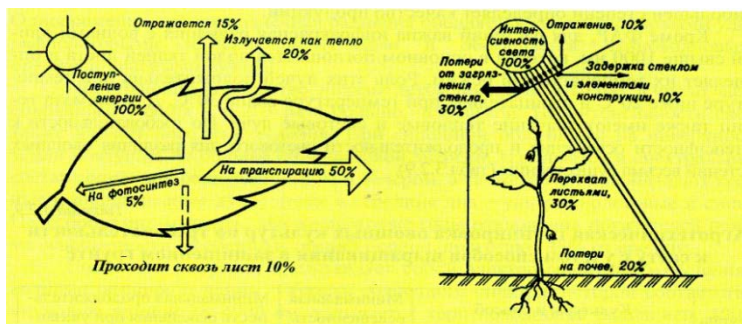
В большинстве случаев для оценки интенсивности роста растений используют показатели интенсивности фотосинтеза, мерой которого является количество углекислого газа, поглощенного растениями в единицу времени на единице площади – г/ч м<sup>2</sup>. Характеристикой света служит его интенсивность, измеряемая, в Вт/м<sup>2</sup>.

В начале развития растений, когда площадь листьев небольшая, повышение темпа фотосинтеза происходит при более низких уровнях освещенности, чем при развитом листовом покрове взрослых растений. Поэтому на общем слабом световом фоне даже незначительное дополнительное освещение – досвечивание рассады – дает ощутимый эффект.

В летнее время при высоком общем световом фоне его небольшое снижение не оказывает значительного влияния на интенсивность фотосинтеза. В то же время небольшое снижение светового уровня, особенно в красной части спектра, позволяет снизить перегрев растений, сбалансировать тепловой и водный режимы и тем самым не просто сохранить исходный, но и получить более высокий уровень интенсивности фотосинтеза. В связи с этим в летнее время целесообразно применение специальных экранов.

Спектральный состав света также очень важен для растений. Ультрафиолетовые лучи (длина волн – 380–400 нм) благоприятны для рассады и нежелательны в период активной вегетации и плодоношения. Оранжево-красные лучи (595–750 нм) способствуют интенсивному накоплению биомассы и раннему цветению. При преобладании в спектре сине-фиолетовых лучей (400–490 нм) активизируются процессы плодоношения. Желто-зеленые лучи наименее поглощаются растениями, под их влиянием увеличивается расход энергии на дыхание. Наименее благоприятна для растений инфракрасная радиация (750 нм), вызывающая перегрев и иссушение растений.

Общеизвестно, что лучистая энергия Солнца улавливается листом не полностью. Часть энергии проходит мимо листа, естественно теряясь для фотосинтеза (рис. 3.4). Из энергии, падающей на лист, 15 % отражается в окружающую среду, 10 % проходит сквозь лист, потому что лист очень тонок и 75 % поглощается листом. Всего лишь около 15 % общего количества лучистой энергии используется для фотосинтеза, а 70 % или еще больше превращается в тепло.



Использование света листом.  
Распределение световой энергии,  
падающей на лист, %  
(по Клайпвайку)

Распределение света в теплице

Рис. 3.4. Использование света листом

Листья растений в солнечную погоду значительно теплее окружающего воздуха и поэтому они излучают тепло вследствие разности температур.

Таким образом, отводится около 20 % поглощенной энергии, а остальные 50 % используются для транспирации, поскольку для этого требуется очень много тепла.

При достаточном количестве солнечного излучения фотосинтез в растении происходит во много раз интенсивнее, чем дыхание, поэтому в них накапливаются органические вещества. По мере уменьшения интенсивности излучения процесс фотосинтеза ослабевает, и наконец, наступает такой момент, когда интенсивность фотосинтеза и дыхания одинаковы. Такое состояние равновесия, как известно, **называется компенсационной точкой**.

При дальнейшем уменьшении интенсивности излучения начинает преобладать процесс дыхания над процессом фотосинтеза и растения

вместо накопления органических веществ расходует их, вследствие чего у них сначала прекращается рост и опадают листья, а затем они погибают. Повышенная температура в культивационных сооружениях при недостатке света ускоряет дыхание растений.

Астрономическая продолжительность дня зависит от географической широты и времени года. На юге она колеблется от 10 до 14 ч, а в средней полосе летом достигает 16–17 ч, зимой уменьшается до 6–7 ч. Однако продолжительность дня, используемая растением для накопления органических веществ в процессе фотосинтеза, значительно меньше астрономической. Летом она составляет 14 ч, а зимой не более 3 ч в сутки. Понятие «солнечный день» зимой и летом неоднозначные: зимой поступает 200–240 дж/см<sup>2</sup> в сутки, летом – 2000 дж/см<sup>2</sup> и более.

Помимо продолжительности периода суток, на интенсивность естественного освещения растений влияют облачность, дожди, загрязнение воздуха дымом и пылью. Даже при ясной погоде часть солнечной радиации перехватывается атмосферой. При облачной погоде много солнечных лучей отражается в пространство или поглощается облаками. Даже малая облачность ослабляет лучистый поток в 2–4 раза, а дождевые облака – в 5–8 раз и более.

Повышенная температура в культивационных сооружениях при недостатке света ускоряет дыхание растений.

Большинство тепличных растений, в зависимости от своих физиологических особенностей, растут и плодоносят при освещенности 8–12 тыс. люксов. Такой мощности поток наблюдается в конце февраля и в сентябре. Зимой освещенность на поверхности Земли в полдень на открытом месте достигает около 4–5 тыс. люксов, что примерно в 15 раз меньше освещенности в эти же часы летом. Еще меньше лучистой энергии поступает на Землю в утренние и послеполуденные часы. Освещенность культивационных сооружений в это время совсем низкая. Вследствие отражения и поглощения света стеклом она уменьшается примерно на половину по сравнению с освещенностью на открытом месте, так как около 10 % падающего света отражается стеклом, 10 % поглощается конструкцией теплиц. При 30 % потере света вследствие загрязнения кровли теплиц общие потери составляют 50 %. Если на почву поступает 20 % света, то на долю растения остается всего 30 %.

Важное значение для процессов развития растений имеет спектральный состав радиации. Солнечные лучи представляют собой электромагнитные излучения с волнами различной длины. Красные

(720– 620 нм) и оранжевые (620–595 нм) лучи – основной вид энергии для фотосинтеза, они задерживают переход растений к цветению; синие и фиолетовые (490–380 нм) участвуют в фотосинтезе, стимулируют образование белков и переход к цветению растений короткого дня, замедляя развитие растений длинного дня. Длинные ультрафиолетовые лучи (315–380 нм) задерживают вытягивание стебля, повышают содержание некоторых витаминов, а средние ультрафиолетовые (250–315 нм) увеличивают холодостойкость растений, способствуют их закаливанию. Желтые (595–565 нм) и зеленые (565–490 нм) лучи минимально физиологически активны. Ближние инфракрасные лучи (780–1100 нм) несут в основном тепловую энергию.

Наиболее важной для жизни растений является видимая часть оптического излучения (380–710 нм), которая воспринимается человеческим глазом как свет. Ее часто называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР), поскольку многие физиологические процессы не могут проходить без видимого излучения света,

Различают *прямую и рассеянную* солнечную радиацию. Интенсивность ее зависит от высоты стояния солнца, чистоты атмосферы. Сумму энергии прямой и рассеянной солнечной радиации называют суммарной радиацией. Соотношение прямой и рассеянной радиации зависит от времени года и географической широты местности. Осенью и зимой преобладает рассеянная радиация.

Приход радиации в декабре-январе определяет возможность начала культуры огурца и томата, и характер использования теплиц.

Условия освещенности растений в сооружениях защищенного грунта зависят от многих факторов, в частности от выбора участка, размещения сооружений, угла наклона кровли, качества стекла, его загрязнения, размещения растений в теплицах и т. п. загрязнение стекла может снизить освещенность на 50 % и более. Против загрязнения применяют предупредительные меры. Грязь устраняют мойкой кровли специальными моющими средствами. Принято считать, что увеличение освещенности теплиц на 1 % приводит к повышению урожая овощных культур на 1 %.

Для более рационального использования лучистой энергии солнца растениями в теплицах применяют оптимальные схемы посадки, способы формирования растений, шпалерный способ ведения культуры. Немаловажное значение для проникновения лучистой энергии в теплицы имеет угол наклона кровли. Конструкция теплиц должна быть рассчитана на наиболее темный период и рассеянное излучение. Угол

наклона кроли 25–30° обеспечивает наилучшую освещенность в течение года. Увеличение угла наклона кровли более 30° нежелательно.

При этом образуется тень и, кроме того, для таких теплиц требуется больше строительного материала, и они обходятся дороже. Кровля теплиц должна быть «ажурной» и не притенять растений. Большое значение для освещенности теплиц имеет качество стекла и пленки. Обычное оконное стекло пропускает преимущественно длинноволновое излучение – красное и желтое, но значительно больше задерживает ультрафиолетовое излучение. Полиэтиленовая и поливинилхлоридная пленка по светопроницаемости имеет преимущество перед стеклом только по пропусканию ультрафиолетового излучения.

Требовательность к свету тепличных культур различна. Она может изменяться у одной и той же культуры в зависимости от способа выращивания (посев семян, рассадный способ или способы, основанные на использовании органов запаса пластических материалов – выгонка, доращивание и др.

По требовательности к условиям освещения наблюдаются различия и среди сортов. Сорта огурца, предназначенные для выращивания в весенне-летний период, при посадке зимой растут плохо и часто «вершкуются», в то время как сорта огурца, рекомендуемые для зимне-весенней культуры, хорошо растут и плодоносят в условиях слабой освещенности зимой и сильной – весной и летом. От интенсивности освещения зависят сроки плодоношения и нарастания урожая. Весной и летом растения растут быстрее, чем зимой. Плоды огурца весной достигают товарного размера в течение 7–8 дней после опыления, зимой – 25–30 дней. Сильная освещенность способствует увеличению содержания аскорбиновой кислоты, снижению количества нитратов в плодах.

Наряду с интенсивностью освещения на рост и формирование урожая сильно влияет продолжительность дневного освещения. Различают растения длинного и короткого дня. Растения короткого дня (огурец, хризантема) при искусственном уменьшении продолжительности дневного освещения до 10–12 часов в сутки ускоряют образование генеративных органов. Растения длинного дня (салат, редис, укроп, капуста) ускоряют развитие и формирование генеративных органов по мере возрастания продолжительности дневного освещения. Томат слабо реагирует на изменение продолжительности дневного освещения. Слабая интенсивность естественного освещения в осенне-зимний период не позволяет эффективно выращивать в теплицах овощные и цветочные растения без дополнительного досвечивания.

Различают два способа применения электрического света при выращивании растений – в качестве дополнительного к существующему (электродосвечивание) и в качестве единственного источника света (электросветокультура). Каждый из этих способов может быть применен при выращивании рассады или взрослых растений.

Наиболее экономически эффективным является досвечивание (меньшие затраты электроэнергии) и особенно досвечивание рассады, поскольку в этом случае процесс продолжается короткий период (25–40 дней) и облучению подвергается большее количество растений (25–100), размещенных на  $1 \text{ м}^2$  площади.

Электродосвечивание рассады позволяет ускорить получение продукции на 20–25 дней и повысить урожай на 20–25 %. Окупаемость дополнительных затрат на электрооборудование составляет 1–2 года. Затраты электроэнергии в 3-й световой зоне на растение огурца составляют примерно 5 кВт·ч, на одно растение томата – 8 кВт·ч.

Для этих целей используют специальные тепличные облучатели, состоящие из ламп и пускорегулирующей аппаратуры; люминофор у этой лампы термостойкий, превращающий часть длинноволнового ультрафиолетового излучения в оранжево-красное.

При использовании тепличных светильников растения не затеняются, нет необходимости в постоянном монтаже и демонтаже, не нужно помещение для складирования ламп; теплицу после производства рассады используют для выращивания овощных культур, но оборудование для досвечивания не препятствует при этом применению механизации производственных процессов.

При проектировании производственных процессов, особенно при разработке и эксплуатации светотехнического оборудования для облучения растений в защищенном грунте культивационных сооружений, а также при оценке оптических свойств подстилающих поверхностей приходится иметь дело с энергетическими и фотометрическими величинами и единицами их измерения.

**Поток лучистой энергии** (лучистый поток, поток излучения) – количество энергии, переносимой в единицу времени, т. е. мощность лучистой энергии (в ваттах (Вт):  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$ ).

**Плотность потока лучистой энергии** (облученность) – поток лучистой энергии на единицу равномерно облучаемой поверхности (в  $\text{Вт/м}^2$  или кал/см мин).

Количество энергии облучения – поток энергии, приходящей на единицу облучаемой поверхности в течение определенного времени (в  $\text{Вт-с/м}^2$ ).

**Световой поток** – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею световому ощущению (лм).

**Сила света** – пространственная плотность светового потока, т. е. световой поток, отнесенный к единице телесного угла. Сила света ( $I_v$ ) – физическая величина, одна из основных световых фотометрических величин. Характеризует величину световой энергии, переносимой в некотором направлении в единицу времени. Количественно равняется отношению светового потока, распространяющегося внутри элементарного телесного угла, к этому углу.

**Освещенность** – отношение светового потока к площади поверхности, на которую он падает. Единица измерения освещенности – люкс (лк): освещенность, создаваемая световым потоком в 1 лм при равномерном распределении его на площади в 1 м<sup>2</sup>. В природе освещенность меняется в широких пределах; на открытом месте при ясном небе в полдень летом – 100 000 лк; на открытом месте без солнца – 1000; при полной луне – 0,2–0,5; ночное небо без луны – 0,0003 лк.

Основными энергетическими единицами измерения лучистой энергии являются *джоуль, эрг, калория и электронвольт*.

При выращивании растений в защищенном грунте основное внимание должно уделяться улучшению их фотосинтетической деятельности, так как она в наибольшей степени определяет качество продукции.

Кроме ФАР, для растений важна и инфракрасная радиация с волнами длиной свыше 1000 нм, которая, в основном, поглощается водой тканей листа и определяет их температурный режим. Роль этих лучей положительна при температуре ниже 20 °С и отрицательна при температуре выше 30 °С. Для климата теплиц также имеют значение тепловые и световые лучи. По требовательности к интенсивности освещения и продолжительности светового дня различия овощных растений весьма существенны. Наиболее требовательными к свету являются плодовые овощные растения. Интенсивность освещения определяет не только начало плодоношения, но и количество плодов. Наиболее нетребовательными являются листовые овощи.

Самыми критическими месяцами по притоку ФАР являются декабрь и январь. По этим месячным суммам ФАР формируются световые зоны, которые и определяют типы культивационных сооружений и культурооборота в теплицах. Поступление солнечной радиации в декабре – январе определяет возможность начала культуры огурца и томата. Зимой и в облачные дни света в теплицы поступает очень ма-

ло. Освещенность в культивационных сооружениях в зимние и осенние месяцы значительно меньше освещенности на открытом пространстве. Суммарная солнечная радиация, проникающая в теплицы, определяется *интегральным коэффициентом проницаемости покрытия*:

$$K = Q_{\text{т}} / Q_{\text{от}} \cdot 100 \%,$$

где  $Q_{\text{т}}$  – суммарная радиация на единицу площади теплицы за один день;

$Q_{\text{от}}$  – суммарная радиация на единицу площади открытой поверхности в тот же день.

Большинство тепличных растений в зависимости от физиологических особенностей растут и плодоносят лишь при освещенности 8–12 тыс. лк. Поток такой мощности в нашей зоне отмечается с конца февраля и по сентябрь. Зимой, в полдень, освещенность на поверхности Земли на открытом месте достигает около 4–5 тыс. лк. Еще меньше лучистой энергии поступает в утренние и послеполуденные часы.

Условия освещенности овощных растений в сооружениях защищенного грунта зависят от многих факторов, в частности от выбора участка, размещения сооружений, угла наклона кровли, качества стекла и его степени загрязненности, размещения растений в теплицах и т. д. Солнечной радиации проникает больше, когда солнечный луч падает непосредственно на освещенный скат. Это диффузный свет, поступающий со всех направлений. В ясные дни доля рассеянного света составляет около 20 % вследствие отражения от соседних построек, деревьев, водяного пара и др. В декабре она достигает 75 %. В туманные и облачные дни растения развиваются, в основном, за счет рассеянного света.

Принято считать, что увеличение освещенности в культивационных сооружениях на 1 % способствует повышению урожайности также примерно на 1 %.

Солнечная радиация, поступающая в культивационные сооружения, претерпевает не только количественные, но и качественные изменения. Важное качество солнечного луча – возможность изменять длину волны света.

Прошедший сквозь стекло солнечный луч падает на растения, внутренние части теплицы и почву и преобразуется в тепло, которое очень медленно удаляется наружу и приводит к его накоплению, а в результате – к повышению температуры в теплице. Солнечная радиа-

ция является существенным элементом теплового баланса в теплицах с искусственным обогревом и основным источником тепла в необогреваемых теплицах.

При проектировании и эксплуатации теплиц предусматривается необходимость максимально уменьшать количество и площади затеняющих элементов в подкровельном пространстве и регулярно очищать остекление.

При рассмотрении условий освещенности, требующихся для овощных культур, выращиваемых в теплицах, необходимо иметь в виду и прямую солнечную радиацию, поступающую сквозь открытые вентиляционные фрамуги. Она составляет от 0 до 15 % и имеет практическое значение с марта по ноябрь, когда фрамуги открыты довольно продолжительное время. То, что размер светового пятна не остается постоянным и оно перемещается по площади, не вызывает заметных изменений в освещении растений.

В теплицах, используемых для выращивания овощей в летне-осенний период, требуется затенение. Количество поступающего света при затенении уменьшается на 18 % на южном скате и на 27 % на северном. Слабая интенсивность естественного излучения и короткий день в течение осенне-зимнего периода на широте Беларуси не позволяют выращивать овощные растения в теплицах без дополнительного освещения.

Различают прямую солнечную радиацию и рассеянную. Интенсивность ее зависит от высоты стояния солнца, чистоты атмосферы, облачности. Сумму прямой и рассеянной солнечной радиации называют *суммарной радиацией*. Поток солнечной энергии, приходящейся на перпендикулярную поверхность в единицу времени, называют *интенсивностью радиации* и выражают в  $\text{Дж}/\text{см}^2 \times \text{мин}$  или  $\text{Вт}/\text{см}^2$ .

В практике для характеристики светового режима обычно пользуются освещенностью, которая определяется световым потоком, приходящимся на единицу площади. Измеряют ее в люксах (лк). Большинство тепличных растений, в зависимости от физиологических особенностей, растет и плодоносит при освещенности 8–12 тыс. лк.

Требовательность к свету может изменяться у одной и той же культуры в зависимости от способа выращивания (посев семян, рассадный способ, выгонка, доращивание и др.).

Освещенность в значительной степени влияет на сроки цветения, плодоношения и нарастания урожая. Весной и летом растения растут быстрее, чем зимой. Относительно высокая освещенность способствует

ет и улучшению качества продукции, увеличению количества витаминов, снижению вредных для организма нитратов и нитритов.

Наряду с освещенностью рост растений и формирование урожая зависят и от длины дня. Различают растения длинного, короткого и нейтрального дня. К растениям длинного дня относят капустные культуры, салат, шпинат, редис, укроп, морковь, свеклу, лук; короткого – томат, перец, огурец; нейтрального – фасоль, картофель, некоторые сорта огурца.

Продолжительность дня и освещенность в осенне-зимние месяцы определяют возможность выращивания в эти сроки основных тепличных культур (огурец и томат). Улучшение световых условий в защищенном грунте достигается не только за счет конструктивно-планировочных устройств теплиц, но и дополнительного электродосвечивания рассады. Электродосвечивание рассады ускоряет плодоношение на 20–25 дней и увеличивает общий урожай на 25–30 %.

#### **3.4. Воздушно-газовый режим, рециркуляция воздуха, подкормка растений $\text{CO}_2$**

Атмосферный воздух содержит около 78 % азота, 21 % кислорода, 0,03 % углекислого газа и незначительные количества (0,93 %) аргона, гелия, ксенона, криптона и других газов. К такому составу воздушно-газовой среды адаптировано большинство овощных растений. В обычных условиях открытого грунта растения не испытывают недостатка в  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$ , несмотря на то, что некоторые виды растений на площади 1 га ежедневно поглощают 500–600 кг двуокиси углерода, которую они извлекают из 100 000 м<sup>3</sup> воздуха. Благодаря непрерывной циркуляции больших воздушных масс практически неподвижные растения обеспечиваются необходимым количеством  $\text{CO}_2$ . Однако в условиях защищенного грунта, где создается замкнутое пространство, состав воздуха может существенно отличаться от атмосферного. Разлагающееся органическое вещество почвы и питательных субстратов обогащает воздух теплиц углекислым газом (из 1 м<sup>2</sup> почвы в день может выделяться до 75 г углекислого газа), аммиаком, метаном. В воздухе теплиц присутствуют и другие газы, образующиеся при сжигании топлива, и т. д. Содержание углекислого газа в теплице при выращивании томата колеблется в течение дня в довольно широких пределах.

Содержание углекислого газа в 1 л воздуха в оптимальных условиях составляет 0,58 мг. Для синтеза 1 г крахмала растениям необходимо

извлечь углекислый газ из воздуха объемом 220 л. Обычного содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе достаточно для нормального протекания процесса фотосинтеза, но благоприятная температура и влажность в условиях теплиц, правильное питание способствуют развитию значительно более мощного листового аппарата у растений.

Углерод составляет около 45 % сухого вещества растений. Потребность в углероде растений защищенного грунта значительно выше, чем открытого. В благоприятных условиях освещения, температуры и корневого питания овощные растения могут усваивать в сутки 30–50 г углекислого газа с 1 м<sup>2</sup>. Углекислый газ, содержащийся в воздухе, является источником, из которого они получают углерод.

Нехватка углерода нарушает физиологическое состояние растений, а увеличение концентрации углекислого газа в воздухе усиливает фотосинтетическую активность, следовательно, способствует повышению урожайности.

Оптимальное содержание углекислоты в воздухе теплиц для огурца составляет 0,2–0,6 %, для томата – 0,1–0,3 %. С увеличением содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе теплицы до указанных концентраций усиливается плодобразование и улучшается качество плодов томата.

Подкормка растений углекислым газом широко практикуется в условиях защищенного грунта. Она ускоряет нарастание их массы и плодоношение, повышает урожайность на 15–20 %. Углекислый газ целесообразно подавать в теплицы в течение длительного промежутка времени – на протяжении всего периода вегетации, начиная с рассадного. Высокие прибавки урожая обеспечивает подкормка углекислым газом в период цветения и плодоношения. При недостатке света и пониженной температуре она способствует нарастанию вегетативной массы, т. е. ускоряет развитие ассимиляционного аппарата, при хорошем освещении и благоприятной температуре способствует развитию генеративных органов.

Целесообразно использовать углекислоту как удобрение в начале года и весной, когда фрамуги теплиц закрыты. Подкормку проводят в утренние или в послеполуденные часы, когда несколько снижается интенсивность освещения. Температура при этом должна быть на 2–3 °С выше рекомендованной для выращивания данной культуры.

Особое значение имеет подкормка углекислым газом в гидропонных теплицах, поскольку здесь, как правило, почвогрунт заменяется минеральными и другими субстратами, не выделяющими углекислоту. Овощные культуры, особенно огурец, положительно реагируют на

увеличение концентрации углекислого газа. Другие газы могут оказывать токсическое действие.

При содержании в воздухе 0,1–0,6 % аммиака растения быстро начинают проявлять признаки старения, появляются ожоги листьев, а при большей концентрации (около 4 %) погибают в течение суток. Такое же токсическое действие оказывает и метан. Для овощных растений токсичным является и повышенное содержание в воздухе аммиака. Оно может возникать после высадки рассады сразу же после внесения в грунт свежего навоза, а также при использовании больших количеств куриного помета, аммонизированных торфяных смесей. Токсическое действие повышенного содержания аммиака в воздухе проявляется в виде ожогов на нижних листьях растений.

Вследствие сжигания природного газа с примесью серных соединений в воздухе теплиц появляется сернистый газ, который поражает растения уже в концентрации 0,01 %; листья белеют и засыхают, плоды томата теряют характерную округлую форму и деформируются.

При выращивании овощей в сооружениях защищенного грунта необходимо учитывать и скорость движения воздуха. Усиление движения активизирует процесс фотосинтеза. Оптимальная скорость движения воздуха в теплицах должна составлять 0,3–0,5 м/с. При застое воздуха, что часто возникает в теплицах, затрудняется газообмен, ослабляется фотосинтез, водяной пар удаляется медленно, а это ограничивает транспирацию.

Температура листа зависит от движения воздуха. При повышении температуры воздуха целесообразно усилить его циркуляцию. Стрессовое состояние растений приводит к их ослаблению, повышенной чувствительности к болезням, незначительным колебаниям температуры и т. д. Для нормальной жизнедеятельности растительного организма клетки листа должны быть насыщены водой, которая участвует в дыхательном обмене, синтезе углеводов, органических соединений. Кроме того, растения непрерывно испаряют ее. При недостатке влаги в воздухе листья перегреваются, увядают, интенсивность фотосинтеза резко снижается, а дыхание усиливается.

Относительная влажность воздуха показывает соотношение между имеющимися в воздухе водяными парами и максимальным их количеством при данной температуре. Она зависит от абсолютной влажности и температуры воздуха. Если при неизменной абсолютной влажности температура воздуха повышается, то относительная влажность будет снижаться и, наоборот, при неизменном содержании водяных паров

снижение температуры воздуха будет повышать его относительную влажность. Если воздух насыщен водяными парами, то снижение температуры приведет к их конденсации. Как правило, конденсация происходит в ночное время, и растения в теплицах становятся влажными. Конденсат, покрывая тонким слоем листья, затрудняет транспирацию. При низкой влажности транспирация усиливается, растения теряют много влаги и ростовые процессы замедляются. Поэтому в жаркие солнечные дни целесообразно распылять воду в воздухе теплиц.

Особое внимание необходимо обратить и на требования овощных растений к влажности воздуха в культивационных сооружениях. Тепличные растения предъявляют различные требования к влажности воздуха; для огурца желательна высокая влажность – 75–80 % и более, для томатов – 60–65 %.

От влажности воздуха и теплового режима в теплицах зависит распространение болезней растений и вредителей. Высокая влажность в условиях пониженной температуры обычно создает условия для быстрого развития вредной микрофлоры (грибной и бактериальной), вследствие чего возрастает заболеваемость растений. При высокой влажности воздуха и несвоевременной вентиляции теплиц томаты могут поражаться серой гнилью, у огурца трескаются стебли. Очень низкая влажность воздуха при повышенной температуре создает условия для распространения паутинного клеща. Повышенная и пониженная влажность воздуха при выращивании самоопыляющихся растений (томат) ухудшает условия опыления цветков.

Циркуляция воздуха в обогреваемых теплицах более интенсивна, так как на влажность в них существенное влияние оказывает наружный воздух. Воздух, удаляемый из теплицы при проветривании, содержит больше водяного пара, чем наружный. Вентиляционный напор определяется разницей в давлении воздуха снаружи и внутри теплицы.

Режим влажности воздуха в теплицах должен регулироваться таким образом, чтобы при создании оптимальной для растений влажности избежать конденсации водяных паров. Изменения средней максимальной и средней ночной относительной влажности воздуха показывают, что такая опасность может возникнуть, начиная с марта месяца.

Создание в теплицах воздухообмена и газообмена нужной интенсивности достигается автоматическим регулированием.

**Система рециркуляции воздуха** теплицы предназначена для естественного проветривания наружным воздухом через форточки. Открытие и закрытие форточек осуществляется мотором с редуктором, кото-

рый обеспечивает их одновременный подъем и опускание на всей площади каждого отделения.

**Система подкормки растений углекислым газом** предназначена для обогащения овощных культур в период их вегетации двуокисью углерода для стимуляции процесса фотосинтеза и увеличения продуктивности. Получение двуокиси углерода осуществляется сжиганием природного газа в теплицах с помощью газогенератора.

В тепличных комплексах могут быть задействованы и другие способы обеспечения требуемой концентрации  $\text{CO}_2$ , например, использование емкостей с жидкой углекислотой. Возможен также комбинированный вариант.

Процесс управления в теплице концентрацией углекислого газа осуществляется в автоматическом режиме климатическим компьютером.

Применение подкормки растений  $\text{CO}_2$  позволяет повысить качество продукции и увеличить урожайность на 10–20 %, она особенно необходима при выращивании овощей в зимний период и при круглогодичном выращивании цветов.

Получение высокого общего и раннего урожая невозможно без использования подкормок  $\text{CO}_2$ . В теплицах углекислый газ выделяется растениями при дыхании, или подается в теплицу. В солнечную погоду, а в феврале-марте при закрытых фрамугах, без дополнительной подачи углекислого газа его содержание в воздухе может снижаться до 100–150 ppm, что приводит к недобору урожая.

Источники подаваемого в теплицу углекислого газа делят на биологические и технические. Использование биологических источников связано с деятельностью микроорганизмов, разлагающих клетчатку и продуцирующих в процессе своей жизнедеятельности углекислый газ. Биологическими источниками  $\text{CO}_2$  в теплицах являются навоз, солома, щепка, опилки, торф и др. Такие источники могут быть учтены при выращивании культуры огурца на грунтах, но их не следует принимать в расчет при выращивании огурца в условиях малообъемной культуры на торфе. По некоторым литературным источникам, выделение  $\text{CO}_2$  из торфа незначительно и составляет 0,2–0,4 г/м<sup>3</sup>.

Основным недостатком биологических источников является невозможность регулирования процесса подкормки и кратковременность повышения концентрации  $\text{CO}_2$  в теплице.

Из технических источников углекислого газа в настоящее время наибольшее распространение получили – сжиженная углекислота, от-

ходящие газы котельной, газогенераторы различного типа, работающие на природном газе.

Для подкормки растений наиболее часто применяется *сжиженная углекислота*. Достоинства этого метода заключаются в том, что есть возможность автоматизации подачи и регулирования концентрации  $\text{CO}_2$ , а также отсутствуют примеси. Основным недостатком применения сжиженной кислоты в теплицах является ее высокая стоимость, к тому же с началом открытия вентиляционных фрамуг в теплицах подкормки прекращают, так как увеличиваются потери газа.

*Перспективным источником углекислого газа являются отходящие газы котельной (ОГК)*, содержащие в своем составе до 11–12 %  $\text{CO}_2$ . Отходящие газы котельных можно непосредственно подавать в теплицу, а можно, очищая и сжижая с помощью дополнительной установки, накапливать или подавать в теплицу. Второй способ дороже, но преимущества у него те же, что у применения жидкой углекислоты. Помимо возможности автоматизировать процесс подачи и регулировать концентрацию  $\text{CO}_2$ , использование отходящих газов имеет несколько серьезных достоинств: подкормку можно проводить при открытых фрамугах, т. е. в течение всего сезона, выброс  $\text{CO}_2$  в атмосферу регулируется, при этом происходит экономия природного газа и, главное, проект быстро окупается.

Подача отходящих газов котельной в теплицу происходит по трубопроводу, с использованием нагнетающих вентиляторов, а в теплице – по полиэтиленовым рукавам диаметром 5 см с перфорацией по 4 отверстия на каждые 20 см. Рукава укладываются под каждый ряд растений. В трубопроводе должны быть дренажные отверстия, для отвода конденсата. В настоящее время, с отказом многих тепличных комбинатов от больших котельных и с установкой котельных на каждом блоке теплиц, этот метод стал более экономичным, так как не требует монтажа дорогостоящего магистрального трубопровода большого диаметра на большие расстояния.

Есть у этого способа и недостатки, один из них – наличие примесей  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_2$ , что может представлять серьезную опасность как для людей, работающих в теплице, так и для растений. В этом случае обязательно наличие прибора-анализатора  $\text{CO/NO}_2$  для контроля воздуха в теплицах. Второй недостаток заключается в том, что в летнее время, когда нет необходимости в отоплении, котел работает на подачу  $\text{CO}_2$ . Кроме того, при переходе с газа на мазут в штатной или аварийной ситуации, из-за большого количества опасных для здоровья людей и

вредных для растений примесей, подкормку отходящими газами ко-  
тельной вести нельзя.

*Использование газогенераторов*, работающих на природном газе или пропане, в настоящее время также достаточно широко распространено. Газогенераторы в количестве 9–16 шт/га, в зависимости от их производительности, устанавливают над уровнем шпалеры, стационарно. Они просты в эксплуатации, снабжены устройством автоматического контроля работы горелки и позволяют автоматизировать процесс подкормки  $\text{CO}_2$ . Основными недостатками являются: невозможность их использования при открытых вентиляционных фрамугах, когда  $\text{CO}_2$  с нагретым при работе горелки воздухом выходит в атмосферу; значительное повышение температуры воздуха в районе расположения газогенераторов, что сказывается на выравненности роста растений; возможность образования примесей  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_2$ .

*На практике подкормку  $\text{CO}_2$  начинают* с восходом солнца, одновременно с началом фотосинтеза растений, и заканчивают за 2–3 часа до захода солнца. В зимние месяцы подкормку растений ведут при освещенности не менее 2,8–3,0 тыс. лк, начиная с периода высадки рассады и приживания растений на постоянном месте.

Концентрацию  $\text{CO}_2$  в теплице поддерживают на уровне 700–800 ppm. В летние месяцы (май – июнь) желательно поддерживать концентрацию  $\text{CO}_2$  на более высоком уровне (до 1000 ppm) по причине более высокой освещенности.

### 3.5. Режим влажности субстрата и воздуха

От того, насколько овощные растения обеспечены влагой, зависит их рост и развитие, интенсивность протекания процесса фотосинтеза, и, в конечном итоге, формирование урожая.

Влажность субстрата и воздуха влияют на особенности роста и развития растений. Регулируя их параметры в культивационных сооружениях, можно направленно изменять процессы роста и развития растений. Требовательность овощных культур к влажности грунтов определяется их биологическими особенностями, величиной и характером листовой поверхности, развитием корневой системы, продолжительностью периода вегетации.

Количество воды, необходимое для получения урожая с единицы площади, называют **водопотреблением**; израсходованное на получение единицы урожая и выраженное в литрах на 1 кг – **коэффициен-**

**том водопотребления.** Количество воды, необходимое для получения 1 г сухой массы урожая, называют **транспирационным** коэффициентом; расходуемое при поливах в течение вегетации культуры – **оросительной** нормой, за один полив – **поливной нормой**. Названные показатели, характеризующие водный режим, изменяются в зависимости от культуры, сорта, продолжительности периода выращивания овощных растений, интенсивности солнечной радиации, условий микроклимата, применяемой агротехники.

Требования овощных растений к влаге в разные фазы роста и развития неодинаковые. Наибольшие требования к влажности субстрата предъявляют растения при прорастании семян.

*Влажность субстрата* – количество воды, находящейся в данный момент в почве, выраженное в весовых или объемных процентах. *Влагоемкость* – способность субстрата ц н й ф л

йж

В культивационных сооружениях важно определение норм поливов в соответствии с требованиями выращиваемых культур. Зимой, ранней весной и в пасмурную погоду растениям нужно меньше воды, поздней весной, летом, в условиях повышенных температур требуются обильные поливы. Норма полива – 10–12 л/м<sup>2</sup>, в августе сокращается, а в ноябре–декабре она составляет 5 л/м<sup>2</sup>.

Норма полива зависит от культуры. Для огурца минимальная норма полива дождеванием составляет 3–4 л/м<sup>2</sup>, томата – 6–8 л/м<sup>2</sup>. При этом необходимо учитывать и особенности тепличных субстратов.

Зная величины оптимальной и фактической влажности субстрата в определенный момент, можно определить дефицит влаги и норму полива:

$$H = (a - b) \cdot P \cdot 10,$$

где H – норма полива, л/м<sup>2</sup>;

a – оптимальная влажность субстрата, % НВ;

b – фактическая влажность субстрата в данный момент, % НВ;

P – удельная масса слоя субстрата, т/га;

10 – коэффициент пересчета воды на литры.

**Пример.** Оптимальная влажность субстрата в период плодоношения огурца – 90 %, фактическая влажность – 79 % НВ. Масса слоя субстрата при его глубине 30 см и плотности 0,6 г/м<sup>3</sup> – 1800 т.

Норма полива составит:

$$(90-79) \cdot 1800 \cdot 10 = 198\ 000 \text{ л/га, или } 19,8 \text{ л/м}^2.$$

Для нормирования поливов можно пользоваться и рекомендациями по примерным поливным нормам (табл. 3.1).

Таблица 3.1. **Полivной режим огурца и томата в зимне-весеннем обороте (В. А. Брызгалов, 1983 г.)**

Месяц	Количество поливов		Полivная норма, л/м <sup>2</sup>	
	Огурец	Томат	Огурец	Томат
Январь	8–10	–	2–3	–
Февраль	10–12	4–6	4–5	6–8
Март	14–16	8–10	4–5	8–10
Апрель	18–22	10–12	–6	8–10
Май	24–28	10–12	5–6	10–12
Июнь	26–30	13–15	5–6	10–12
Июль	–	13–15	–	10–12

Сроки поливов можно определять глазомерно по внешнему виду растений, по влажности субстрата на ощупь, физиологическим методом – по концентрации клеточного сока, лабораторно-весовым методом. Для тепличных субстратов, характеризующихся высокой концентрацией элементов питания, а следовательно, достаточно высокой электропроводностью, наиболее подходящим методом определения влажности будет весовой метод.

В теплицах поддержание оптимальной влажности грунта осуществляют, применяя капельное орошение, шланговый полив, дождевание, подпочвенное орошение. Наиболее совершенными считаются капельный полив и дождевание. При этом способе воду подают в определенную зону корневой системы растений. При капельном поливе для орошения применяют микротрубки, капельницы, микропористые увлажнители. Эту систему полива применяют при выращивании овощных культур в контейнерах способом малообъемной гидропоники. Кроме влажности грунта, для тепличных культур имеет значение относительная влажность воздуха (ОВВ).

Относительная влажность воздуха является фактором среды, тесно связанным как с температурным, так и с водными режимами овощных растений. Для огурца оптимальный уровень ОВВ в блочных теплицах равен 75–80 %, а для томата – 60–65 %. ОВВ дифференцируют по фазам роста и развития растений.

В действующих проектах тепличных комплексов для увлажнения растений используют систему испарительного охлаждения и увлажнения.

### **3.6. Тепловой режим**

Для обеспечения максимальной продуктивности растений необходимо знать их отношение к факторам внешней среды. Выделяют три группы факторов, необходимых для жизни овощных растений: абиотические, биотические и антропогенные.

Основное назначение культивационных сооружений – создание условий для выращивания овощных культур и других растений в течение периода, когда возделывание их в открытом грунте невозможно. В первую очередь, это относится к температуре воздуха и почвы, освещенности, влагообеспеченности и содержанию диоксида углерода в воздушном пространстве сооружения.

На растение действует целый комплекс факторов и степень напряженности одного из них вызывает изменение реакции организма на остальные. Обычно реакцию растений на фактор характеризуют тремя значениями: *оптимумом* (наиболее благоприятное для растения), *минимумом* и *максимумом* – границы действия фактора роста и развития растения. Интенсивность фактора, находящаяся между максимумом и минимумом, называется зоной толерантности.

В овощеводстве защищенного грунта действует комплекс климатических факторов, складывающихся в зоне обитания растений.

На микроклимат оказывают также влияние климатические факторы и фитоценоз (фитоценоз – растительное сообщество, характеризующееся определенным составом и взаимоотношениями между растениями и окружающей средой).

Каждому виду овощных растений и даже отдельным сортам, соответствует определенная максимальная и минимальная температура.

Овощные культуры защищенного грунта по требовательности к теплу делятся на три группы (по В. А. Брызгалову, 1983).

1. Требовательные к теплу ( $t_{\text{opt}} = 23 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) – растения из семейства тыквенные и пасленовые.

2. Культуры, для которых необходима умеренная температура ( $t_{\text{opt}} = 14 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) – растения из семейства капустные, укроп, салат, шпинат.

3. Растения, требующие пониженной температуры ( $t_{\text{opt}} = 4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ). К ним относятся доращиваемые культуры.

Для каждой культуры существует определенный предел температур, ниже и выше которого изменяется интенсивность фотосинтеза. Так, для холодостойких культур максимальная интенсивность фотосинтеза наблюдается при температуре 17–20 °С, у требовательных к теплу – при температуре 25–30 °С.

Кроме того, овощные растения в зависимости от вида, сорта, фазы роста, интенсивности освещения и способа выращивания предъявляют различные требования и к температуре воздуха.

Определенная фаза роста и развития растения протекает нормально лишь при оптимальной для конкретного вида или сорта температуре воздуха.

Существенное влияние на рост и развитие, формирование урожая оказывает и температура почвы. Оптимальное значение ее обычно несколько ниже температуры воздуха.

Распределение тепла внутри теплиц зависит от ее конструкции, способа отопления и размещения отопительных приборов, режима работы отопительной системы. Температура воздуха в теплице не должна превышать 30 °С. Продолжительность воздействия максимальной температуры должна составлять не более 10 ч подряд. Допустимое отклонение температуры, как в зимних, так и в весенних теплицах составляет  $\pm 2$  °С.

Температура воздуха в теплице является тем климатическим фактором, которому уделяют наибольшее внимание. Регулируют ее двумя способами: отоплением и вентилированием.

Полную информацию о температурном режиме в культивационных сооружениях можно получить при использовании приборов. Они позволяют проводить всестороннее сравнение температурных условий. Заданную температуру воздуха автоматически поддерживают посредством датчиков, установленных в теплицах и трехходовых смесительных клапанов, которые регулируют температуру теплоносителя.

#### **Тема 4. ОСОБЕННОСТИ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА В ИНТЕНСИВНОМ САДОВОДСТВЕ И ОВОЩЕВОДСТВЕ. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

##### **4.1. Субстраты, применяемые в защищенном грунте**

Овощные культуры защищенного грунта предъявляют высокие требования к уровню плодородия почвы, что связано с большим выносом питательных элементов и более продолжительным выращиванием, чем в открытом грунте. Корнеобитаемые среды в теплицах называют **субстратами**. Оптимизация минерального питания тепличных культур в значительной степени зависит от физико-химических свойств субстрата, от его способности минимально обеспечивать растения элементами питания, водой, а корневые системы – воздухом.

В защищенном грунте (пленочные теплицы) используют, в основном, насыпные почвенные смеси (почвенный грунт), органические и минеральные субстраты. Они должны обладать высокой влагоемкостью, буферностью, воздухопроницаемостью, почвенной поглотительной способностью, быть свободными от вредителей и болезней, выдерживать длительный срок эксплуатации. Все субстраты для защищенного грунта можно условно разделить на несколько типов.

*Собственно почва* – высокоплодородная и удобренная органическими и минеральными удобрениями. Используют в пленочных теплицах, тоннелях.

*Почвенные смеси* (грунты). В качестве компонентов для их приготовления используются почва, торф, органические и минеральные удобрения, другие материалы. Применяют в современных теплицах с насыпным грунтом, в пленочных сооружениях.

*Заменители* почвы растительного органического происхождения (древесные опилки, дробленая кора, солома, верховой торф, отходы гидролизной промышленности) – в основном, быстро разлагающиеся материалы.

*Искусственные* субстраты (минеральная вата, гравий, керамзит, перлит, вермикулит, и др.). Питание растений происходит за счет питательных растворов.

Почва (субстрат, грунт), как физическое тело, состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена минеральными и органическими веществами, жидкая – водой с растворенными в ней соединениями (почвенный раствор), газообразная – воздухом. Соотношение фаз может изменяться в зависимости от рыхлящих материалов. В почвогрунтах с содержанием 10 % органического вещества соотношение твердой, жидкой и газообразной фаз составляет 1:1:1.

При выращивании овощных растений в теплицах большое значение имеют и физические свойства почвогрунтов. Основными показателями, определяющими водно-физические свойства тепличного грунта, являющиеся следующие: плотность, плотность твердой фазы, пористость.

*Плотность твердой фазы* (удельная масса) – это отношение массы твердой фазы грунта в абсолютно сухом состоянии к массе равного объема воды. Таким образом, удельная масса – это масса (в граммах) одного кубического сантиметра твердой фазы абсолютно сухого грунта. Этот показатель у тепличных грунтов зависит от содержания органического вещества, структуры, гранулометрического состава, сложения и пористости.

Тепличные почвогрунты считаются рыхлыми, если их плотность находится в пределах  $0,9-0,95 \text{ г/см}^3$ , с нормальной плотностью –  $0,95-1,15$ , плотные –  $1,15-1,25$ , сильно плотные –  $1,25 \text{ г/см}^3$  и выше. Оптимальная плотность для тепличных культур составляет: огурец –  $0,5 \text{ г/см}^3$ , томат –  $0,8$ , кочанный салат – до  $1$ , рассада –  $0,5 \text{ г/см}^3$ .

Величина удельной массы минеральных почв колеблется от  $2,50$  до  $2,65$ . У торфов удельная масса изменяется, в зависимости от степени разложения и зольности – от  $1,4$  до  $1,7 \text{ г/см}^3$ .

*Плотность* – это масса абсолютно сухой единицы объема грунта в естественных условиях. Объемная масса (ОМ) грунта зависит от гранулометрического состава минеральной части, содержания органического вещества и сложения. Объемная масса пахотного слоя мине-

ральных почв колеблется от 0,8 до 1,6 г/см<sup>3</sup>; объемная масса торфяных почв – от 0,04–0,08; у целинных верховых болотных почв до 0,2–0,3; у старопашотных низинных болотных почв. Плотность и плотность твердой фазы тепличного почвогрунта могут служить признаками, указывающими на содержание в нем органического вещества, на его структуру, пористость.

*Скважность, или пористость* – это суммарный объем пор между частицами твердой фазы грунта в единице объема. Выражают ее в процентах от объема почвогрунта. Пористость тепличных почвогрунтов с высоким содержанием гумуса равняется 50–70 %.

Определение скважности имеет большое агрономическое значение, так как она обуславливает такие свойства, как влагоемкость, водопроницаемость и определяет направление и интенсивность биохимических процессов в почве.

*Скважность аэрации* – это часть скважности грунта, заполненная воздухом. Она соответствует разности между объемом общей скважности и объемом воды, которая содержится в грунте в момент определения скважности.

**Водные свойства.** *Влажность почвы* – количество воды, находящейся в данный момент в почве, выраженное в весовых или объемных процентах.

*Влагоемкость* – способность почвы поглощать и удерживать в себе то или иное количество воды.

С практической точки зрения, для защищенного грунта наибольшее значение имеет полная (ПВ), или наименьшая влагоемкость (НВ).

При длительном использовании тепличных грунтов ухудшаются их физические свойства; увеличивается их плотность, уменьшается общая пористость, значительно возрастает капиллярная пористость, в связи с чем, ухудшается водно-воздушный режим.

При недостатке органического субстрата, а также при выращивании овощных культур методом гидропоники повысить концентрацию диоксида углерода можно за счет следующих технических источников: твердой и сжиженной углекислоты, продуктов сгорания углеводородного топлива. Чаще всего подкормки растений проводят при помощи генератора, работающего на природном газе. Работа генератора автоматизирована. Можно также использовать предварительно очищенные отходящие газы котельных.

Свойства тепличных грунтов зависят от их состава и соотношения компонентов (табл. 4.1). Тепличные грунты готовят, как правило, из расчета 3000 м<sup>3</sup> на 1 га. Рассадную смесь готовят в количестве около 100 м<sup>3</sup> на 1 га ежегодно. При составлении почвенной смеси принимают во внимание, что 1 м<sup>3</sup> имеет массу: низинный торф – 0,4–0,5 т; верхо-

вой – 0,25–0,3 т; перегной – 0,7–0,9 т; компост – 1 т; дерновая полевая земля – 1,2–1,5 т; навоз – 0,8 т; песок – 1,8–2,0 т; опилки – 0,15–0,2 т; солома прессованная – 0,14 т. Питательные смеси заготавливают из расчета толщины почвенного слоя в грунтовых теплицах 30 см, добавляя 4–6 см на подсыпку в процессе выращивания томата и огурца.

Таблица 4.1. Состав и свойства тепличных грунтов

Физические свойства грунтов	Типы грунтов		
	органические	органоминеральные	минеральные
Состав, % объема	Торф 60–70, древесные отходы 10–20, навозный компост 10–20	Торф 50–60, полевая земля 10–30, навозный компост 10–20	Полевая земля 50–60, местные органические материалы 15–25, навозный компост 15–25
Содержание органического вещества, %	40–60	20–30	5–20
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,2–0,4	0,3–0,6	0,6–1,0
Пористость общая, %	80–90	70–80	55–70
Пористость аэрации, %	25–30	20–25	20–25
ППВ, % объема	55–60	40–45	30–40
Соотношение фаз: твердая, жидкая, газообразная	1:6:3	1:3:2	1:1:1

#### 4.2. Субстраты для выращивания растений по малообъемной технологии

Субстрат для малообъемной технологии должен отвечать определенным требованиям; не выделять токсические вещества, не нарушать питательные режимы и не изменять в значительной степени реакцию питательного раствора, иметь высокую пористость, хорошую аэрированность и влагоемкость, прочность при использовании.

**Верховой торф.** Использование торфа для малообъемной гидропоники целесообразно по следующим причинам: запасы сырья практически не ограничены; торфяные субстраты являются экологически чистым продуктом, после использования в теплицах их можно применять для улучшения почв сельскохозяйственных угодий; торфяные субстраты значительно дешевле минеральной ваты.

Благодаря низкой объемной массе, высокой пористости и значительной емкости поглощения, он с успехом используется для малообъемного способа выращивания овощных растений в теплицах. Преимущества торфа перед минеральной ватой (особенно одногодичного срока использования) следующие: сравнительно невысокая стоимость, выделение большого количества CO<sub>2</sub>, простота утилизации. Лучше

всего использовать верховой торф со степенью разложения до 15 %, зольностью до 4–8 %, емкостью поглощения 120–130 мг/экв на 100 г, плотностью 0,1–0,3 г/см<sup>3</sup>, пористостью 80–90 %, с содержанием частиц размером 6–16 мм до 80 %. Нежелательно использовать фрезерный торф с большим содержанием пылевидных частиц диаметром менее 1 мм. Содержание пыли не должно превышать 3 %.

Водно-воздушный режим в торфяном субстрате определяется размером пор. Тонкие, мелкие поры чаще всего заполнены водой, крупные – воздухом. Размеры пор в большей степени зависят от размера частиц торфа. Чем меньше частицы торфа, тем неблагоприятное для растений соотношение в субстрате воды и воздуха. Большое количество частиц размером 1 мм и менее приближает содержание воздуха в субстрате к нулю.

Доля твердой фазы в верховом торфе составляет 3–10 % объема, при этом поры занимают 80–97 % объема. При наименьшей влагоемкости запас воздуха не снижается ниже 35 %. В низинном торфе твердая фаза возрастает до 15 %, снижается порозность до 85 %, возрастает наименьшая влагоемкость и снижается запас воздуха до 10 % объема.

При выращивании в малом объеме очень важно, чтобы растения имели хорошо развитую корневую систему, для этого содержание водной и воздушной фаз в торфяном субстрате должно быть 1:1. Этого легче добиться на верховом торфе и очень трудно при использовании низинного торфа, особенно если заготовка шла методом фрезерования при небольшом углублении фрезы, что способствует увеличению количества пылевидной фракции.

При выращивании растений на торфе по малообъемной технологии с капельным поливом могут использоваться полиэтиленовые мешки с прорезями и полипропиленовые лотки. И в том, и в другом случае, необходимо, чтобы слой торфа был не меньше 12 см, так как иначе трудно создать оптимальные водно-воздушные условия. В полиэтиленовых мешках создается замкнутое пространство, а это приводит к быстрому уменьшению содержания кислорода в почвенном воздухе. При обильных поливах и недостаточном стоке дренажных вод очень быстро возникают анаэробные условия, в торфе возрастает содержание аммиачного азота, нитратов, что, в свою очередь, препятствует поступлению кальция в растения и может привести к развитию на томатах вершинной гнили. Поэтому очень важно иметь необходимое количество и качество дренажных разрезов в мешках. Более перспективно использование торфа в открытых полипропиленовых лотках. В них отмечается лучшая дренированность и свободный газообмен, легкая смена торфа.

На дно лотка рекомендуется насыпать мелкий, химически инертный щебень слоем 2–3 см, так как это значительно улучшает отток дренажной воды из субстрата. Сверху лотки следует закрывать черной пленкой, чтобы не происходило подсушивание верхнего слоя торфа и засоление его из-за испарения капиллярной воды.

Применение лотка и такого субстрата наиболее целесообразно для выращивания методом малообъемной культуры короткоплодных теплолюбивых огурцов, что подтверждается практическим опытом работы многих тепличных овощеводческих комбинатов республики. Очень часто на торфяных субстратах в зимний период наблюдается недостаток воды, что может привести к развитию вершинной гнили на томатах. В апреле, мае, наоборот, часто наблюдается переувлажнение субстрата. Важно помнить, что торф обладает высоким показателем влажности устойчивого увядания растений – 9–17 % объема.

Чтобы не ошибиться в поливных нормах при выращивании овощных культур на торфе, следует тщательно следить за дренажом. Наличие дренажа свидетельствует о том, что субстрат предельно заполнен водой. Зимой количество дренажа может составлять 3–5 % от поливной нормы. Весной и летом постепенно количество дренажа может достигать 10–25 % и более. Следует отметить, что большой объем дренажа приводит к некоторому перерасходу минеральных удобрений, но это необходимо для сбалансированного питания растений, иначе произойдет засоление субстрата.

Кроме того, важно помнить, что поступление кислорода в субстрат происходит и с поливной водой. Высокая температура поливной воды также может привести к кислородному голоданию корней овощных растений, так как при увеличении температуры до 25 °С содержание кислорода в воде резко падает.

С внедрением малообъемной технологии очень важно с первого дня следить за количеством дренажа и его химическим составом. Сделать это быстро позволяет автоматизированная, подключенная к компьютеру, система контроля и анализа дренажа, которая непрерывно отслеживает количество дренажной воды, а также ее ЕС и pH. Программа, заложенная в компьютер, позволяет оперативно изменять ЕС и pH подаваемого питательного раствора в зависимости от результатов анализа дренажной воды, проведенного контроллером системы, а также автоматически увеличить или уменьшить количество подаваемого раствора. Для увеличения воздухоемкости торфа часто используют смесь торфа с агроперлитом в соотношении 50–70 %:50–30 %. При поливах применяют такие нормы, чтобы в субстрате оставалось 20 % пор, не заполненных водой для поступления кислорода.

**Минеральная вата.** Минеральную вату (рис. 4.1, 4.2), которую еще называют каменной ватой, производят из базальтовых горных пород или сходных с ними диабазов. Измельченную горную породу смешивают с коксом. Смесь доводят до точки плавления при температуре 1600 °С. Затем из расплавленного материала делают волокна. Длина и толщина волокон – важные факторы, определяющие физические характеристики конечного продукта. Расплавленная горная порода попадает на диски, ее комбинируют с добавками, включающими известняк, смачивающий агент и органический полимер, соединяющий волокна вместе для производства плит. Полимеры обычно производят на основе фенола – материала, похожего на пластичный бакелит. Другие материалы добавляют для обеспечения поглощения воды, хотя водоотталкивающая форма (наиболее часто используемая в качестве изолирующего материала в стройматериалах) также используется в гранулированной форме как составная часть компостных смесей или как материал, добавляемый в почву.



Рис. 4.1. Кубик из минеральной ваты

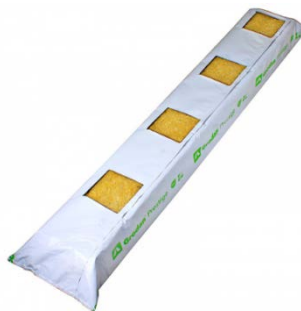


Рис. 4.2. Маты из минеральной ваты

Все минераловатные плиты стандартной плотности пригодны для использования.

Два основных преимущества минеральной ваты – ее стерильность и способность обеспечивать оптимальное соотношение воздуха и воды в корневой зоне при соответствующем регулировании интенсивности полива. Культура и субстрат всегда должны быть полностью изолированы от пола теплицы.

Основной особенностью минеральной ваты является то, что она позволяет регулировать водно-воздушный режим. Это значит, что

культура никогда не будет страдать ни от водного стресса, иссушения или от подтопления, ни от кислородного голодания. Минераловатная плита состоит из 5 % объема волокон и 95 % пространства пор. Для выращивания овощных культур используют минеральную вату различных размеров (табл. 4.2). Минеральная вата по сравнению с торфом имеет ряд преимуществ: обладает высокой порозностью для воздуха и воды; поддерживает хорошее соотношение между содержанием воздуха и воды; химически инертна; ее структура стабильна и имеет постоянное качество; не содержит патогенов; ее можно стерилизовать паром, химически и использовать повторно – не более чем два раза.

Таблица 4.2. Виды субстратов из минеральной ваты

Субстрат	Размер, см	Объем, л	
Плиты (блоки) для: томата	100×15×7,5	10	
	перца	100×20×7,5	15
	огурца	100×30×7,5	20
Кубики	7,5×7,5×6,5	0,4	
	10×10×6,5	0,65	
	10×10×8	0,8	
	10×10×10	1,0	
	12×12×10	1,5	
	12×12×13,3	2,0	
	15×15×13,3	3,0	
20×20×15	6,0		
Гранулы (мм)	8; 50; 75; 100		

Ограниченный объем минераловатной плиты означает, что она имеет низкую буферную способность для воды, поэтому водные свойства минеральной ваты являются важным фактором при оценке того, какой и даже имеется ли он – тот особый тип плит, который следует использовать в качестве растениеводческого субстрата (табл. 4.3). Недостатком минеральной ваты является необходимость многократных, особенно летом, циклов полива в течение дня, достигающих 20–25 циклов за день, что увеличивает нагрузку на системы капельного орошения.

Таблица 4.3. **Физические свойства минеральной ваты и торфа**

Субстрат	Сухое вещество, %	Объем пор, %	Вода, %	Воздух, %
Сфагновый торф	4	96	65	31
Минеральная вата: гранулированная	7	93	68	25
блок (плита)	3	97	82	15

**Гравий.** Используют кремниевый или кварцевый гравий, не содержащий углекислого кальция, так как наличие в нем карбонатов приводит к подщелачиванию питательного раствора (до pH 8 и выше) и выпадению фосфатов из раствора в виде осадка. Частицы гравия размером 3–8 мм считаются оптимальными. В связи с тем, что размер частиц очень малый, субстрат обладает низкой влагоемкостью. Поэтому в него рекомендуется добавлять вермикулит.

**Песок.** Используют песок с размером частиц 0,6–2,5 мм. Нежелательны пылевидные частицы, так как их наличие затрудняет доступ воздуха к корневой системе овощных растений.

**Гранитный щебень.** Данный субстрат хорошо предохраняет корневую систему от подсыхания и перегрева. На поверхности удерживается достаточное количество питательного раствора. Субстрат обладает хорошей аэрацией и водопроницаемостью, не порист, легко промывается и дезинфицируется. Размер частиц для растений – 3–15 мм, для рассады – 3–8 мм. Однако, острые грани гранитного щебня могут травмировать корневую систему растений.

**Перлит.** Обладает рядом ценных свойств: высокой водопоглощающей способностью; хорошо впитывает и медленно отдает воду и элементы минерального питания. Предохраняет корни растений от перегрева, так как имеет хорошие теплоизоляционные свойства. Наиболее пригоден субстрат с размером частиц 5–15 мм. При тепловой обработке перлит вспучивается, многократно увеличиваясь в объеме и резко уменьшаясь в плотности. Химический состав непостоянен. Перлит – субстрат непрочный, при многократном использовании крошится. Используется 3–4 года, затем утилизируется путем внесения в почву.

**Вермикулит.** Химический состав субстрата непостоянен. При нагревании до 800–1000 °С в течение 30–60 секунд вспучивается и увеличивается в объеме в 15–25 раз и более. При этом образуется масса воздушных полостей низкой плотности (100–150 кг/м<sup>3</sup>) и высокой водоудерживающей способности.

Вермикулит отличается высокой емкостью катионного обмена – 65–145 м-экв/100 г минерала. Обладает низкой теплопроводностью. Рекомендуемый размер частиц – 5–15 мм. По сравнению с другими субстратами вермикулит менее прочен. Используют не более 4–5 лет.

**Керамзит.** Получают из глинистых пород путем вспучивания при температуре 1150–1250 °С. Зернистый субстрат, пористого строения, обладает хорошими теплоизоляционными и водоудерживающими свойствами. Керамзит инертен, не изменяет pH раствора, не обладает поглотительной способностью по отношению к катионам. При длительном использовании на поверхности керамзита откладываются фосфаты кальция, алюминия и железа. По влагоемкости уступает вспученному перлиту и вермикулиту.

*Выбор и подготовка субстрата.* Прежде чем приступить к выращиванию овощей способом малообъемной гидропоники, необходимо выбрать субстрат (среду), в котором будут выращиваться растения. Почва, как среда для развития растений, может быть заменена различными материалами, которые должны отвечать следующим требованиям:

- 1) не выделять токсичные вещества;
- 2) не нарушать питательный режим и сильно не изменять реакцию питательного раствора;
- 3) обладать высокой пористостью, которая определяет достаточную аэрированность, и иметь хорошую водоудерживающую способность;
- 4) обладать высокой поглотительной способностью и хорошей теплоемкостью;
- 5) не содержать семян сорняков и патогенных организмов;
- 6) иметь низкую объемную массу;
- 7) субстрат должен, по возможности, не засоляться и легко промываться от избытка солей.

## **Тема 5. ПОЛИВНАЯ ВОДА. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ**

### **5.1. Химический состав и свойства воды**

При беспочвенном выращивании овощных растений вода служит одновременно растворителем (для удобрений) и средой (для развития корневой системы). Ее качество при использовании метода гидропонной культуры является важным фактором.

Поэтому важно знать химический состав используемой в хозяйстве воды. Это необходимо как для расчета количества солей и кислот в

питательном растворе, так и при его коррекции. Используемая поливная вода имеет определенный химический состав, что следует учитывать еще на стадии проектирования систем капельного полива.

Различная по происхождению вода представляет собой сложный раствор, содержащий химические элементы в виде простых и сложных ионов, комплексных соединений, растворенных или газообразных молекул, стабильных и радиоактивных изотопов.

Сложность состава определяется присутствием большого числа химических элементов, различным содержанием и разнообразием форм каждого из них.

В воде отмечается шесть основных групп химических компонентов:

1) главные ионы (макроэлементы) –  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ;

2) растворенные газы – кислород, азот, сероводород, углекислота;

3) биогенные вещества – соединения N, P, Fe, Si;

4) органические вещества – органические кислоты, сложные эфиры, фенолы, гумусовые вещества;

5) микроэлементы;

6) загрязняющие вещества.

Суммарное содержание минеральных веществ называется *минерализацией* воды, которая выражается в мг/дм<sup>3</sup>, г/дм<sup>3</sup>, г/кг, ‰ (промилле). По степени ее минерализации различают: *пресная* (1 ‰), *солончатая* (1–25 ‰), *соленая* (25–50 ‰), *очень соленая* (более 50 ‰). Для капельного орошения лучше использовать воду с содержанием минеральных веществ не более 0,5–1 ‰.

При высоком содержании солей возможно не только засоление субстрата, но и при выпадении в осадок соли выводят из строя капельницы. Томаты более солеустойчивы, чем огурцы, но на засоленных субстратах сильнее поражаются вершинной гнилью.

Следует отметить, что лишенная солей вода также вредна, поскольку понижает осмотическое давление внутри клетки.

Вода является слабым электролитом, большинство растворенных в ней солей представлено в ионной форме и поэтому общее содержание солей в воде определяют по ее электропроводности. Существует следующая градация качества воды (мСм/см): 0,75 – хорошая, 0,75–1,50 – пригодная для полива, 1,5–2,5 – малопригодная (высокое содержание солей), больше 2,25 – не пригодная вода (очень высокое содержание солей).

Следует учитывать, что электрический ток проводят лишь ионные растворы, а молекулярные – нет. Мочевина при растворении имеет молекулярную форму и не повышает электропроводности питательного раствора. При анализе воды ее результаты могут выражаться в различных единицах: главные ионы при общей минерализации больше 1 г/л выражаются в г/кг или в ‰ (промилле), а при минерализации меньше 1 г/л – в мг/л; растворенные газы – O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> – выражаются в мг/л; биогенные вещества – соединения N, P, Si – в мг/л; микроэлементы – в мг/л.

Часто содержание тех или иных элементов в воде или питательном растворе выражают в молях, миллимолях, микромолях. Понятие молярности распространяется на любые виды реальных (молекулы, атомы, ионы, электроны, радикалы) и условных частиц.

Единицей молярной концентрации является моль/л.

Миллимоль – это 0,001 моль; микромоль – 0,000001 моль.

Содержание основных макроэлементов в воде выражают в миллимолях/литр (ммМ/л), микроэлементов – в микромолях/л (мкМ/л).

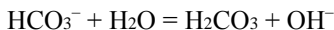
Среди главных ионов воды, присутствующий анион Cl<sup>-</sup> характеризуется повышенной миграционной способностью. Содержание ионов Cl<sup>-</sup> в воде не должно превышать 50 мг/л (1,5 ммМ/л), так как более высокая концентрация хлора вызывает повреждения корневой системы растений и продуктивность томатов может снижаться на 15–20 %, а огурцов – на 45–65 %.

Ионы SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> тоже обладают хорошей подвижностью, но уступают Cl<sup>-</sup>. В анаэробной среде сульфатные ионы восстанавливаются до сероводорода, при этом также отмечается гибель корневой системы. Анион SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> необходим растениям, но высокое его содержание (больше 4 ммоль/л в виде S) препятствует усвоению кальция, так как сульфатион и кальций являются антагонистами. Вредное влияние высоких концентраций сульфат-ионов устраняется увеличением уровня кальция в питательном растворе, так как CaSO<sub>4</sub>, так как ионы кальция связывают избыток сульфат ионов, переводя их в нерастворимую форму.

Гидрокарбонатные (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) и карбонатные (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) ионы являются важнейшими составными частями природной воды:

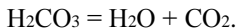


Бикарбонаты, содержащиеся в воде, определяют ее нейтральную или слабощелочную среду для гидролиза:



Распределение в воде  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  зависит от величины pH.

При  $\text{pH} < 5$  концентрация гидрокарбонатных ионов ( $\text{HCO}_3^-$ ) практически равна нулю, так как в кислых водах происходит следующая реакция:



В анаэробных условиях, при застаивании воды, накапливается  $\text{CO}_2$  и происходит увеличение кислотности почвенного раствора.

В нейтральных и щелочных водах преобладают гидрокарбонатные (бикарбонатные) ионы. При гидропонном способе выращивания овощных растений вода должна содержать не более 4 мМ/л  $\text{HCO}_3^-$  (244 мг/л), иначе потребуется большое количество кислот для нейтрализации.

Ионы  $\text{CO}_3^{2-}$  присутствуют в природной воде редко, так как карбонаты Ca и Mg – слабо растворимы.

По величине pH вода бывает: сильнокислой (<3), кислой (3–5), слабокислой (5–6,5), нейтральной (6,5–7,5), слабощелочной (7,5–8,5), щелочной (8,5–9,5), сильнощелочной (> 9,5).

Среди катионов первое место по распространенности занимает  $\text{Na}^+$ , уравновешивающий  $\text{Cl}^-$ . Эти два иона представляют собой подвижное и устойчивое соединение.  $\text{Na}^+$  также может соединяться с анионом  $\text{SO}_4^{2-}$ . Соединений  $\text{Na}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$  в воде мало. Вода для капельного полива должна содержать  $\text{Na}^+$  не более 35 мг/л (меньше 1,5 мг).

Катион  $\text{K}^+$  образует соли –  $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ . Но соединений калия в воде мало, так как существует биологическая потребность в этом катионе, т. е. происходит «перехват» его растениями.

Катион  $\text{Ca}^{2+}$  является самым важным из металлов в живом организме. Ионы кальция доминируют в катионном составе слабоминерализованных вод. С ростом минерализации относительное содержание  $\text{Ca}^{2+}$  уменьшается, так как образуются слабо растворимые соли:  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{CaCO}_3$ . В воде  $\text{Ca}^{2+}$  находится, в основном, с анионами  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Катион  $\text{Mg}^{2+}$  присутствует почти во всех природных водах, но редко доминирует. Содержание в воде растворимых бикарбонатов, хлоридов, сульфатов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  определяет ее жесткость. Выражается она в градусах:  $1^\circ = 10$  мг CaO в литре воды.

Для капельного полива при малообъемном способе выращивания жесткую воду применять не следует, так как при высоком содержании ионов кальция и магния отмечается подавление поглощения калия.

Содержание кальция и магния в воде должно быть ниже, чем в питательных растворах.

Различают три класса воды по анионам: гидрокарбонатные; сульфатные; хлоридные; и три класса по катионам: кальциевые; магниевые; натриевые. Следует обращать внимание и на содержание в воде микроэлементов. Вода для капельного полива при малообъемном способе выращивания должна содержать не более 0,3 мг/л бора (<30 мкМ/л), 1 мг/л (<18 мкМ/л) железа, 0,5 мг/л (10 мкМ/л) марганца, 0,5 мг/л (<8 мкМ/л) цинка.

Для приготовления сбалансированного питательного раствора необходимо учитывать качество воды, и поэтому перед началом выращивания культуры проводят полный анализ поливной воды и определяют: электропроводность (ЕС), рН, содержание  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  (суммарное); микроэлементы –  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{B}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$ ,  $\text{V}^{3+}$ . От точности анализа зависит количество применяемых кислот и удобрений. Воду для анализа отбирают в чистую бутылку из темного стекла (светлую необходимо обернуть темной бумагой), так как на свету развитие микроорганизмов может изменить ее рН и состав.

Проба воды должна быть срочно доставлена в лабораторию, поскольку при температурах выше 15 °С и ниже 0 °С может быстро измениться ее химический состав.

Важно учитывать, что химический состав воды может меняться по временам года (особенно это характерно для воды из открытых водоемов), поэтому рекомендуется не реже четырех раз в год проводить анализы исходной поливной воды.

На основе химического состава воды проводится коррекция питательного раствора. Существует правило, по которому концентрация элементов в поливной воде не должна превышать их содержание в стандартных питательных растворах. Особенно это касается микроэлементов, так как выращивание растений в ограниченном корневом объеме может привести к их накоплению и отравлению растений.

В течение всей вегетации необходимо иметь достоверную информацию о химическом составе воды. Повторные анализы проводят один раз в два-три месяца, особенно если это вода из открытых водоемов. Анализ проводят по следующим показателям: рН,  $\text{HCO}_3$ , Na, Cl,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu. Для малообъемного выращивания в отдельных регионах вода без дополнительной доработки непригодна для непосредственного использования, если имеют место следующие

параметры: ЕС – 1–1,5 мСм/см, Na – 70–100 мг/л, Cl – 100–160 мг/л и более высокое.

Допустимые предельные уровни элементов в воде для приготовления рабочих растворов удобрений (табл. 5.1) должны быть в определенных максимальных пределах или менее их (мг/л). При малообъемном методе выращивания культур необходимо контролировать буферность воды и дренажа, т. е. содержание свободных ионов  $\text{HCO}_3^-$ , общее количество которых в растворах не должно превышать суммы ионов  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$ . Обычная норма гидрокарбонатов 0,5–1 мМ/л. При этом учитывают жесткость воды – общее содержание солей  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , которая выражается в градусах ( $1^\circ$  – концентрация катионов Ca и Mg, эквивалентная 10 мг/л CaO).

Таблица 5.1. Предельно допустимые уровни засоления воды, мг/л

Сухой остаток солей из воды	Малообъемные субстраты 1000–1200	Тепличные грунты 500–1100
Ca	150,0–200,0	до 350
$\text{HCO}_3^-$	4–4,5 мМ/л	5–7 мМ/л
Cl	50–100	100–150
Na	30–60	100–150
Fe	1	5
Mn	1	1
B	0,7	0,7
Zn	до 0,3	1,0
$\text{S}(\text{SO}_4)$	66 (200)	93 (280)

Содержание ионов Ca и Mg в используемой воде должно быть ниже расчетного количества этих ионов в рабочем растворе, в противном случае нарушается оптимальное соотношение ионов K, Ca и Mg, проявляется их антагонизм и сокращение поглощения K растениями. Часто вода имеет избыток гидрокарбонатов, ионов Na, Cl, Mg, S, Zn, Fe.

Только избыток Mg не является токсичным, но имеет место дисбаланс элементов питания. Избыток Ca, Mn, Fe,  $\text{HCO}_3^-$  также создает дисбаланс, нарушается оптимальное соотношение этих элементов в рабочем растворе. Кроме того, избыток Cl, Mn, S может быть токсичным, т. е. дисбаланс и токсичность – результат неконтролируемого количества этих элементов. К токсичным гидрокарбонатам в воде относятся  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Al}(\text{HCO}_3)_3$ . Вот почему гидрокарбонаты нейтрализуют частично, а иногда и полностью. При pH раствора удобрений

равным 5,5, обычно остается в воде 1 мМ/л  $\text{HCO}_3^-$ , при pH 5 – в воде остается 0,3 мМ/л и менее гидрокарбонатов.

Избыток Na в рабочих растворах более 60 мг/л опасен для тепличных культур, так как имеет место постепенное накопление Na в корневой зоне. Установлено, что концентрация  $\text{Na}^+$  30–60 мг/л ощутимо снижает интенсивность роста томата, огурцов и других тепличных растений. Кроме того, Na является антагонистом Ca, Mg, K.

Против негативного действия повышенного количества Na следует увеличивать в питательных растворах и в дренаже норму Ca, Mg, K, выдерживая соотношение этих элементов. Следующая проблема – это вода с повышенным количеством серы,  $\text{S} > 60$  мг/л ( $\text{SO}_4 > 150$  мг/л). Повышенное количество серы в почвенном растворе усиливает усвояемость Na и одновременно уменьшает усвояемость Ca.

Избыточные количества серы в воде снижают предварительной обработкой воды активным хлором Ca ( $\text{HOCl}$ )<sub>2</sub>, хлорной известью, жидким хлором. Норма активного хлора составляет 0,6 мг на 1 мг серы. Этой же нормой активного хлора дезактивируют избыточное количество Fe и Mn. Предварительное осаждение избыточного количества серы в воде можно осуществлять, добавляя в воду мел  $\text{CaCO}_3$  с активным перемешиванием воды (фонтанированием).

В связи с необходимостью регулировать качество воды для приготовления рабочих растворов, особенно в регионах, где используют воду с повышенными количествами в воде Ca, Mg, S, Na, Cl необходимо учитывать следующие факторы:

1. Показатель pH воды и рабочего раствора. Летом вода открытых водоемов имеет более высокую щелочность, чем весной и осенью. Это явление связано с деятельностью сине-зеленых водорослей в открытых водоемах и разложением гидрокарбонатов на  $\text{CO}_2$  и OH. Поэтому летом необходимо чаще анализировать воду из открытых водоемов. Предварительная кислотная обработка воды в бассейнах-накопителях летом до pH 6 – важный технологический прием подготовки воды для малообъемного выращивания, так как при такой кислотности предотвращается осаждение солей Ca и Mg на трубах-магистральных. Жесткость воды и осаждение солей на магистральных капельного полива и капельницах также связана с избытком Fe, Mn, Al, Zn, S.

2. Гидрокарбонаты воды представлены солями карбоновой кислоты –  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , которая диссоциируется в воде на  $\text{H}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$ .

Ионы  $\text{HCO}_3^-$  вступая в реакцию с ионами металлов, находящихся в воде, образуют следующие соли:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,

КНСО<sub>3</sub>. Это основные соли по их количеству в воде. Кроме того, в воде могут присутствовать NH<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, Al(HCO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, Zn (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Cu(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MnHCO<sub>3</sub>. Из них только NaHCO<sub>3</sub> и Al(HCO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> токсичны для растений. Нейтрализация гидрокарбонатов кислотами с оставлением 0,5–1 ммоль/л для создания определенной буферности раствора имеет место при показателе кислотности раствора в пределах рН 5,5–5,3.

Кислотная обработка бикарбонатов приводит к выделению в раствор ионов металлов. Усвоение этих ионов растениями имеет место при их соотношениях в растворах, не связанных с антагонистическими количествами.

Предварительная химическая очистка воды также необходима в водах с высокими показателями гидрокарбонатов (3,5–4 ммоль/л) и более 214–244 мг/л HCO<sub>3</sub>.

Для предварительной химической очистки воды можно рекомендовать установку сборной емкости объемом около 55 м<sup>3</sup>, так как основное водопотребление имеет место в летние месяцы. Для удаления из воды ионов Cl<sup>-</sup>, Fe<sup>2+</sup>, S хорошо использовать бассейны-отстойники большой емкости с аэраторными установками, где можно использовать активный Cl. Это баллонный хлор или гипохлорит кальция, с содержанием активного хлора от 30 % до 70 %.

Активный хлор нейтрализует: H<sub>2</sub>S – 1 мг на 1 мг Cl; Fe<sup>2+</sup> – 1 мг на 0,6 мг Cl; Mn – 1 мг на 0,6 мг Cl.

Весьма эффективным решением является активное аэрирование воды с последующей фильтрацией ее через песчано-гравийный фильтр.

После этого необходимо провести анализ воды для определения рН, ЕС, количества катионов и анионов, что следует учитывать при приготовлении рабочих растворов.

## 5.2. Корректировка бикарбонатов

Питательный раствор обязательно корректируется на содержание присутствующих в воде K, Ca, Mg, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub>. Реакция его доводится до оптимального уровня рН, который для большинства культур составляет 5,5–6,0. Так как вода чаще всего слабощелочная или щелочная, для снижения рН используют ортофосфорную (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) или азотную (HNO<sub>3</sub>) кислоты.

Количество кислоты рассчитывается по содержанию бикарбонатов (HCO<sub>3</sub>). На 1 ммоль HCO<sub>3</sub> в воде необходимо наличие 1 ммоль кислоты.

Высокое общее содержание солей в поливной воде приводит к засолению субстрата, нарушению соотношений между элементами, что замедляет рост растений, снижает их продуктивность и ухудшает качество урожая. При высоком содержании натрия и хлора в воде может произойти гибель растений, избыток железа вызывает ожоги и побурение листьев растений.

Содержание бикарбонатов, превышающих суммарное содержание ионов кальция и магния, вызывает значительное повышение pH корнеобитаемой среды. Их нейтрализуют путем внесения ортофосфорной или азотной кислот. При этом нейтрализуют не все бикарбонаты. Оставляют свободным около 1 мэкв  $\text{HCO}_3$  (61 мг/л), чтобы обеспечить буферность раствора. Когда используют физиологически кислые соли или соли, которые при гидролизе подкисляют раствор, свободным оставляют дополнительно еще 1 мэкв  $\text{HCO}_3$ , т. е. всего 2 мэкв  $\text{HCO}_3$  (122 мг/л).

Кислоты и бикарбонаты взаимодействуют в эквивалентных количествах, т. е. 1 мэкв  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (соответственно  $\text{HNO}_3$ ) реагирует с 1 мэкв  $\text{HCO}_3$ :

$$1 \text{ мэкв } \text{HCO}_3 = 61 \text{ мг,}$$

$$1 \text{ мэкв } \text{H}_3\text{PO}_4 = 98 \text{ мг,}$$

$$1 \text{ мэкв } \text{HNO}_3 = 63 \text{ мг.}$$

Учитывая, что 61 мг/л  $\text{HCO}_3$  реагирует с 98 мг/л 100%-ной  $\text{H}_3\text{PO}_4$  или с 63 мг/л  $\text{HNO}_3$ , находим, что количество фосфорной кислоты в 1,6 раза, а азотной – в 1,03 раза больше количества бикарбонатов, которое надо нейтрализовать: мг/л  $\text{HCO}_3 \times 1,6 =$  мг/л 100%-ной  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,

$$\text{мг/л } \text{HCO}_3 \times 1,03 = \text{мг/л 100\%-ной } \text{HNO}_3.$$

Для расчета необходимого количества кислоты можно также использовать следующие формулы:

Для ортофосфорной кислоты:

$$A_1 = a \times 98 / 61 \times 100 / K,$$

где  $A_1$  – количество ортофосфорной кислоты (мг/л);

$a$  – количество нейтрализуемых бикарбонатов (мг/л);

$K$  – концентрация применяемой кислоты (%).

Для азотной кислоты:

$$A_2 = a \times 63 / 61 \times 100 / K,$$

где  $A_2$  – количество азотной кислоты (мг/л);

$a$  – количество нейтрализуемых бикарбонатов (мг/л);

$K$  – концентрация применяемой кислоты (%).

В практике используют более разбавленные кислоты и соответственно расходуют большее их количество: при 77%-ной концентрации – в 1,3 раза, при 45%-ной – в 2,2 и при 37%-ной – в 2,7 раза по сравнению с 100%-ной кислотой: мг/л  $\text{HCO}_3 \times 2,08 =$  мг/л 77%-ной  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , мг/л  $\text{HCO}_3 \times 3,52 =$  мг/л 45%-ной  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , мг/л  $\text{HCO}_3 \times 4,32 =$  мг/л 37%-ной  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , мг/л  $\text{HCO}_3 \times 1,33 =$  мг/л 77%-ной  $\text{HNO}_3$ , мг/л  $\text{HCO}_3 \times 2,27 =$  мг/л 45%-ной  $\text{HNO}_3$ , мг/л  $\text{HCO}_3 \times 2,78 =$  мг/л 37%-ной  $\text{HNO}_3$ .

**Пример 1.** Вода, используемая для приготовления питательного раствора, содержит 99,2 мг/л  $\text{HCO}_3$  (1,6 мэкв). Необходимо нейтрализовать  $99,2 - 61 = 38,2$  мг/л  $\text{HCO}_3$ . В зависимости от концентрации кислоты рассчитывают ее количество, необходимое для нейтрализации. При работе с 77%-ной  $\text{H}_3\text{PO}_4$  или 45%-ной  $\text{HNO}_3$  получают:

$$38,2 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,08 = 79,5 \text{ мг/л 77\%-ной } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ или } 38,2 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times \\ \times 2,27 = 86,7 \text{ г/л 45\%-ной } \text{HNO}_3.$$

Таким образом, для приготовления 1000 л маточного раствора, во 100 раз более концентрированного, чем рабочий, необходимо 7,95 кг 77%-ной  $\text{H}_3\text{PO}_4$  или 8,67 кг 45%-ной  $\text{HNO}_3$ .

**Пример 2.** Если вода содержит 230,3 мг/л  $\text{HCO}_3$  (3,8 мэкв), нужно нейтрализовать  $230,3 - 61 = 169,3$  мг/л  $\text{HCO}_3$ . Тогда 91,5 мг/л (1,5 мэкв) бикарбонатов нейтрализуют ортофосфорной кислотой, а остальные 77,8 мг/л (1,3 мэкв) – азотной:

$$91,5 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,08 = 190,3 \text{ мг/л 77\%-ной } \text{H}_3\text{PO}_4, \\ 77,8 \text{ мг/л } \text{HCO}_3 \times 2,27 = 176,6 \text{ мг/л 45\%-ной } \text{HNO}_3.$$

**Пример 3.** Необходимо нейтрализовать 2,4 мМ  $\text{HCO}_3$  – (146 мг/л). 1,5 мМ нейтрализуем ортофосфорной кислотой и 0,9 мМ – азотной. 1,5 мМ/л  $\times 61 = 91,5$  мг/л – количество бикарбонатов, которые требуется нейтрализовать ортофосфорной кислотой;

0,9 мМ/л  $\times 61 = 54,9$  мг/л – количество бикарбонатов, которые требуется нейтрализовать азотной кислотой.

В наличии имеется 65%-ная ортофосфорная кислота и 59%-ная азотная. Рассчитываем их количество по приведенным формулам.

Для  $\text{H}_3\text{PO}_4$

$$A_1 = 91,5 \times 98 / 61 \times 100 / 65 = 226 \text{ мг/л.}$$

Для  $\text{HNO}_3$

$$A_2 = 54,9 \times 63 / 61 \times 100 / 59 = 96 \text{ мг/л.}$$

Для приготовления 1000 л маточного раствора, в 100 раз более концентрированного, чем рабочий, необходимо взять: 65%-ной ортофосфорной кислоты –  $226 \text{ мг} \times 1000 \times 100 = 22,6 \text{ кг}$ ; 59%-ной азотной кислоты –  $96 \text{ мг} \times 1000 \times 100 = 9,6 \text{ кг}$ .

Для перевода массы кислот в литры необходимо знать их плотность. Чтобы легче регулировать pH рабочего раствора, крепкие кислоты нужно предварительно разбавлять в 5–10 раз.

Количество ортофосфорной и азотной кислот для коррекции pH при приготовлении 1000 л концентрированного раствора (100×) приведено в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Количество ортофосфорной и азотной кислот, необходимое для коррекции pH в зависимости от содержания нейтрализуемых бикарбонатов

$\text{HCO}_3$		$\text{H}_3\text{PO}_4$				$\text{HNO}_3$			
мэВ	мг/л	77%-ная		37%-ная		77%-ная		37%-ная	
		кг	л	кг	л	кг	л	кг	л
0	0	–	–	–	–	–	–	–	–
0,5	30,5	6,3	3,9	13,2	10,6	–	–	–	–
1,0	61,0	12,7	7,9	26,5	21,2	–	–	–	–
1,5	91,5	19,0	11,9	39,7	31,8	–	–	–	–
2,0	122,0	19,0	11,9	39,7	31,8	6,9	5,4	8,5	6,9
2,5	152,5	19,0	11,9	39,7	31,8	13,8	10,8	17,0	13,8
3,0	183,0	19,0	11,9	39,7	31,8	20,8	16,8	23,5	20,7
3,5	213,5	19,0	11,9	39,7	31,8	27,7	21,6	34,0	27,6
4,0	244,0	19,0	11,9	39,7	31,8	34,6	27,0	42,5	34,5

Если вода содержит около 60 мг/л  $\text{HCO}_3$ , pH не корректируют для сохранения буферности раствора. При содержании бикарбонатов менее 60 мг/л подкисление раствора происходит очень быстро. Тогда в чистую воду добавляют бикарбонат калия, карбонат калия или гидроксид кальция.

Два раза в год, необходимо проводить полный анализ воды по следующим показателям: pH, электропроводность (ЕС), содержание солей натрия, калия, кальция, азота ( $\text{N-NH}_4$ ,  $\text{N-NO}_3$ ), магния, хлора, сульфатов, бикарбонатов, железа, марганца, цинка, бора, меди, молибдена, кобальта. Один раз в месяц проводят анализ воды по сокращенной схеме: pH, электропроводность, содержание  $\text{HCO}_3$ , Ca, Mg, Cl.

### 5.3. Концентрация питательного раствора

*Концентрация раствора* – это количество растворенного вещества (г) на единицу объема (л или мл) раствора. Концентрацию раствора определяют двумя способами: весовым (сухой остаток) и измерением удельной электропроводности раствора (ЕС). Выражают ее в миллисименсах (мС/см), где 1 ЕС = 700 мг соли на 1 литр и 3 ЕС = 1 атм. осмотического давления.

Концентрация питательного раствора влияет на рост и развитие растения. Концентрированные растворы характеризуются высоким осмотическим давлением, что препятствует усвоению воды растениями. При высокой концентрации снижается активность корневой системы, укорачиваются междоузлия стебля, уменьшаются размеры листьев. Концентрация раствора отражается также на передвижении и распределении кальция в растении, что вызывает вершинную гниль плодов. Изгибание верхних листьев томатов и огурца – это также результат повышенного содержания солей в питательном растворе.

Вследствие зависимости, которая существует между концентрацией раствора и скоростью поступления солей в корни растений, сильно разбавленные растворы не обеспечивают интенсивного снабжения растений питательными веществами. Поэтому необходимо поддерживать оптимальную концентрацию раствора (мС/см).

Уровень: низкий < 0,8; средний – 0,8–1,5; нормальный – 1,5–2,5; и высокий – 2,5–3,5; очень высокий – > 3,5.

Концентрация оптимального раствора не является постоянной величиной, ее можно изменять. Чтобы предотвратить буйный вегетативный рост молодых растений, концентрацию солей повышают по сравнению с нормальной. Для томатов она может достигать 3,5–4 мС/см, для огурца – 2,5–3,0 мС/см, но с таким раствором работают не более 7–10 дней. Повышение и снижение концентрации раствора должно происходить постепенно, в течение 5–6 дней, чтобы растения приспособились к нему и не создалась стрессовая ситуация.

При выращивании растений, чувствительных к концентрации солей, необходимо следить за состоянием раствора, его электропроводность не должна превышать 2,5–3,0 мС/см.

Солеустойчивость растений зависит и от условий внешней среды. В пасмурные дни она возрастает, а в солнечные – уменьшается. В весенние месяцы с увеличением солнечной радиации усиливается транспирация, и растения испаряют много воды. Чтобы они не испытали водного дефицита и не теряли продуктивности, в этот период приме-

няют более разбавленные растворы (около 2,0 мС/см). По мере старения растений их солеустойчивость уменьшается, поэтому к концу вегетации концентрацию раствора постепенно снижают.

Влияние концентрации солей на развитие растений зависит от состава питательного раствора. Увеличение содержания сульфатов более вредно отражается на плодах томатов (вершинная гниль), чем увеличение хлора. При максимально допустимой электропроводности раствора и содержании хлора более 4 мэкв/л (141,8 мг/л) и серы более 5 мэкв/л (160 мг/л) необходимо промыть субстрат и уменьшить концентрацию этих элементов в растворе на 15–20 % в сравнении с необходимой в данном случае.

#### **5.4. Состав и приготовление питательных растворов**

Питательные растворы готовят путем растворения различных удобрений в воде. Рецепты составляют на основе соотношения минеральных элементов в растении. Растения каждого вида и сорта поглощают питательные элементы в различных соотношениях, что определяется их потребностью в минеральных веществах. В этом одна из причин изменения первоначальной сбалансированности раствора в течение вегетации.

Поглощаемые растением ионы макро- и микроэлементов находятся во взаимосвязи, которая в зависимости от их специфических свойств, электрического заряда и концентрации питательного раствора проявляется как антагонизм (снижают поглощение) и синергизм (увеличивают поглощение).

Например, катионы  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Al^{3+}$  стимулируют поглощение анионов  $NO_3^-$  и  $PO_4^{3-}$ . Антагонизм проявляется наиболее часто между катионами  $K^+$  и  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $B^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  и  $H^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  и  $NH_4^+$ ,  $Na^+$  и  $Mg^{2+}$ . У анионов антагонизм выражен слабее, только анионы с общими свойствами конкурируют между собой ( $SO_4^{2-}$ ,  $SeO_4^{2-}$ ).

Для каждой культуры и для определенных фаз их роста и развития концентрация питательного раствора различна. Концентрацию раствора определяют двумя способами: весовым (сухой остаток) и измерением удельной электропроводности раствора. Обычно ее выражают через удельную электропроводность (ЕС) в миллисименсах (мСм/см), где 1 мСм/см = 700 мг соли на 1 л или 3 мСм/см = 1 атм. осмотического давления.

Содержание элементов питания в растворах, соотношение N:K может меняться по фазам развития овощных растений, а также в зависимости от погодных условий и данных анализов субстратов.

Огурец лучше растет и плодоносит при концентрации питательного раствора 1,6–1,8 г/л, а томат – при 1,8–2,2 г/л. Весной и летом эта концентрация должна быть ниже, а осенью и зимой – выше.

В питательные растворы вносят микроэлементы, г на 1000 л воды: железо сернистое окисное – 6,0; борная кислота – 1,5; марганец сернистый – 1,0; медь сернистая – 0,2; цинк сернистый, кобальт азотнокислый, аммоний молибденово-кислый – по 0,1.

Растворы макро- и микроудобрений составляют с учетом химического состава поливной воды, вида культуры и состояния растений в данный период. Для предотвращения выпадения в осадок отдельных элементов питания маточные концентрированные растворы для долгосрочного использования разделяют на два основных – А и Б. Растворы готовят в емкостях по 1,5–2 м<sup>3</sup> каждый.

Рабочий раствор рекомендуется получать разведением маточного раствора водой в соотношении 1:100, допустимо 1:50 или 1:200. Растворы А и Б подают одновременно и разбавляют водой до заданной электропроводности рабочего раствора (ЕС).

Для поддержания необходимой кислотности рабочего раствора в него добавляют ортофосфорную или азотную кислоту.

Основные требования к удобрениям – отсутствие балласта и полная их растворимость в воде. Учитывая плохую растворимость всех фосфорных удобрений и большое количество осадка, которое они дают, лучше всего в качестве источника фосфора использовать ортофосфорную кислоту и однозамещенный фосфат калия.

## **5.5. Режим питания и корректировка питательных растворов**

О том, что растения могут расти и нормально развиваться на искусственных питательных средах, известно давно. Впервые растение на водном растворе химически чистых солей было выращено в 1559 г. немецким агрохимиком Ф. Кнопфом. В России выращивание растений в искусственных условиях осуществил великий русский ученый К. А. Тимирязев. В 1896 г. в Нижнем Новгороде им были продемонстрированы знаменитые опыты по выращиванию растений без почвы, в физиологических растворах. К. А. Тимирязев подчеркивал, что по мере развития общества и средств его производства, культура расте-

ний без почвы будет приобретать все большее распространение, как способ интенсивного производства продуктов растительного происхождения.

Продолжателями идеи К. А. Тимирязева были академик Д. Н. Прянишников и его ученики. Они широко использовали беспочвенную культуру для углубленного изучения проблем минерального питания растений. Однако отсутствие соответствующих технических условий в то время не позволяло проводить подобные опыты в производственных условиях. Длительное время способ выращивания растений на питательных растворах использовался, в основном, только в научных экспериментах.

Впервые промышленное выращивание овощных культур на водных растворах было осуществлено в 1929 г. профессором W. F. Geriche (Калифорнийский университет, США), который выращивал беспочвенные культуры в коммерческих целях (W. F. Geriche, 1949). Он внес небольшие изменения в технику этого метода и дал ему название «гидропоника», что означает в переводе с греческого «работа с водой».

Американцы первые освоили возможности промышленной гидропоники. Эллис и Суонней в 1938 г., Турнер Генри в 1939 г., доктора Герике и Лори в 1940 г. начали исследовательские работы в этой области. Гидропонный способ выращивания растений получил широкое применение в защищенном грунте.

Для оптимизации минерального питания растений необходимы показатели свойств почвы-субстрата и данные о содержании в нем доступных элементов питания. В условиях защищенного грунта потребление растениями элементов питания и их вымывание более интенсивны по сравнению с открытым грунтом, поэтому определение содержания питательных элементов проводят не реже одного раза в месяц, что позволяет поддерживать питание растений на оптимальном уровне в течение всего периода выращивания.

Условия минерального питания влияют на формирование всех органов растений, которые воздействуют на их рост, развитие, ход биологических процессов, качество и количество получаемой продукции.

Степень поглощения питательных элементов растениями зависит от интенсивности роста, величины урожая, условий внешней среды и составляет в день на одно растение, в среднем, 0,2–0,3 г азота и 0,35–0,5 г калия. Другие питательные элементы используются в меньших количествах.

Средний вынос питательных элементов культурой огурца на 1 кг продукции равен: N – 2,2 г; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,1; K<sub>2</sub>O – 4,7; CaO – 2,8 и MgO – 0,66 г; для томата эти показатели равны, соответственно, 3,3; 1,2; 6,3; 4,6 и 0,8.

Путем регулирования условий минерального питания можно продлить плодоношение или ускорить старение растений. Правильная система удобрений должна обеспечивать оптимальный уровень питания растений в течение всего периода вегетации. Потребность растений в удобрениях определяют несколькими методами: по результатам агрохимических анализов питательных растворов при гидропонике (или тепличных грунтов); расчетный, с учетом выноса питательных элементов планируемым урожаем; листовая диагностика.

Основным методом для оценки обеспеченности растений питательными элементами являлся агрохимический анализ субстратов и используемых тепличных грунтов.

Для анализа тепличных грунтов применяют метод водной вытяжки, который позволяет установить количество элементов в доступных формах для растений. Его проводят весовым методом (анализ воздушно-сухих образцов) или объемным (при естественной влажности).

В течение всей вегетации, практически ежедневно, к растениям с поливной водой поступают питательные вещества. Их количество зависит от фазы роста и развития растений и данных показателей агрохимического анализа.

Известно, что растения обладают избирательной способностью в отношении элементов питания, поглощая их в различных количествах.

Во все фазы роста и развития они больше всего поглощают калий, азот в аммиачной и нитратной форме, меньше – фосфор и еще меньше магний. Потребность в этих элементах возрастает с увеличением вегетативной массы и завязыванием плодов. Кроме того, потребление элементов питания зависит от погодных условий. Весной и летом растения поглощают больше азота, осенью и зимой – калия. Количество азота и калия в растворе и их соотношение изменяют в зависимости от освещенности, содержания питательных элементов в субстрате, состояния растений и количества плодов на растениях (N:K<sub>2</sub>O = 1:1,8–2,2 для томата и 1:1,5–1,9 для огурца).

Для каждой культуры оптимальная концентрация питательного раствора различна: для огурца – 1,5–2,0 мСм/см, для томата – 2,0–2,5 мСм/см. Содержание аммиачного азота должно составлять не более

4–10 % общего азота в растворе для минеральной ваты и не более 10–30 % для торфа, уменьшаясь до минимума в осенне-зимний период.

Концентрация фосфора в растворе должна быть на оптимальном уровне (не ниже 30 мг/л в минеральной вате и 20 мг/л в торфе), так как он регулирует азотный обмен в растении. Низкий уровень фосфора бывает чаще всего при повышенном значении рН, в этом случае лучше снизить рН, чем добавить фосфор.

Концентрация оптимального раствора не является постоянной величиной. Чтобы предотвратить сильный вегетативный рост молодых растений в зимние месяцы, концентрацию солей повышают по сравнению с оптимальной, в основном, за счет кальциевой и калийной селитры. Для томата она может достигать 3,5–4,0 мСм/см, для огурца – 2,5–3,0 мСм/см, но такой раствор применяют не более 7–10 дней, иначе образуются мелкие плоды. Повышение и снижение концентрации раствора должно происходить постепенно (по 0,5 мСм/см), чтобы растения приспособились к этому и не было ожогов корней. При низкой концентрации питательного раствора у растений образуются тонкие верхушки.

Солеустойчивость растений в пасмурные дни возрастает, а в солнечные дни и по мере старения растений уменьшается. Чтобы они не испытывали водного дефицита и не теряли продуктивности, концентрацию раствора снижают в солнечные дни и к концу вегетации до 1,0–1,2 мСм/см.

При максимально допустимой в субстрате электропроводности, а также при содержании хлора более 140 мг/л и серы более 160 мг/л, нужно промыть субстрат и на 15–20 % уменьшить концентрацию только этих элементов в растворе по сравнению с необходимой, иначе на плодах томата может появиться вершинная гниль. При накоплении элементов питания в субстрате выше уровня их содержания в растворе субстрат промывают водой, используя систему капельного полива, или снижают концентрацию питательного раствора.

Корректировку питательного раствора проводят на основании сравнения результатов агрохимического анализа субстрата или отжима (выжимки) из субстрата и анализа сока листьев растений.

При отклонении от заданных в данный момент уровней концентрации рН и содержания элементов питания или изменении этих уровней с учетом фаз развития и климатических условий проводят корректировку раствора, то есть его изменение, при этом количество недостающего или избыточного элемента увеличивают или уменьшают на

25–50 % или временно исключают его из рецепта. При этом обязательно учитывают химический состав поливной воды.

**Расчет необходимого количества солей.** Для выражения содержания элементов питания в растворе наиболее удобны единицы ppm и мэкв; ppm означает «частей на миллион» (part per million). 1 ppm = мг/л или мг/кг.

Мэкв (миллиграмм–эквивалент) – количество массы элемента, которое соединяется с единицей массы водорода (1,008) или замещает такое же его количество.

При обозначении состава питательного раствора указывают каждый элемент (азот – N, фосфор – P, калий – K и т. д.). При этом используют коэффициенты пересчета элементов и их соединений.

Составить питательный раствор можно двумя способами: на основе комплексных удобрений, или используя исключительно простые. Очень важно при подборе удобрений учитывать, что они должны быть полностью водорастворимыми и не содержать балластных примесей. Если используются простые отечественные удобрения, обязательно надо предусмотреть приобретение комплексона ОЭДФ (оксиэтилидендифосфоновая кислота). Эта кислота используется в небольших количествах (400–800 г/1000 л маточного раствора, в зависимости от химического состава поливной воды) и выполняет четыре функции: облегчает усвояемость растениями элементов питания (выступает в роли хелатирующего реагента); способствует растворимости удобрений; позволяет повышать концентрацию маточного раствора (важно в летний период); препятствует отложению минеральных солей в капельницах и трубопроводах (продлевает срок службы системы полива).

На качество раствора влияет срок его использования. Это необходимо учитывать и готовить его такое количество, которое будет израсходовано не более чем за неделю. Баки для маточных растворов должны быть светопроницаемыми, их следует закрывать крышками и содержать в чистоте.

## Тема 6. УСЛОВИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ТЕПЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ

### 6.1. Значение оптимизации питания тепличных растений

Основой оптимизации питания тепличных культур является, с одной стороны, использование стандартных по периодам выращивания растворов с соответствующими сбалансированными соотношениями макро- и микроэлементов, уровнями ЕС, pH, поддержание необходимых условий микроклимата (температура, влажность субстрата и воздуха, освещенность, подкормка углекислотой, защита растений от вредителей и болезней).

В процессе выращивания тепличных культур постоянно возникают явления, которые необходимо учитывать для оптимизации питания:

– *антагонизм* элементов питания в связи с фактической концентрацией отдельных элементов питания в питательном растворе, вследствие чего нарушается усвоение их растениями, несмотря на использование сбалансированных питательных растворов;

– *нарушение* питания в связи с недостатком или избытком элементов, необходимых для правильного роста и развития растений, что имеет место при неблагоприятных агротехнических условиях или вследствие недостатка – избытка элементов питания.

В процессе выращивания необходимо регулярно контролировать количество макро- и микроэлементов в питательном растворе, выжимке из субстрата, что позволит корректировать в нужную сторону показатели питания растений.

Одновременно следует учитывать и другие факторы, влияющие на усвоение элементов питания, а также темпы роста и развития растений. Часто усвоение элементов питания связано с неблагоприятными для культур климатическими условиями; слишком низкой или слишком высокой температурой, интенсивностью света, агротехническими условиями, в том числе недостаточным или избыточным водоснабжением, или использованием для полива воды удобрений плохого качества. Недостаток питания (фактическое отсутствие, не усвоение, реакция кислотности почвенного раствора, не соответствующая овощной культуре, при ее выращивании), избыток питания, плохо развитая корневая система, неправильное орошение, высокие концентрации катионов и анионов, особенно  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , также негативно влияют на усвоение элементов питания растениями.

Признаки нарушения нормального роста и развития растений обычно проявляются на всем растении, но чаще всего это наблюдается на листьях и плодах у овощных культур, на листьях и цветках у цветочных культур. На листьях это проявляется изменением окраски, деформацией, уменьшением размеров, пятнистостью и некрозами листьев целиком или частично и их дальнейшим засыханием, пожелтением, побурением краев листовых пластинок, деформацией цветков и соцветий; обесцвечиванием, пятнистостями, некротическим растрескиванием, пятнами на плодах томатов, огурцов и других тепличных культур.

Признаки недостатка питательных веществ могут появляться на разных частях растений: на молодых и старых листьях, точках роста. Недостаток элементов питания на молодых листьях и конусах роста чаще информируют о недостатке В, Са, Сu, Fe, Mn, Zn, т. е. кальция и микроэлементов, а на старых листьях – N, Mg, K, S, Mo.

В условиях использования полноценных по составу питательных растворов разные пятнистости, некрозы, хлорозы свидетельствуют о невозможности их усвоения – как реакция на низкую или высокую температуру субстрата, слабое развитие корневой системы либо на фитотоксичность химических средств защиты или питания. Пожелтение нижних листьев томатов, когда главная жилка листа зеленая, – это обычное проявление недостатка магния, что может быть связано с условиями повышенной потребности растений (но и не только) в магнии, недостаточной освещенностью, неправильным (обычно недостаточным) водополивом, высокой ночной температурой, избытком калия (антагонист магния), недостаточной аэрацией. Это часто связано с антагонизмом между калием и магнием, вследствие чего имеет место не только магниевый хлороз, но и опадание листьев без внешних признаков хлороза, например, на розах. А у томатов, на самых молодых листьях темно-зеленая окраска – признак избытка азота и недостатка йода, а светло-зеленая окраска свидетельствует о недостатке азота. Побурение и отмирание верхушечных листьев у томатов вызывается недостатком фосфора.

Антоциановый оттенок нижней части листа томатов, роз – результат недостатка фосфора, из-за слишком низкой температуры субстрата, избытка азота или серы, слабой корневой системы, слишком высокого ( $\text{pH} > 6,2$ ) показателя кислотности почвенного раствора. Пятнистость листьев и усыхание их краев происходит при недостатке калия. Скручивание молодых листьев томатов и других культур связано с недостатком марганца и меди, высоким показателем  $\text{pH}$  почвенного рас-

твора (щелочная реакция, по сравнению с обычной с рН 5,3–5,8). Изменение конуса нарастания связано с недостатком кальция и бора при слишком высоком показателе рН почвенного раствора – более 6,5.

Тепличные растения отличаются очень разной способностью поглощения и усвоения азота и калия. Для томата характерно более трудное поступление фосфора в растения. Часто это явление не исправляет повышение доз фосфора, а скорее она улучшается при сбалансированных количествах N, P, K, Ca, Mg в почвенном растворе и поддержанием кислотности на уровне рН 5–6. У томатов поглощение Ca и Mg в течение вегетации обычно равномерное, а потребление N систематически возрастает до пика плодоношения. Недостаточное питание приводит к нарушениям роста: недостаток N – к медленному росту корней, K – к снижению жизнеспособности растений, Mg – к неблагоприятным физиологическим изменениям, Ca – к слабой корневой системе и тонким побегам, Fe – к задержке роста, B – к растрескиванию листьев, хрупкости побегов, сбрасыванию завязей. Избыточное питание также влияет отрицательно, усиливается антагонизм между усвоением растениями ионов. Этому способствует неравномерное потребление ионов и их накопление в почвенном растворе.

Необходим не только постоянный мониторинг элементов питания в питательном растворе и в субстрате, но и проведение мероприятий по поддержанию необходимы В М жо о я жН ет

С увеличением рН от 5,5 до 6,7 концентрация доступного фосфора быстро снижается, в том числе и содержание фосфора в листьях падает до 30 % от нормы. Также снижается содержание в листьях В, Сu, Мn, Zn. В зависимости от используемого субстрата показатель рН субстрата и питательного раствора следует поддерживать до показателя рН в пределах 5,1–5,9.

## **6.2. Агрохимический контроль за режимом питания**

Для контроля, за режимом питания несколько раз в неделю определяют рН и ЕС поливного питательного раствора, который берут из капельниц на затененных участках, а также определяют рН и ЕС субстрата или отжима из субстрата, для чего используют портативные рНметр и кондуктометр. Периодически проводят анализ на содержание макро- и микроэлементов в отжиме из минераловатной плиты или торфяного субстрата:

– через 1–2 недели определяют рН, ЕС, содержание С1, N, P, K, Mg, Са;

– через четыре недели – рН, ЕС, С1, N, P, K, Mg, Са, Fe, Мn, Zn, В, Сu, Мо, S и Со.

Вытяжку из минеральной плиты (0,5–1 л) отбирают шприцем или путем отжима из 30–50 мест. Пробы торфа берут буром, средний образец также составляют из 30–50 точек с площади 1000 м<sup>2</sup>. Учитывая неравномерность распределения питательных веществ в субстратах при использовании капельного полива, пробы субстрата или вытяжки (отжима) нужно брать с противоположной стороны от капельницы на расстоянии 7–10 см от нее. Верхний слой торфа (2–3 см) следует отбрасывать.

Чтобы избежать образования труднорастворимых солей, питательный раствор и вытяжку или отжим из субстрата анализируют сразу же после ее взятия.

Недостаток или избыток питательных элементов в растениях с помощью листовой диагностики определить очень трудно, так как признаки голодания часто бывают сходны с признаками отравления минеральными веществами и симптомы недостатка разных элементов также бывают очень сходными.

Условия выращивания и питания растений отражаются на химическом составе клеточного сока листьев растений. Высокому урожаю соответствует определенная концентрация и соотношение элементов

питания в черешках листьев растений. Поэтому содержание неорганических форм питательных веществ рекомендуется определять в вытяжках из свежих растений. Для анализа берут листья огурца в период усиленного роста – второй-третий сверху, а в фазе плодоношения – лист, расположенный сразу под завязью.

У томата, до начала цветения, следует брать листья, закончившие рост, то есть второй-третий, а во время цветения и позже – пятый лист сверху.

Листья для образца необходимо отбирать очень тщательно, так как химический состав их зависит от времени отбора, положения листьев на растении, их возраста. Минимальное число листьев в образце – 20 (площадь – 920–1000 м<sup>2</sup>).

Образцы нужно отбирать в одни и те же часы суток, лучше утром (8–9 ч), если проб много, то до начала проведения анализов их держат в холодильнике (8–10 ч).

При малообъемной культуре растения, как правило, хорошо обеспечены азотом, калием, кальцием. Снижение урожая наблюдается, когда содержание азота в листьях растений не превышает 500, фосфора – 80–100, калия – 300, магния – 150–170 мг на 1 кг сырой массы.

Чаще всего ниже критического уровня в тканях растений содержится магний, причем даже тогда, когда в питательном растворе и в вытяжке его из минераловатной плиты концентрация данного элемента высокая.

Магниевое голодание возникает вследствие плохого поглощения этого элемента из-за антагонизма магния с калием, кальцием и аммиачным азотом. Поглощение магния зависит также и от кислотности раствора. Чем он кислее, тем меньше растения поглощают магния. В этом случае в питательном растворе следует снизить концентрацию калия до 160–180 мг/л, аммиачного азота – до 20, кальция – 120–140 мг/л и увеличить до 50–60 мг/л концентрацию магния, а кислотность раствора поддерживать на уровне pH 6,2–6,4; провести некорневую подкормку сернокислым магнием в концентрации 0,2 % и повторить ее через 10 дней. Под воздействием высоких температур или поражения болезнями в листьях растений нарушается соотношение между азотом, калием и фосфором в сторону увеличения фосфора и калия и уменьшения азота.

Если в результате анализа клеточного сока листьев растений обнаружен избыток или недостаток какого-либо элемента, то корректировку раствора проводят, как обычно, а содержание недостающего или избыточного элемента уменьшают или увеличивают на 15–30 %.

Потребность растений в микроэлементах при одном и том же урожае колеблется в определенных пределах, что зависит от многих условий. Микроэлементы требуются растениям в небольших количествах. При избыточном поступлении микроэлементы вызывают угнетение роста и даже оказывают на растения токсическое действие.

При управлении питанием растений поливы оказывают существенное влияние на рост и развитие томата, огурца, вызывая, при этом, более вегетативную или более генеративную реакцию растений.

Полив приобретает определяющее значение и тогда, когда механизмы контроля за климатом не учтены, в том числе и погодные условия. Снижение влажности в начале выращивания дает растениям импульс в направлении генеративного развития и стимулирует развитие сильных, разветвленных корней. Степень и общий уровень снижения влажности могут привести к сильному генеративному (резкое снижение в течение двух недель) или менее значительному вегетативному эффекту (медленное снижение в течение 6–8 недель). Чем меньше влажность, тем сильнее генеративное влияние на растения.

Постоянное развитие новых корней позволяет растениям впитывать питательные вещества в необходимом количестве. Например, молодые развивающиеся части корневой системы впитывают только кальций. По мере старения корни впитывают его все меньше.

Суточный ритм влажности в матах также оказывает вегетативное или генеративное влияние на растения. Значительная разница между дневной и ночной влажностями (10–12 %) оказывает на растения генеративное влияние. Небольшая разница (4–6 %) – больше вегетативное влияние.

Небольшое количество питательных веществ, которое растения получают при поливе (200–300 мл/м<sup>2</sup>), приводит к вегетативному росту. Благодаря такому воздействию можно снизить генеративное развитие растений. Большой объем воды (400–500 мл/м<sup>2</sup>) в течение одного полива усиливает генеративное развитие растений. Это может оказаться положительным моментом, если климат оказывает большее влияние на вегетативное развитие (в период слабой инсоляции зимой, а также на начальном этапе выращивания при слабом освещении).

Небольшое количество доз питательного раствора в течение первого часа (или в некоторых случаях одна доза в день) вызывает у растений генеративный характер. Это подходит в тех случаях, когда растения получают среднее (300–400 мл/мин) или большое количество воды. Часто подаваемые дозы питательного раствора (циклы) приводят

растения к вегетативному развитию и являются особенно эффективными, когда климатические условия усиливают генеративный характер развития растений.

Медленный темп подачи воды (около 2 л/ч) способствует вегетативному росту растений, вода медленно проходит в основание. Быстрый темп (4 л/ч) обуславливает генеративное влияние на растения.

Позднее начало поливов в утренние часы и более раннее их окончание в полуденные оказывают на культуру генеративное влияние. Такие поливы желательны в начале сезона, когда еще низкий уровень инсоляции, растения молодые и им необходимо дать толчок для формирования кисти и развития корневой системы.

Данный метод следует применять летом, когда в теплице концентрируется большое количество тепла, которое к концу дня обеспечивает метаболизм растений на высоком уровне. В результате, у растений отмечается потребность в воде в течение всего дня.

Растительная диагностика. Поглощение растениями элементов минерального питания в необходимых количествах и их оптимальные соотношения осуществляются в соответствии с их биологическими особенностями. При нарушениях физиологического состояния растений за счет стрессов (температурных, химических и др.) даже при применении физиологически сбалансированных растворов возможно проявление недостатка или избытка элементов минерального питания. Растительную диагностику целесообразно проводить несколько раз за вегетационный период при условии отсутствия внешних признаков нарушения питания растений. Если появляются визуальные признаки избытка или недостатка элементов минерального питания, растительную диагностику проводят по мере необходимости.

Определения недостатков питательных веществ в растениях может проводиться и визуально. Они проводится по внешнему виду растений: строению, размерам, форме и цвету листьев и плодов, некрозам тканей.

Нарушения питания проявляются на разных ярусах и органах растений. Недостаток или избыток азота, фосфора, калия и магния проявляется на старых и более взрослых листьях и органах, в нижних ярусах растений. Все микроэлементы реутилизуются трудно, поэтому их недостаток или избыток проявляется на молодых листьях, органах и точках роста.

## **Тема 7. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР. ГИДРОПОННЫЙ МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ**

### **7.1. Выращивание рассады овощных культур для защищенного грунта**

Производство овощей в защищенном грунте обуславливается применением различных методов возделывания с учетом биологических особенностей растений, сортов и факторов внешней среды.

В защищенном грунте овощные растения выращивают посевом семян, рассадой, а также используют доращивание и выгонку.

*Рассадный метод.* Рассадные культуры занимают до 92–95 % всей площади теплиц. Рассадой выращивают огурец, томат, перец, баклажан, кочанный салат, цветную и пекинскую капусту и другие овощные культуры. Этот метод позволяет рационально использовать площадь теплиц, получать продукцию в более ранние сроки, удлиняет период поступления овощей из защищенного грунта.

*Рассада* – молодое растение, выращенное при загущенном посеве в защищенном грунте и предназначенное для посадки на постоянное место с предоставлением большей площади питания.

При рассадном методе молодые растения в первый период жизни занимают площадь в 50–100 раз меньшую, чем отведенную для взрослых растений. При выращивании растений этим методом расход семян уменьшается в 3–7 раз по сравнению с посевом на постоянное место. Для выращивания рассады используют пленочные и остекленные сооружения защищенного грунта, холодные рассадники. Рассаду выращивают в рассадных отделениях, где в течение всего периода роста поддерживают оптимальный микроклимат. В период выращивания рассады рассадное отделение изолируют от основных теплиц. Служба защиты растений должна систематически следить за соблюдением правил и мер профилактики.

Одна из особенностей овощеводства – применение рассадного метода, позволяющего наиболее полно использовать главный источник жизни растений – солнечную радиацию.

Главное преимущество рассадного метода – получение раннего урожая за счет «забега» в росте и развитии растений по сравнению с посевом на постоянное место. Величина забега зависит от агротехники, применяемой в рассадный период.

Выращивают рассаду *двумя способами*: с пикировкой и без пикировки (путем прямого высева семян). В первом случае семена относительно густо высевают, где получают сеянцы, которые через

10–12 дней после появления всходов пересаживают (пикируют) в контейнеры или грунт. Пикировка позволяет отобрать наиболее сильные из них и выбраковать слабые и больные. Рассадку для теплиц и других сооружений защищенного грунта выращивают в рассадных отделениях и теплицах, оборудованных подпочвенным и воздушным обогревом, а в период недостаточной освещенностью в зимнее время и установками дополнительного искусственного освещения (электрооблучения).

В условиях Беларуси для продленного и зимне-весеннего оборотов при выращивании рассады культивационные сооружения оборудуют системами электродосвечивания. Это позволяет получать рассаду, как основную продукцию теплиц, в заданные сроки, нужного возраста для всех оборотов и сроков выращивания овощных культур, в зависимости от зоны. Для зимне-весенней культуры рассаду выращивают в конце и начале года, в период наиболее низкой освещенности и температуры.

Рассаду огурца выращивают путем прямого посева семян в горшки и кубики. Посадку проводят рассадой, имеющей пять – шесть листьев, высотой 20–25 см, массой 20–35 г. После того как листья сомкнутся и растения будут затенять друг друга, проводят расстановку рассады (густоту стояния со 100 шт. уменьшают до 25–30 шт/м<sup>2</sup>).

Рассаду томата выращивают для зимне-весенней, весенне-летней, летне-осенней и продленной тепличной культуры, а также для культуры на утепленном грунте. Рассаду выращивают в горшках и кубиках. Время выращивания для каждого типов культуры неодинаково. Для обеспечения оптимального светового режима в зимне-весенней культуре применяют расстановку рассады и дополнительное электродосвечивание. Расстановку проводят через 27–30 дней после появления всходов. На 1 м<sup>2</sup> размещают до 30 растений.

Рассада перца необходима для зимне-весенней, весенне-летней тепличной культуры, а также для выращивания на утепленном грунте.

*Подготовка семян.* Для выращивания рассады используют семена первого класса (чистота семян не менее 99,5 %, всхожесть – 95 %), заранее проверенные и прошедшие предпосевную обработку, включающую обязательное обеззараживание.

В практике нашел широкое распространение и прием обработки семян физиологически активными веществами и микроэлементами, что приводит к стимуляции обмена веществ в семенах и ускорению процесса роста.

*Сроки выращивания рассады.* Типы культурооборотов и сроки выращивания овощных культур зависят от естественной освещенности в конкретной зоне. При составлении культурооборотов рекомендуется

учитывать суммарную (прямую и рассеянную), фотосинтетически активную радиацию (ФАР) в декабре и январе.

В зависимости от притока ФАР, установлены сроки возможной высадки рассады овощных культур на постоянное место для дальнейшего выращивания без дополнительного досвечивания.

При выборе сроков посадки, наряду с оценкой условий освещенности, следует учитывать, что при ранних сроках увеличиваются затраты на отопление культивационных сооружений, но появляется возможность получить раннюю продукцию. А это и является одной из основных целей использования культивационных сооружений. Обеспечение населения ранней витаминной продукцией имеет большую социальную значимость.

*Способы выращивания.* В овощеводстве, при выращивании рассады, применяют пикировку (пересадку). Без пикировки выращивают, в основном, культуры, которые плохо переносят травмирование корневой системы при пересадке. Семена непосредственно высевают в грунт, питательные горшочки, кубики из торфа и минеральной ваты, пластиковые кассеты. Для овощных культур, требующих значительной площади питания в рассадный период, применяют горшочный способ выращивания рассады. Для выращивания могут быть использованы полые горшочки из пластмассы (рис. 7.1) или верхового торфа (диаметр их должен быть не менее 14–15 см), заполненные смесью; торфяные кубики; блоки из минеральной ваты (рис. 7.2); торфоблоки.



Рис. 7.1. Полые горшочки из торфа и пластмассы

При этом у овощных растений лучше развивается корневая система, повышается их приживаемость после посадки на постоянное место.



Рис. 7.2. Блоки из минеральной ваты для выращивания рассады

Для пикировки семена высевают густо в посевные ящики или на гряды, где получают всходы (сеянцы), которые через несколько дней после их появления пересаживают (пикируют) в контейнеры или грунт. Пикировка позволяет сэкономить площадь в период подготовки сеянцев, отобрать наиболее сильные из них и выбраковать слабые и больные. Учитывая сжатые сроки и значительные затраты труда, пикировку целесообразно применять при подготовке ранней рассады.

Откалиброванные и протравленные семена высевают в пропаренный или в свежий рассадный грунт в обогреваемых пленочных теплицах, семена холодостойких растений – при температуре грунта 10–15 °С, а требовательных к теплу (тыквенных, пасленовых) – при 20–22 °С. Глубина посева – 1,5–2 см для капусты, томата, перца, баклажана и 0,5–1,0 см для сельдерея и салата.

Влажность грунта перед посевом семян должна составлять 70–75 % НВ. Распикированные сеянцы сразу же поливают. В солнечную погоду их притеняют на 1–2 дня, что увеличивает приживаемость. В зависимости от культуры, стандартная рассада должна иметь 5–9 листочков, высоту 16–20 см, определенную массу как надземной, так и корневой систем.

Важным условием получения качественной рассады является надлежащий уход в период ее выращивания; поддержание оптимальной температуры, влажности воздуха и почвы, защита от вредителей и болезней.

Молодое растение отличается, с одной стороны, пластичностью, с другой – слабой сопротивляемостью неблагоприятным условиям внешней среды. Факторы среды влияют на рассаду сильнее, чем на взрослое растение. В рассадных сооружениях складывается особый микроклимат: сглаживаются колебания температур, исключается влияние ветра. Одним из показателей качества рассады, связанных с пло-

щадью питания, является отношение массы листьев к массе стебля. У высококачественной рассады оно находится в пределах 1,5–2,0, у рассады среднего качества – 1,5–1,0, у некачественной – менее 1,0.

Для сохранения корневой системы и «забега» рассаду выращивают в кубиках из низинного и верхового торфа, полых горшочках из пресованной смеси верхового торфа и целлюлозы с добавкой минеральных удобрений, горшочках из полиэтилена, кассетах и т. д.

При выращивании рассады водно-физические свойства используемого субстрата оказывают существенное влияние на последующие процессы роста и развития овощных растений. Требования к субстрату: отсутствие токсических веществ; относительная химическая инертность (отсутствие влияния на химические и физико-химические свойства почвенного и питательного растворов); хорошая водоудерживающая способность и аэрация (эти параметры зависят от размера частиц; с их увеличением снижается водоудерживающая способность и возрастает пористость); оптимальное соотношение фаз (твердая – 20–30 %, жидкая – 40–50 %, газообразная – 30–35 %); достаточная прочность. В качестве субстратов для рассады чаще всего используют торф и торфосмеси различного состава. При выращивании растений без почвы в качестве субстрата могут быть использованы различные материалы, такие, как гродан, перлит, вермикулит, цеолит, торфоблоки. На искусственных субстратах значительно увеличивается масса, объем и адсорбирующая поверхность корней рассады.

Для получения качественной рассады рассадные субстраты должны иметь следующие оптимальные агрохимические параметры: рН – 5,0–6,5; общее содержание солей – 1,3–1,8 мСм/см; содержание химических элементов, мг/л: N – 100–150, P – 30–40, K – 160–230, Mg – 45–65.

Для обеспечения роста и развития растений в период выращивания рассады при приготовлении рассадного субстрата на 1 м<sup>3</sup> смеси добавляют: сернокислого магния – 0,3, аммиачной селитры – 0,8–1,0, суперфосфата – 1,0–1,5, сернокислого калия – 0,5–0,8 кг. При необходимости торф известкуют. Удобрения растворяют в воде при температуре 22–25 °С.

Современные технологии выращивания овощных культур в зимних теплицах предусматривают использование удобрений, обеспечивающих не только полноценное минеральное питание растений, но и бесперебойную работу системы капельного полива.

Требования к качеству удобрений для теплиц имеют специфические особенности: высокая химическая чистота и полная раствори-

мость. При ограниченном объеме корнеобитаемой среды недопустимо попадание в субстрат балластных веществ, так как они могут оказывать токсическое действие на растения. Капельная система орошения может работать только при условии полной растворимости применяемых удобрений. Выпадение солей в осадок приводит к нарушению работы оборудования вплоть до выхода его из строя.

Для капельного орошения целесообразно применять комплексные сбалансированные удобрения, содержащие наряду с макроэлементами и комплекс микроэлементов в формах легко усвояемых хелатов.

К удобрениям, полностью отвечающим вышеизложенным требованиям качества, относится ряд марок. Широкое применение находят удобрения Буйского химического завода.

На искусственных субстратах рассаду поливают питательными растворами. Полив рассады проводят один раз в сутки, расход питательного раствора составляет 0,3–0,4 л на кубик.

За содержанием питательных элементов в растворе проводят систематический контроль. Корректировка питательного раствора на основании результатов химического анализа сводится к следующему; в растворе, который применяли в определенный период роста растений, определяют содержание питательных элементов и приводят к исходному уровню.

Рассаду огурца выращивают путем прямого посева протравленных и прогретых сухих или предварительно проросших семян в горшочки или кубики. При подготовке рассады для зимне-весеннего и продленного оборотов следует помнить, что начало роста той или иной овощной культуры проходит в условиях очень слабой освещенности, поэтому качество рассады, имеет важное значение.

Посадку проводят рассадой, имеющей пять-шесть крупных листьев, высотой 20–25 см, массой 20–35 г. В большинстве районов при выращивании рассады для зимне-весенней культуры лимитирующим фактором является недостаток солнечной радиации. Устраняется он дополнительным облучением (досвечиванием), в 1,5–2 раза ускоряющим получение высококачественной рассады.

После смыкания листьев и когда растения будут затенять друг друга, проводят расстановку рассады (густоту стояния со 100 уменьшают до 25–30 шт/м<sup>2</sup>). Режим температуры при выращивании рассады для защищенного грунта приведен в табл. 7.1. В весенне-летней культуре применяют 15–20-дневную рассаду (в фазе двух-трех листьев), что

позволяет увеличить ее выход с единицы площади, а также облегчает посадку.

Таблица 7.1. Режимы выращивания рассады огурца и томата

Режим	Культура	
	огурец	томат
Температура почвы, °С:		
до всходов	27	24
после всходов	20–22	16–18
Температура воздуха, °С:		
в солнечный день	21–23	20–22
в пасмурный день	19–20	18–19
Влажность:		
воздуха (относительная), %	70–75	60–70
субстрата (почвы), % ППВ	75–80	75–80

Рассаду томата для продленной и зимне-весенней культуры выращивают в рассадном отделении зимних теплиц с электродосвечиванием. Сроки выращивания рассады зависят от начала оборота культуры. Для обеспечения оптимального светового режима при выращивании рассады для продленной культуры применяют ее расстановку. Продолжительность электродосвечивания рассады огурца и томата до и после расстановки приведены в табл. 7.2. Ее выращивают в рассадных отделениях зимних теплиц или в пленочных теплицах.

Таблица 7.2. Продолжительность дополнительного освещения по фазам выращивания рассады огурца и томата

Фаза рассады	Культура			
	огурец		томат	
	продолжительность освещения, ч	количество дней	продолжительность освещения, ч	количество дней
Всходы	24	2–3	24	2–3
Сеянцы	–	–	16	10–12
Рассада:				
до расстановки	16	10–12	16	12–15
после расстановки	14	10–12	15	20–25

Для утепленного грунта рассаду готовят в весенних пленочных теплицах. Температуру и относительную влажность в период ее выращивания поддерживают на более низком уровне, чем при подготовке рассады для теплиц. Расстановку проводят через 27–30 дней после появления всходов.

При проведении расстановки рассады необходимо учитывать ее освещенность. В пасмурные дни температуру поддерживают у нижних пределов.

Продолжительность выращивания рассады перца составляет примерно 45–60 дней. Технология выращивания рассады, режим досвечивания, в целом такие же, как и для томата. Рассаду перца для зимне-весенней культуры высаживают в те же сроки, что и рассаду томата.

Перец отличается от томата более медленным прорастанием семян и ростом, и более высокой требовательностью к теплу и свету.

Сеянцы перца пикируют в питательные горшочки или кубики размером 8×8×8 см. Через 14–16 дней после пикировки проводят расстановку рассады из расчета 70 шт/м<sup>2</sup>, а затем, до смыкания листьев, – 35–40 шт/м<sup>2</sup> к концу выращивания рассады.

***Пример расчета площади для выращивания рассады томата.***

Рассчитать площадь под рассаду при выращивании томата на 1 га.

Схема посадки рассады на постоянное место – (100 + 60) × 50 см.

При данной схеме размещения рассады площадь питания одного растения составит 4000 см<sup>2</sup> (0,4 м<sup>2</sup>).

Количество растений на заданную площадь исходя из площади питания одного растения составит 25 000 раст. (10 000 / 0,4 = 25 000 шт.).

С учетом страхового фонда (5 %) – 26 250 раст.

Требуется площади защищенного грунта при деловом выходе рассады с 1 м<sup>2</sup> – 100 шт. составит 262,5 м<sup>2</sup> (26 250 / 100). Сколько сеянцев 262,5 × 125 растений = 32 812 шт.

Площадь под сеянцами 32 812 : 1500 = 22 м<sup>2</sup>.

Требуется семян 22 × 10 г = 220 г

Площадь при 1-й расстановке – 262,5 × 25 % = 328,12 м<sup>2</sup>. При 2-й расстановке – 262,5 × 4 раза = 1050 м<sup>2</sup>.

## **Тема 8. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОВОЩЕВОДСТВЕ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

### **8.1. Малообъемная гидропоника**

Первое десятилетие XXI в. отмечено высоким ростом производства овощей в мире. Среднегодовое производство овощей составило 346 млн т, и впервые за последние 40 лет превысило аналогичный показатель по картофелю – 318 млн т. Изменилась континентальная структура производства овощей. Начиная с 80-х гг. прошлого столетия валовые сборы в странах Азии стали расти быстрее, чем в Европе. Это связано с тем, что Азия отличается перенаселением и недоеданием. К 2000-м гг. валовой сбор овощей в Азии увеличился в 5,8 раза по сравнению с 60-ми гг., а в Европе – только в 1,5 раза. В структуре производства овощей доля Азии выросла до 62 %, а Европы снизилась до 17 %. Высокий рост производства овощей в странах Европы и Азии обусловлен использованием самых современных технологий в овощеводстве, и особенно в овощеводстве защищенного грунта. Для того, чтобы не отставать в острой конкурентной борьбе от мирового уровня производства овощей, тепличным комбинатам нужно осваивать новые технологии защищенного грунта.

С середины 90-х гг. все передовые хозяйства мира начали переходить на выращивание овощей малообъемным гидропонным способом с использованием минеральной ваты (гродан, гравилен или вилан, но больше всего распространен гродан). Суть способа заключается в следующем. Минеральная вата, завернутая в пленку, укладывается в специальные желоба. Сверху пленка имеет отверстия, на которые устанавливаются кубики с рассадой. Рассада пускает корни в маты из минеральной ваты.

Преимущества малообъемной гидропоники: поддерживаются заданные значения пищевого режима и рН (так как гродан нейтрален в плане питания), оптимизируется расход воды и удобрений (так как подается точно выверенное количество питательного раствора), улучшается контроль за ростом растений (так как легко изменяя питательный режим и режим орошения, можно оперативно воздействовать на рост и развитие растений). Это позволяет снизить трудозатраты, повысить качество плодов и получать более высокий урожай (45–50 кг/м<sup>2</sup>) по сравнению с грунтовым способом (25–30 кг/м<sup>2</sup>). Технология выращивания огурца и томата способом малообъемной гидропонной тех-

нологии на нейтральных субстратах (мешки со специальной торфосмесью, блоки и плиты минеральной ваты) с капельным поливом наиболее широко распространена в мире. Это объясняется повышением экономической эффективности: увеличение урожайности по сравнению с грунтовым способом (на 20 %), экономия водных ресурсов и минерального питания, снижение затрат на средства защиты от вредителей и болезней (улучшение фитосанитарной обстановки). Необходимо отметить, что урожайность томата при малообъемной технологии существенно выше, чем при выращивании на грунте, благодаря многочисленным преимуществам. Если урожайность томата на грунте составляет в хороших хозяйствах около 30 кг/м<sup>2</sup>, то при выращивании на минеральной вате она достигает 45 и даже 50–55 кг/м<sup>2</sup>.

В Европе гидропонное выращивание овощей наиболее широко используется в Скандинавских странах, где под малообъемной технологией занято более 80 % общей площади теплиц. В Нидерландах более 50 % теплиц (из 4000 га более 2000 га) переведено на малообъемные субстраты, преимущественно на минеральную вату.

## **8.2. Проточная гидропоника (салатные линии)**

Проточная гидропоника представляет собой технологию конвейерного выращивания листовых овощей на горизонтальных установках в виде передвигающихся вегетационных желобов при поточной подаче питательного раствора (салатная линия). Наиболее известны гидропонные системы AeroFlo Salad 40 и Green Automation, в которых овощи выращиваются при круглосуточном электродосвечивании. Эти технологии имеют высокий уровень автоматизации и механизации технологического процесса. Парк необходимых машин и механизмов сокращается на 60–70 % по сравнению с типовой технологией на почве, что позволяет повысить эффективность использования площади теплицы (на 1 м<sup>2</sup> размещается на 30 % больше растений). Таким образом, 400 растений размещается дополнительно на каждый квадратный метр в год. Активно используют данные технологии страны Скандинавского полуострова, Финляндия и Япония. Себестоимость одного горшка выращенной продукции в Финляндии колеблется между 200,25 €шт. или 1,5 €/кг. Стоимость единицы продукции для оптовиков составляет 0,40–0,60 €шт. в зависимости от вида, или 3–4 €/кг. Розничная цена для потребителя составляет 0,8–2 €шт. в зависимости от вида продукции.

*Выращивание рассады и листовых овощей методом подтопления (рассадные линии).* Технология представляет собой выращивание рассады овощных, цветочных культур, горшечных и декоративных растений, а также листовых овощей на стационарных стеллажах с периодическим заполнением их питательным раствором на определенное время. Данная технология также высоко механизирована и автоматизирована, и позволяет выращивать 700 семян дополнительно на каждый квадратный метр в год. По сути, она представляет собой разновидность проточной гидропоники, но без проточного способа подачи воды.

### **8.3. Технологии и теплицы будущего – «городские фермы»**

К 2050 г. примерно 85 % из 9 млрд человек на Земле будут жить в городах, нехватка продовольствия и воды будет угрожать растущему населению мира.

Ведущие исследователи передовых фирм из Японии и Нидерландов (PlantLab, Philips, GrowWise, Mirai), работающие в отрасли защищенного грунта, считают, что большинство существующих методов ведения сельскохозяйственной деятельности приведет к истощению природных ресурсов, и это изменит планету до неузнаваемости. Поэтому они разрабатывают теплицы будущего, так называемые «городские фермы», в которых растения будут выращиваться либо в подземных боксах, либо в закрытых теплицах. При этом используется меньше места, сокращается потребление энергии и воды, что выгодно отличает данные технологии от традиционных способов ведения сельского хозяйства.

**PlantLab.** Идея PlantLab (рис. 8.1) заключается в том, чтобы растущее по численности население Земли имело бы доступ к недорогой, безопасной и питательной пище через систему городских ферм. Фермеры будущего должны будут выращивать свои растения в подземных оранжереях, а не на полях. При этом качество выращенных овощей и трав, станет лучше. А перенос производства продуктов питания туда, где будет жить 85 % всего населения Земли (в города), создаст тысячи рабочих мест. Высокотехнологичные «Hi-Tech заводы» обеспечат идеальные условия для роста растений через систему автоматизированного красного светодиодного освещения, при этом будет использоваться только 10 % воды по сравнению с традиционным фермерским производством.



Рис. 8.1. Установка пятиярусной узкостеллажной гидропоники

Изолируемые теплицы будущего будут защищены от неопределенных условий природной среды, где успех сбора урожая зависит от засухи, болезней и вредителей. Сложные алгоритмы станут контролировать оптимальные условия для каждого вида растений таким образом, что урожайность возрастет в три раза, по сравнению с лучшими сегодняшними теплицами, и в 40 раз по сравнению с открытым грунтом. Фермы будут иметь многоярусную структуру, в которой производственные стеллажи будут размещены по ярусам – один выше другого, тем самым экономя пространство. Создатели теплицы будущего считают: чтобы прокормить 9 млрд человек, распределяя каждому человеку по 200 г фруктов, овощей и трав каждый день при использовании новых технологий достаточно только  $1 \text{ м}^2/\text{человека}$ .

*Philips* представила одну из самых больших в мире сельскохозяйственных экспериментальных установок в научно-исследовательском HighTech институте (Эйндховен, Нидерланды). Городской сельскохозяйственный Центр GrowWise разрабатывает новые технологии и методы производства еды для городских жителей в местном масштабе, и все это круглый год и независимо от погоды. На  $234 \text{ м}^2$  высокотехно-

логичных многоуровневых полках, исследователи выращивают лист салата, другие листовые овощи, травы и землянику, чтобы усовершенствовать новые сорта, которые имеют более быстрый рост, компактную форму и более урожайны. Директор Удо ван Слутен (Udo van Slouten) из Global City Farming считает, что системы Philips – это лучший способ решить неотложные глобальные проблемы, такие как дефицит пахотной земли, транспортировка еды, утилизация отходов и ограниченные мировые запасы воды для сельского хозяйства. Ученые Джаспер ден Бестен (Jasper den Besten) и Рул Янсен (Roel Jansen) – ведущие исследователи в области светодиодного освещения – объяснили, как различные цвета влияют на поведение растений, выращиваемых на «заводе». Команда в состоянии изменить форму, размер, производительность и даже содержание эфирного масла многих листовых овощей и трав. Многоуровневый завод сконструирован таким образом, что каждая полка имеет собственную систему светодиодного освещения, благодаря чему каждый квадратный метр пространства может произвести феноменальное количества еды. С одного квадратного метра площади можно получить до 900 пучков базилика в год. Поскольку производство в буквальном смысле закрытое и управляется в соответствии со строгим протоколом гигиены, оно может быть избавлено от необходимости мытья хлором и использования пестицидов.

Дальше других по пути строительства «городских ферм» продвинулась японская фирма *Mirai*, руководители и сотрудники которой не только выдвигают идеи (*PlantLab*) или строят экспериментальное производство (*Philips*), но уже построили вертикальную закрытую городскую ферму. На самой большой вертикальной закрытой ферме *Mirai* наблюдается существенно меньший расход воды. Профессор Шимамура комментирует это так: «Традиционное ведение сельского хозяйства ведет к излишним затратам воды, которая попросту уходит в почву или испаряется в воздухе. В нашем же случае расход воды для субстрата значительно меньше, и мы не теряем воду, которая просачивается в субстрат. Та же вода, которая испаряется, далее перерабатывается, фильтруется и снова используется для полива растений. Подобная схема напоминает круговорот воды в природе». Особенности данной технологии – ее использование делает уход и сбор урожая менее трудоемким. Если традиционно на «открытом воздухе» растениям требуется для успешного роста – 100 % воды, то на крытой вертикальной ферме этот показатель сокращается до 1 %. Благодаря отсутствию загрязнений воздуха, предельному контролю над бактериями, сведе-

нию концентрации нитратов к минимуму, получают менее экологически вредные продукты питания. Благодаря искусственно ускоренному времени суток (относительно быстрая смена дня и ночи) растения вырастают в 2,5 раза быстрее. Таким образом, в день с японской вертикальной фермы Mirai ученые уже получают 10 000 листов салата. Шимамура обещает популяризировать данную технологию по всему миру, уже имеются и другие подобные фермы, к примеру, в Монголии. Строительство такой фермы запланировано и в Молдавии.

Более того, фирма Mirai начинает строительство гидропонных ферм в Российской Федерации – в Хабаровском крае. Стоимость современного агрокомплекса оценивается в 8 млн долл. Особенность проекта – в использовании гидропонных технологий выращивания сельскохозяйственных культур на закрытых площадях и применение высокотехнологичных систем обеспечения процессов производства. На предприятии запрещено использование генномодифицированных материалов и химических методов борьбы с вредителями. «Завод» построят в Индустриальном районе Хабаровска. Сумма инвестиций – около 8 млн долл. Как подчеркнул министр сельского хозяйства и продовольствия края Александр Яц, пока регион обеспечивает себя по овощным культурам и зелени примерно на 10 %. При введении в эксплуатацию такого «завода» этот показатель можно увеличить до 60 %.

#### **8.4. Многоярусная узкостеллажная гидропоника (МУГ)**

Повысить эффективность производства овощей в защищенном грунте можно с помощью модульных технологий вертикального овощеводства, таких как технология многоярусной узкостеллажной гидропоники (МУГ). В настоящее время во ВНИИССОК мы работаем на пятиярусной узкостеллажной конструкции. Пятиярусная узкостеллажная гидропонная конструкция представляет собой усеченную пирамиду с основанием 900×200 см и высотой 250 см (рис. 8.2).

Лотки с питательным раствором размещены на жестком основании (каркасе) по высоте в 5 ярусов. Сверху лотки закрыты крышкой из того же материала, что и лоток, с отверстиями для установки горшков с растениями. Глубина лотка 10 см, ширина 15 см. Узел автоматизированной подачи раствора по трубам расположен в торце «пирамиды» (рис. 8.2).



Рис. 2. Растворный узел установки пятирусной узкостеллажной гидропоники (НПО «ФИТО») в теплице «Ашхель», ФГВНУ ВНИИССОК, 2014 год

Рис. 8.2. Растворный узел пятирусной узкостеллажной гидропоники

Изготовитель и поставщик растворного узла на условиях венчурного финансирования – фирма НПО «ФИТО», Россия. Подача питательного раствора в лотки производится автоматизировано, обратный слив раствора – самотеком. Растения выращивают либо в горшках 0,5 л, наполненных смесью торф: перлит (1:1), либо в блоках минеральной ваты. Плотность установки растений в лотках МУГ – 5 растений на 1 погонный метр. Режим подачи питательного раствора меняется по оборотам – в зависимости от условий и фаз развития растений (в среднем с интервалом 20–40 минут, длительность подачи – 5–10 минут). Такая конструкция позволяет получать урожай от 200 кг/м<sup>2</sup> в год, экономя при этом электроэнергию и полезную площадь теплицы (*Новые технологии в овощеводстве защищенного грунта* / С. М. Сирота, И. Т. Балашова, Е. Г. Козарь, Е. В. Пинчук // *Овощи России* № 4 (33) 2016. – с. 1–9).

## Тема 9. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ПРОТОЧНОЙ ГИДРОПОНИКИ

### 9.1. Выращивание зеленных культур методом проточной гидропоники

Производство зеленных культур (салаты, лук на зелень, базилик, шпинат, руккола, укроп, горчица листовая и др.) в теплицах на гидропонике позволяет решить проблему круглогодочного обеспечения населения ценными овощами, богатыми физиологически активными веществами. Такой способ выращивания позволяет увеличить урожайность в десятки раз и получать продукцию высокого качества.

В настоящее время широкое распространение получил метод проточной технологии (рис. 9.1) на УГС (установка гидропонная стеллажная).

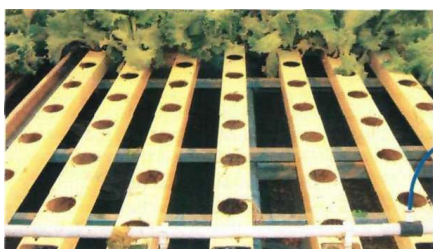


Рис. 9.1. Культивационные каналы с распределительной гребенкой для подачи питательного раствора



Рис. 9.2. Выращивание салата в многоцветных кассетах

Сущность метода заключается в следующем: в пластиковые каналы (или культивационные желоба) замкнутого сечения, имеющие в верхней части круглые отверстия диаметром 55 мм, положенные с шагом 80 мм (для салата) или 100–120 мм зеленных культур), помещаются горшочки с растениями в возрасте 10–14 дней (рис. 9.2). Растения (10–14-суточные) выращиваются в рассадном отделении на УГС-3. В горшочках имеются прорези-отверстия для выхода корневой системы к питательному раствору. На момент расстановки зеленных культур корневая система должна появиться в отверстиях горшочка.

Пластиковые каналы размещаются с уклоном 1 % на подвижных платформах УГС-1;2, имеют две рабочие зоны по выращиванию салата – УГС-1, с размещением на стеллаже 11 каналов и по выращиванию

зеленных – УГС-2 с размещением 15 каналов на стеллаже (рис. 9.3). Питательный раствор по системе магистральных трубопроводов и распределительных коллекторов через калиброванные отверстия поступает в пластиковые каналы с растениями и сливается в сборный желоб, далее по подземным трубам поступает в резервуар.



Рис. 9.3. Выращивание салата в культивационных каналах

В горловину резервуара устанавливается сетчатая корзина желательного размера с ячейками не более 0,5 мм для предварительной фильтрации раствора.

**Выращивание рассады зеленых культур.** Рассаду выращивают в пластиковых горшочках диаметром и высотой 5 см с перфорированным донцем, заполненных субстратом (смесь верхового торфа и агроперлита в соотношении 2:1). Перед заполнением горшки устанавливают в специальные пластиковые кассеты (размером 600×400 мм) многоразового использования (предварительно очищенные и дезинфицированные слабым раствором  $K_2MnO_4$ ) на 54 посадочных горшочка. Субстрат увлажняют до 40 %. В каждый горшок высевают обычные или гранулированные семена: салат – 3 шт.; укроп, кориандр – 20–40 шт.; горчица листовая, руккола, базилик – по 15–30 шт. (в зависимости от сезона выращивания). После посева проводят полив, маркировку и устанавливают кассеты на многосекционные тележки, которые помещают в камеру проращивания (КП) семян, где они находятся 1,5–4 сут (в зависимости от культуры) при температуре воздуха +22...+24 °С и

относительной влажности 93–95 %. Затем их перевозят в рассадное отделение (УГС-3), где они пребывают 10–14 сут.

Сеянцы сразу досвечивают в зависимости от времени года либо круглосуточно, либо 12–16 часов натриевыми лампами высокого давления. Освещенность составляет 10 тысяч люкс. Полив ведут ежедневно чистой водой два раза в сутки и раз в 10 дней подкармливают стандартным раствором (рН 5,8–6,0; электропроводность 1,5 мСм/см).

Температурный режим в рассадном отделении: +18...+20 °С – днем, +16...+18 °С – ночью. Температура субстрата – +18...+19 °С, относительная влажность воздуха – 70–75 %.

При формировании у рассады 2–4 листьев и выхода отдельных корней через прорези-отверстия в горшке, ее выставляют в культивационные каналы, в которые непрерывно подается питательный раствор.

Выращивание зеленных культур в зоне УГС-2 до товарного вида продолжается 18–25 суток в зависимости от культуры. Выдерживают следующие параметры микроклимата: летом температура воздуха днем – 18–20 °С, ночью – 15–17 °С, зимой и осенью – соответственно 16–18 °С и 15–16 °С. Проветривание начинают при температуре 17 °С. Температура субстрата днем – +20...+21 °С, ночью – +18...+19 °С, но в любом случае она не должна быть ниже +18 °С. Питательный раствор в системе должен иметь температуру +20...+22 °С (не ниже +18 °С).

Относительная влажность воздуха в теплице – 70–75 %. Искусственное освещение применяют в течение 16–24 ч в сутки (в зависимости от уровня естественной освещенности) и составляет 9–10 тыс. лк.

Правильность приготовления питательного раствора имеет исключительно важное значение. Вода как основа раствора должна быть чистой, без излишнего количества растворимых солей и их составных частей. Для питательного раствора используются полностью растворимые удобрения.

Маточные концентрированные растворы готовят в двух баках и отдельно – бак для кислоты. В баке *A* находится комплексное удобрение с микроэлементами, монокалийфосфат, сульфат магния, нитрат магния, калийная селитра. Бак *B* – кальциевая и калийная селитра, нитрат магния. Содержимое бака *C* – азотная или ортофосфорная кислота.

Состав питательных растворов, используемых для выращивания растений изменяется по месяцам. Для контроля режима питания растений один раз в неделю анализируют раствор и ежедневно следят за

показаниями рН и электропроводностью, при необходимости корректируют содержание макро и микроэлементов. Один раз в три недели питательный раствор меняют, так как в нем могут накапливаться сера и разложившиеся остатки растений.

Зеленные культуры очень требовательны к условиям питания и не переносят высоких концентраций раствора. Необходимо строго соблюдать соотношение N:K в течение сезонного периода выращивания, а также выдерживать Ес и рН питательного раствора.

**Сбор продукции.** При достижении растениями зеленных культур высоты 20–22 см приступают к уборке. У салата к моменту уборки насчитывается 6–7 настоящих листьев и масса по ТУ в зависимости от сезона 150–280 г. Выход салата составляет 31 шт/м. У зеленных культур формируется большой пучок, масса которого должна составлять, согласно ТУ 75-150 г, а выход 57 шт/ м<sup>2</sup>.

Растения с горшками вынимают из культивационных каналов или кассет-вкладышей и упаковывают в индивидуальные пакеты, которые устанавливают в картонные коробки по 15–20 шт. (рис. 9.4). Срок хранения салата, согласно разрабатываемым производителем техническим, при температуре 0...+1 °С, относительной влажности воздуха 90–95 % – до 10 сут.



Рис. 9.4. Сбор салата

## **9.2. Технология выращивания зеленных культур методом подтопления на УГС-4 в защищенном грунте**

Технология выращивания зеленных культур методом подтопления принципиально не отличается от проточной технологии. Разница состоит в том, что после камеры проращивания кассеты устанавливаются в рассадное отделение на УГС-4 и также находятся там 10–14 сут. Далее растения выставляют в «рабочие зоны» для выращивания салата на УГС-4, применяя кассеты – вкладыши на 8 посадочных мест, а для выращивания зеленных культур применяют кассету – вкладыш на 15 посадочных мест. Параметры микроклимата и искусственного освещения и питательного раствора выдерживаются такие же, что и при проточной технологии.

Подачу питательного раствора для подтопления растений на стеллажах производят с использованием группы клапанов. Зеленные культуры в зависимости от сезона выращивания подтапливают от 3 до 5 раз в сутки в течение 15 мин с экспозицией задержки раствора в пределах 5 мин или без задержки (зависит от солнечной инсоляции). Интервал между подачами питательного раствора без задержки его на стеллажах не должен превышать 6 часов.

После уборки продукции в культивационном сооружении проводится дезинфекция теми же препаратами, которые используются при мойке рассадного отделения.

## **Тема 10. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ**

В овощеводстве интерес приобретают такие технологии, как салатные линии, светокультура огурца и томата, малообъемная культура.

В основе технологии салатных линий лежит интенсивное освещение растений лампами, регулирование процессов осуществляется с помощью компьютеров. Для данной технологии подходят скороспелые и быстрорастущие зеленные и пряно-вкусовые овощные культуры (салат, укроп, лук, сельдерей, петрушка, базилик, руккола, щавель и др.). Период от посева до уборки культуры составляет 20–30 дней.

Светокультура огурца и томата позволяет переходить на круглогодичное выращивание овощей в теплицах на минеральной вате фирм «Grodan» и «Агрос». Особенностью технологии является досвечивание растений лампами в течение 18 часов с октября по февраль.

## 10.1. Особенности технологии выращивания томата на минеральной вате

Томат – ведущая овощная культура в защищенном грунте. В условиях Беларуси томат в основном выращивают в продленном обороте.

Все многообразие сортов и гибридов томата для защищенного грунта по типу роста и развития растений условно можно разделить на две группы:

- с преобладанием роста и развития вегетативных органов (вегетативный тип);
- с преобладанием процессов плодоношения (генеративный тип).

Гибриды томата генеративного типа проявляют тенденцию направлять накапливаемые пластические вещества в большей степени к плодам, часто в ущерб вегетативному росту надземной части растений и развитию корневой системы. При сильной нагрузке растений томата плодами, вегетативный рост замедляется, верхушка растения утончается, рост боковых побегов ослабевает.

Нагрузка растений томата плодами приводит к ослаблению корневой системы. Тогда наблюдается частичное побурение и отмирание корней у растений. Питательные вещества направляются в первую очередь к плодам, затем к точке роста, а остатки, если таковые имеются, поступают к корням. В зоне корневой системы повышается электропроводность (ЕС) и понижается рН.

Гибриды томата вегетативного типа обладают очень мощным вегетативным ростом, который необходимо постоянно контролировать. Обычно, это сильнорослые, мощные и хорошо облиственные растения, с толстой верхушкой. Лист длинный, интенсивно-зеленый. В пазухах листьев развиваются сильные боковые побеги. Цветение у растений томата, ослабленное и растянутое по времени. На растении одновременно цветет два-три и больше соцветий. Соцветия у томата с большим количеством цветков, часто однократно разветвленные и сложные. В соцветии одновременно цветет один-два цветка, окраска венчика – бледно-желтая. Плоды завязываются слабо и одновременно на нескольких соцветиях. Развитие плодов происходит медленно, так как питательные вещества направляются в первую очередь к точке роста, а плодам не хватает питания. Данные явления происходят при выращи-



вании томата на субстрате, имеющим высокое значение рН и низкую электропроводность.

Если баланс между ростом и развитием растения нарушается в сторону роста, то растение наращивает чрезмерно большую массу листьев, стебель утолщается и становится рыхлым, а листья становятся светло-зелеными. Все это сопровождается активным ростом корневой системы, но при этом снижается количество и качество плодов.

Ослабление томатного растения не обязательно указывает на генеративный тип развития. Оно может вызываться как слабым развитием корневой системы, так и сильной нагрузкой растений плодами. Это очень часто происходит в начале плодоношения растений.

Рассаду растений томата выращивают в рассадных отделениях.

Самый ранний срок посева семян для продленного оборота – первая декада декабря. Посев проводят в кассеты, в ячейки которых вставляют пробки из минеральной ваты.

Для увлажнения кассеты после посева семян опускают на 2–2,5 минуты в емкость с питательным раствором с концентрацией 1,5–1,8 мСм/см и рН –5,0–5,2. Для сохранения тепла и влажности, кассеты укрывают полиэтиленовой пленкой. Температуру воздуха поддерживают на уровне 24–25 °С, а влажность должна составлять 70–80 %.

После появления всходов концентрацию питательного раствора повышают до 1,8–2,2 мСм/см, а рН 5,0–5,5. Температуру воздуха снижают до 18–20 °С – днем и 14–15 °С – ночью. Такой температурный режим способствует хорошему развитию первого соцветия у растений томата. Через несколько дней температуру повышают до 21–23 °С.

После посева, через 12–14 дней, сеянцы пикируют в кубики из минеральной ваты, предварительно пропитанные рабочим раствором (концентрация 2,3–2,5 мСм/см и рН 5,0). После пропитки кислотность в кубиках должна составлять рН 5,7–6,0, а концентрация питательного раствора – 2,3–2,5 мСм/см.

Во избежание поломки растений при проведении пикировки рекомендуется снижать их тургор. Для этого за 12 часов перед пикировкой прекращают поливы сеянцев. При пикировке сеянцы загибают вдоль пробки, вкладывают в лунки кубика и засыпают вермикулитом.

Распикированные растения поливают раствором, имеющим следующие показатели: рН 5,5 и концентрацию 2,6 мСм/см.

После пикировки сеянцев, температуру при включенных лампах, поддерживают; днем – 22 °С, ночью – 20 °С. Через 3–4 дня после пикировки дневную температуру снижают до 20 °С, ночную – до 18–19 °С. В зависимости от интенсивности света и состояния расте-

ний, колебания температур дня и ночи, допустимы в пределах 3 °С. Расстановку рассады проводят через две недели – в начале смыкания листьев. Кубики с рассадой размещают в шахматном порядке из расчета 20–28 раст/м<sup>2</sup>.

После расстановки рассады температуру поддерживают – до 20 °С днем и 18–19 °С – ночью. Такие изменения температуры способствуют «переводу» растений в генеративную фазу развития.

В период выращивания рассады проводят досвечивание. Уровень освещенности должен составлять 5–8 тыс. лк. Мощность облучения в школке составляет 400 Вт/м<sup>2</sup>, продолжительность – первые 2–3 дня 24 ч/сут, затем – 16 ч/сут. После пикировки мощность облучения должна составлять 240 Вт/м<sup>2</sup>, а продолжительностью досвечивания – 16 ч/сут.

Одним из основных условий получения высоких урожаев при данной технологии – регулярное обеспечение растений водой и макро- и микроэлементами.

В первой декаде января рассаду, в возрасте 40–45 дней, из рассадного отделения выставляют в теплицы на постоянное место. У такой рассады должно быть 12–14 листьев и хорошо заметное соцветие.

До посадки температурный режим, влажность воздуха и субстрата поддерживают на том же уровне, что и в рассадном отделении.

После транспортировки растений из рассадного отделения в теплицу их не помещают сразу в технологический рукав, а выставляют рядом с отверстием на минераловатной плите.

При этом кубики сразу не соединяют с матами (т. е. с отверстиями в мате), так как рассада еще не полностью готова. Но к системе капельного полива растения подсоединяют. Примерно за неделю до соединения с матами (вторая декада января) растения томата подвязывают к вертикальной шпалере. Шпагат подвязывают за стебель растения – под первым или вторым листом. Шпагат подвязывают скользящей петлей к шпалере, или простым узлом.

Посадку рассады на постоянное место проводят в третьей декаде января, когда на растениях образуются первые цветочные кисти (возраст рассады 50 дней). Кубики с растениями убирают с подставок и ставят на отверстия в минераловатных плитах. Рассада к этому времени должна иметь 7–8 настоящих листьев и первые цветочные бутоны.

Схема посадки растений – двухстрочная лента:

$$(100 + 60) \times 45\text{--}50 \text{ см (2,5 раст/м}^2\text{)}.$$

С момента переноса растений в теплицу, основная задача – сдерживать вегетативный рост растений и получить сильное первое соцветия.

Получению растений томата генеративного типа способствуют повышенная концентрация питательного раствора (3–3,5 мСм/см), низкое содержание влаги в кубиках, разница между дневной и ночной температурами, хорошая транспирация и подкормка растений  $\text{CO}_2$ .

С момента посадки растений температуру в теплице первые трое суток поддерживают на уровне 19–20 °С днем и ночью. До начала плодоношения температура воздуха должна составлять днем – 19–20 °С, ночью – 16–17 °С, в солнечную погоду – 21–23 °С, а относительная влажность воздуха до начала плодоношения – 65–70 %. В период плодоношения температуру воздуха поддерживают на уровне 20–22 °С – днем, в солнечную погоду – 23–25 °С, ночью – 17–18 °С. При низкой влажности воздуха в теплице используют систему дождевания и систему испарительного охлаждения и увлажнения. Регулирование температурного режима и влажности воздуха в теплице при выращивании томата осуществляется с помощью автоматического оборудования.

Оптимальная температура субстрата при выращивании культуры томата до начала плодоношения должна составлять 20–22 °С, в период плодоношения – 18–23 °С.

В первые дни после высадки рассады, растения должны быть обеспечены достаточным количеством воды, которую подают частыми и короткими циклами поливов. Через неделю количество воды подают в соответствии с испарением и ростом растений. Электропроводность (ЕС) питательного раствора поддерживают на уровне 3,0–3,5 мСм/см. После укоренения растений электропроводность снижают до уровня 2,8–3,0 мСм/см, а при необходимости (для получения генеративного типа растений) ее поднимают до уровня 3,2–3,3 мСм/см.

Растения томата при выращивании в продленном обороте формируют в один стебель.

К марту плотность посадок (2,5 раст/м<sup>2</sup>) становится недостаточной для получения максимального урожая. В этот срок оставляют дополнительный побег на каждом четвертом растении в пазухе листа под 4-м или 5-м соцветием (в зависимости от силы роста растений). В данном случае количество побегов на 1 м<sup>2</sup> будет составлять до 3,1 шт.

Интенсивность развития растений томата будет составлять одно соцветие в неделю. Для поддержания растений в балансе, один раз в неделю удаляют по три листа. Весной и осенью на растениях должно

быть от 18 до 22 листьев. Последний удаленный лист находится над кистью, с которой начинали сбор плодов томата. Летом оптимальное количество листьев составляет 21–24 шт.

Для получения однородных и одинакового размера плодов, за 4–6 недель перед завершением культуры удаляют верхушки у растений.

При возделывании томата применяют метод приспускания стебля растения. Стебли приспускают вниз в горизонтальном положении. Данный прием проводят через каждые 7–10 дней, в зависимости от роста растений. Вместе с приспусканием стебля у растений проводят удаление боковых побегов и нижних листьев. Удаление листьев способствует регулированию испаряющей площади растения, улучшению качественных показателей плодов и облегчает работы по сбору урожая. Листья удаляют, происходит созревание первых плодов (вместе с началом приспускания). Одновременно с листьями удаляют отплодоносившие кисти на растениях.

Плодоношение у томатов начинается в апреле месяце и завершается – в ноябре. Сбор плодов томата проводят вручную – два раза в неделю.

Для опыления цветков на растениях томата в защищенном грунте используют шмелей. Шмели значительно лучше, чем пчелы, опыляют цветки. Они лучше ориентируются в замкнутом пространстве теплиц и практически не бьются о стекла, в то время как пчелиные семьи из-за этого резко ослабевают. В меньшей степени шмели подвержены и влиянию неблагоприятных климатических условий. Температура менее 10 °С, повышенная облачность не мешают шмелям работать, тогда как медоносные пчелы при таких условиях остаются в ульях.

Об использовании шмелей в теплицах известно с 1979 г. В 1990 г. частные фирмы в Бельгии и Голландии приступили к промышленному производству шмелиных колоний. Наиболее активно их стали использовать для опыления томатов или для стимуляции опыления.

Томат – самоопылитель, пыльца высыпается из пыльников тычинок на рыльце пестика от механических колебаний цветка. Однако, в условиях защищенного грунта, из-за отсутствия движения воздуха, колебания растений отсутствуют. Улей располагают на опорном столбе. В нижней части опорного столба наносят полосу специального клея для защиты от паразитирующих насекомых. Рекомендуется не менять первоначальное местоположение улья в теплице. Каждые несколько дней необходимо контролировать работу шмелей. Для этого исследуют небольшой участок посадок и убеждаются, что каждый взрослый

цветок (около 60 % от общего количества) был посещен шмелями. Через 2–3 часа, после посещения цветка шмелями, на нем появляется хорошо заметная коричневая точка. Если цветков с признаками посещения недостаточно, то в теплицу помещают дополнительный улей. Считается, что семья работает нормально, когда на взрослых цветках имеется большое количество следов от посещения их шмелями.

Но мере возможности не следует использовать в теплице химические методы борьбы с вредителями и болезнями. Как правило, все ядохимикаты, запрещенные к применению в присутствии пчел, не рекомендуется применять и в сочетании со шмелями. Воздействие ядохимикатов, с широким спектром действия или долгосрочным остаточным эффектом, может отрицательно сказаться на жизнедеятельности насекомых. В экстренных случаях допускается использование ядохимикатов с краткосрочным остаточным действием. При этом необходимо удалить улей из теплицы и вернуть его по истечении определенного промежутка времени.

Кроме томата (рис. 10.1), шмелей используют для опыления перца, баклажана, земляники и других культур защищенного грунта.



Рис. 10.1. Опыление шмелями цветков томата

По сравнению с другими насекомыми, опыляющими растения, шмели более выгодны, так как посещают больше цветков (в среднем 20–30 шт. в минуту) и более активны при низких температурах (+5 °С). При использовании шмелей увеличивается завязываемость цветков (в среднем, до 98 % раскрытых цветков), улучшается качество плодов, отсутствие деформированных плодов, а также наблюдается уменьшение количества уродливых плодов и пустот в них.

Шмелей помещают в теплицу с растениями томата во время раскрытия на них первых цветков. Лучше всего располагать ульи так, чтобы растения не закрывали летков. Шмели демонстрируют высокую систематичность в посещении цветков, тем самым избегая повторного посещения одного и того же цветка. Обычно они посещают цветки снизу вверх по растению, что способствует опылению всех цветков.

Чтобы обеспечить шмелям хорошую активность для опыления цветков, необходимо регулярно контролировать ульи на предмет их жизнеспособности (путем подсчета посещаемых ими цветков). Необходимость увеличения количества активных шмелей в теплице определяется путем контроля опыленных цветков. На цветках, на следующий день после опыления шмелями, появляется характерная окраска. Время доставки дополнительных ульев устанавливают на основании проведенных наблюдений эффективности работы шмелей (обычно ниже 90 % опыленных цветков). Рои пополняются через 3–4 недели после их помещения в теплицу (рис. 10.2). При уровне ниже 95 % опыленных цветков пополняют количество шмелей. Слабые по силе ульи обеспечивают хорошее опыление растений на площади 500–800 м<sup>2</sup> в теплице. Их пополнение проводят через 5–6 недель. Средние ульи на площади 1000–1500 м<sup>2</sup> – через 4–6 недель. Одного сильного улья вполне достаточно для опыления цветущих томатов на площади 1500–2500 м<sup>2</sup>. Через 3–5 недель после помещения их в теплицу, в зависимости от степени опыления, устанавливают дополнительные ульи, в среднем по два – каждые две недели. Количество ульев зависит от атмосферных условий погоды и состояния растений, особенно в начальной стадии раскрытия цветков.



Рис. 10.2. Улей для шмелей

При малом количестве раскрытых цветков на растении томата и в малых теплицах шмели могут несколько раз посещать один и тот же цветок. Для защиты от избыточного опыления и тем самым повреждения цветков необходимо оптимальное количество шмелей на единицу площади или регулировать их работу закрытием летков.

Шмели вызывают сильную вибрацию цветков, что особенно важно для томата и баклажана. Они быстрее опыляют цветки, по сравнению с пчелами и менее агрессивны.

При использовании шмелей для естественного опыления цветков томата рекомендуется, по мере возможности, ограничивать количество обработок против болезней и использование биологической борьбы с вредителями. При химических обработках необходимо пользоваться таблицей токсичности химических препаратов для шмелей, а ульи со шмелями при этом закрывают. При проведении мероприятий, против грибных болезней, ульи можно оставлять в теплице, предварительно закрыв летки и укрыв ульи пленкой. При борьбе с вредителями ульи из теплицы выносят.

При выращивании томата в продленном обороте, по исследованиям голландских ученых, ослабление завязываемости высоких цветочных кистей наступает между 11 и 15 цветочными кистями. Дефицит воды при выращивании томата оказывает сильное влияние на качество цветков. Они становятся непривлекательными для шмелей, следовательно, опыление их будет не достаточное. Поэтому, особенно в период с 11 до 14 часов, необходимо следить за достаточной подачей воды для растений.

Цветки, у которых пестик выходит за пределы чашечки, шмели в основном не посещают. Шмели очень хорошо определяют, у каких цветков лучше пыльца. Дефицит воды также сильно отражается на качестве пыльцы. Из-за недостатка воды пыльца высыхает, а иногда полностью теряет свою жизнеспособность.

Важно правильно разместить ульи со шмелями в теплице. Их следует устанавливать горизонтально, что исключает вытекание сиропа. Ульи размещают в местах, имеющих пространство в виде дорожки для лучшего лета шмелей. Отверстие в ульях должно быть свободным, а вокруг ульев необходимо удалить листья растений. Ульи должны быть защищены от попадания на них воды, так как коробка впитывает влагу и происходит переохлаждение шмелиной семьи.

Выставляют шмелиные семьи в период начала цветения растений и открывают их не ранее чем через два часа после установки на посто-

янное место. Лучше время открытия летков – рано утром. На один гектар рекомендуется устанавливать пять ульев. Устанавливают ульи на расстоянии 1–3 м вглубь от прохода и высоте 1–1,5 м над землей. В течение первой недели после установки ульев, не рекомендуется пользоваться средствами защиты.

При оставлении дополнительных побегов на растении происходит увеличение объемов цветения – до 20 %. Следовательно, необходимо увеличивать и количество шмелей в теплице. При обеспечении оптимальных условий выращивания растений томата, шмели работают более активно. При соблюдении всех требований технологического процесса, сбор первых плодов у томата начинается через 50–55 дней после высадки рассады.

### **Тема 11. ПРОМЫШЛЕННАЯ КУЛЬТУРА РОЗ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ТЕПЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

Розы являются основной цветочной культурой в теплицах разных стран мира. Этому способствовало применение новых интенсивных методов выращивания (рис. 11.1), которые включают следующие элементы технологии:

– малообъемный метод выращивания на инертных и органических субстратах;



Рис. 11.1. Промышленное выращивание роз

- система капельного полива;
- автоматизированные установки для приготовления и подачи питательных растворов разных типов;
- новая система питательных растворов, сбалансированная по концентрации и соотношению макро- и микроэлементов в питательных растворах, определенные уровни рН и ЕС в растворах и дренажах;
- компьютеризированные программы поддержания микроклимата;
- светокультура роз для круглогодичного получения срезки цветов;
- углекислотная подкормка растений для повышения урожайности и качества продукции, особенно в осенне-зимне-весенний периоды, т. е. в период ограниченной вентиляции теплиц.

Для поддержания необходимого уровня микроклимата требуется оборудование современных теплиц с различными устройствами, обеспечивающими оптимизацию условий выращивания.

Наряду с современным техническим обеспечением технологии выращивания, основополагающим является использование новой прогрессивной технологии формирования кустов роз, способов формирования побегов из почек возобновления, обеспечивающих получение срезки высокого качества в течение круглого года с высоким уровнем урожайности.

Средняя продуктивность, при круглогодичной технологии, составляет у крупноцветковых сортов – от 15 до 20 шт. срезки с одного куста, у среднецветковых сортов – от 25 до 35 шт./куста. В условиях новой технологии на 1 га теплиц высаживают от 75 до 80 тыс. растений.

В новой технологии важен посадочный материал соответствующего сортового состава и качества. Для культуры в теплицах используют только те виды подвоев роз, которые характеризуются определенными технологическими свойствами, например, возможностью длительного использования растений (до 5–6 лет и более), без снижения продуктивности. Растения на таких специальных видах подвоев и сортах характеризуются, прежде всего, хорошим развитием корневой системы, устойчивостью к таким условиям выращивания, как определенная кислотная реакция почвенной среды, устойчивостью к некоторым бактериальным болезням, например к раку корней. Эти подвои обеспечивают возможность круглогодичного выращивания, т. е. не требуют обязательного периода покоя.

Для интенсивных технологий используют довольно узкий ассортимент роз определенных сортов, характеризующихся высоким качеством срезки и урожайностью, хорошей транспортабельностью, длительным стоянием в воде, обычно до 12–14 дней.

При использовании новой технологии выращивания необходимо соблюдать все технические и технологические параметры и режимы – освещение, влажность и температуру воздуха, ирригацию, подачу CO<sub>2</sub>.

Для интенсивной технологии выращивания требуется большая листовая поверхность каждого растения для высокопродуктивного фотосинтеза всего растения. Поэтому новая система выращивания роз требует наличия большого и активного листового аппарата. Кроме того, листья должны быть здоровыми, без повреждений и поражений вредителями и болезнями роз, без хлороза листьев в результате недостатка железа, магния и др. элементов.

Технологию выращивания организывают так, чтобы растения постоянно имели хорошо развитую корневую систему, пропорциональную по размерам биомассе куста роз (сумма побегов и листьев). Большое значение имеют и свойства подвоев и корнесобственных роз по формированию хорошо развитой корневой системы. В свою очередь, развитие корневой системы зависит от химических и физических свойств субстратов, так как розы (привитые и корнесобственные) имеют среднюю по величине сосущую силу корней, среднее осмотическое давление. Выбор соответствующего субстрата, в связи с длительной культурой насаждений роз (5–6 лет и более), одно из важнейших условий высокопродуктивного их выращивания.

Одной из причин снижения урожайности роз является водный стресс, который может проявляться в любое время суток. В ночные часы потребность в воде несколько меньшая (5–10 % от суточной нормы).

Для повышения влажности воздуха используют увлажнители. Одновременно необходимо использовать технику полива таким образом, чтобы в субстратах было постоянно достаточное количество воды и воздуха, что достигается соответствующей системой многократных поливов.

При малообъемной технологии выращивания роз, полив проводится растворами элементов питания определенной концентрации и соотношении, определенном показателе рН и ЕС раствора. Это является основой питания. В периоды больших поливных норм следует снижать концентрацию поливного раствора пропорционально дополнительному количеству воды и увеличить норму дренажа до 20–40 %, к количеству вносимого раствора. Эти агроприемы позволяют выдерживать в почвенном растворе допустимую концентрацию солей.

На начальном этапе выращивания роз температура поддерживается на уровне 20–22 °С, относительная влажность воздуха 90 %. Схема питания растений корректируется для первой фазы роста путем добавления дополнительно 20 % кальциевой селитры. Когда первые основные побеги в достаточной степени разовьются, количество кальциевой селитры снижается до нормального уровня.

Частота капельного полива растений и поливные нормы зависят от времени года и скорости развития растений. С этой целью регулярно контролируют уровень дренажа (не менее 40–50 %). При капельном поливе следует исходить из расчета подачи не менее 50–60 см<sup>3</sup> раствора за один полив на одну капельницу. При меньшей норме полив будет неравномерным с разницей в подаче между отдельными капельницами. Значение ЕС поливочной воды меняется в зависимости от времени года в пределах от 1,6 до 2,0 мСм/см. Уровень рН питательного раствора должен по возможности приближаться к 5,3. При сильном повышении показателя рН в растворе добавляют нитрат аммония. Наряду с химическим контролем дренажной воды регулярно берут пробы на анализ и из самой минеральной ваты.

После посадки побеги развиваются очень быстро. Когда хорошо виден бутон, проводят его прищипку и до образования метелки оставляют в вертикальном положении. При достижении растением высоты 40 см над уровнем субстрата стебли отгибают вниз. В результате данной операции растение направит имеющиеся транспортируемые сахара из одной зоны к месту развития новых побегов. Побеги следует отгибать таким образом, чтобы место прививки, а в случае размножения черенками – старая верхушка черенка, стала верхушкой растения. Цветочные бутоны на отогнутых побегах удаляют. Данная система выращивания стимулирует постоянное производство энергии листьями растений, поскольку, удаляя бутоны, самый крупный потребитель сахаров, тогда как листья, являющиеся производителями сахаров, сохраняются полностью.

За счет удаления основного первичного побега у растений стимулируется формирование большого количества основных бутонов. После срезки или отгиба вниз у растений повышается уровень накопления цитокининов, стимулирующих раскрытие бутонов. Затем побеги снова вырабатывают ауксины, за счет чего восстанавливается гормональный баланс растений. То или иное количество основных побегов формируется в зависимости от силы роста растений. На одном растении для дальнейшего выращивания, рекомендуется оставлять по два три хорошо сформировавшихся побега. Если побегов больше, их необ-

ходимо отгибать вниз. Такая система выращивания позволяет оставлять у растений больше активных листьев, обеспечивающих производство нужного количества энергии, за счет которой гарантируется развитие сильных растений с цветами отличного качества.

Срезка производится непосредственно над оригинальной точкой роста (местом прививки). Длина оставляемого стебля определяет последующее количество цветочных стеблей. Если оставлять слишком длинный стебель (4–6 см), то образуется больше цветочных стеблей более низкого качества. Рекомендуется проводить срезку примерно на уровне одного сантиметра. Через год-полтора срезку делают на высоте до 10 см над оригинальным местом прививки вследствие чего, формируется новая верхушка растения. Далее снова обрезают на высоте примерно одного сантиметра.

Листья являются основным производителем энергии (источник), а цветы – одни из главных потребителей этой энергии. В связи с этим возникает необходимость оставлять листья у всех второстепенных стеблей ненадлежащего качества, а бутоны с них удалять как можно скорее, что обеспечит сохранение оригинальной точки роста (место срезки или прививки) в качестве верхушки растения. При этом листья должны располагаться ниже места точки роста. Следует избегать скопления слишком большого количества листьев. При отгибании следует избегать внутренних повреждений побегов, что может воспрепятствовать транспортировке сахаров и питательных веществ и привести к ухудшению роста растений. При значительном различии между темпами развития побегов, растения будут расти менее равномерно, что повлечет за собой соответствующее распределение энергии.

При регулировании микроклимата в теплице особое место должна занимать активность листьев у растений. С этой целью рекомендуется использовать нижний контур обогрева растений (под растениями), который позволит предотвратить значительную разницу температур у растений, особенно в условиях с большим количеством света (солнечная освещенность). В периоды с небольшим количеством света используют как нижний контур отопления под растениями, так и верхний – над растениями. Для возможности отвода избыточной влаги в теплице применяют отопление в сочетании с проветриванием. Степень проветривания зависит от разницы наружной и внутренней температур теплицы, а также от вентиляционной системы теплицы. Рекомендуется проводить вентиляцию при наружной температуре 10 °С и выше. Однако это также зависит от скорости ветра, поскольку при сильном ветре граница вентиляции может быть выше.

## Тема 12. ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО САДОВОДСТВА

### 12.1. Значение плодов в питании человека

Плоды, ягоды и орехи являются ценным и незаменимым продуктом питания, обладающим рядом свойств, обуславливающих их большое значение в диетическом и лечебном питании. Плоды и ягоды являются жизненно необходимыми продуктами питания, играющими исключительно важную роль в процессах жизнеобеспечения.

В килограмме плодово-ягодной продукции содержится в среднем около 440 ккал, что по оценкам специалистов составляет в среднем 15 % полноценной суточной нормы рационального сбалансированного уровня питания (средняя норма суточного потребления составляет 2900 ккал).

*Диетическое и лечебное.* Плоды семечковых культур принадлежат к важнейшим продуктам питания в связи с вкусовыми, диетическими и лечебными свойствами. В них содержатся легкоусвояемые сахара, органические кислоты, минеральные соли, биологически активные вещества: микроэлементы, антибиотики, витамины (С, В1, В2, Р, РР и провитамин А (бета-каротин)), необходимые для организма человека.

Установлено также наличие в плодах химических соединений (танинов), которые связывают вредные для человека радиоактивные вещества и способствуют удалению их из организма.

Свежие плоды семечковых пород являются одним из основных источников ферментов – биологических катализаторов, которые осуществляют обмен веществ, играют важнейшую роль в пищеварительных процессах, усвоении питательных веществ, процессах очищения организма от «шлаков»; от них зависит функциональное состояние защитной системы организма, которая препятствует проникновению инфекции, обеззараживает яды и удаляет продукты жизнедеятельности клеток. С килограммом яблок, груш организм получает только 500–600 килокалорий.

В сочных плодах семечковых пород содержится 85–90 % воды. Преобладающая часть сухих веществ – углеводы, в том числе сахара (доминирует глюкоза и фруктоза). В зависимости от породы, сорта и



условий выращивания в плодах семечковых пород накапливается 5–16 % сахаров. Больше всего их в южных сортах груши и яблони.

Кроме легкоусвояемых форм сахаров, присутствуют полисахариды: крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, пентозаны. Так, в незрелых яблоках зимних сортов содержание крахмала доходит до 5 %, в период съема оно снижается до 1–2 %, а при хранении крахмал полностью преобразуется в простые сахара. С наличием пектина связывают структурное состояние мякоти плодов, их пригодность к хранению.

Содержание органических кислот в плодах семечковых варьирует от 0,1 до 7 %. Мало кислот содержат плоды груши, а больше всего плоды хеномелес (айва японская).

Соотношение в плодах общего сахара и кислот (сахарокислотный индекс) определяет их вкус. Так, у сортов яблони с высокой дегустационной оценкой плодов этот индекс составляет 15–45 при уровне титруемых кислот 0,4–1 %.

Дубильные вещества (полифенолы) придают плодам терпкий вяжущий вкус. Выполняя защитную роль при хранении плодов, они повышают их устойчивость к микроорганизмам. Больше всего дубильных веществ (1,8 %) в плодах айвы. Они имеют самый длительный срок хранения.

В плодах семечковых культур содержится 5–200 мг на 100 г мякоти витамина С. Наиболее богаты этим витамином плоды аронии, хеномелес и рябины. Весьма велик размах варьирования по содержанию этого витамина между видами и сортами яблони – 2–54 мг%.

P-активными веществами в группе семечковых пород богаты плоды аронии (до 3500 мг%) и рябины обыкновенной (до 2000 мг%). Содержание их в яблоках в зависимости от сорта колеблется от 10 до 280 мг%.

Источником каротина являются плоды рябины. В отдельных сортах его содержится до 20 мг%. Это на уровне отборных форм моркови, облепихи и шиповника.

Зная целебные свойства плодов, человек издавна применяет их в профилактике и лечении различных заболеваний.

Так, яблоки при их регулярном включении в рацион питания снижают содержание в крови холестерина. Доказано, что яблоками можно лечить нетяжелые формы гипертонической болезни, колиты, малокровие, почечные заболевания.

В отличие от яблок, в грушах содержится меньше витаминов, но в них обнаружены такие биологически активные вещества, как арбутин, предупреждающий заболевания почек и мочевого пузыря, и хлороге-

новая кислота, обладающая желчегонным и капилляроукрепляющим действием. Плоды груши богаты йодом (до 20 мг%). Плоды рябины, ирги, аронии, айвы, хеномелеса и боярышника используют для лечебно-профилактических целей при атеросклерозе, гипертонии, малокровии, истощении, а также как поливитаминное, противогинготное, желчегонное, вяжущее, мочегонное и антирадиантное средство. Положительный эффект получен от применения свежего сока аронии при заживлении ожоговых ран. Настой из цветков ирги и боярышника используют при сердечных заболеваниях.

Плоды и цветы рябины обладают слабительным, кровоостанавливающим, потогонным действием. Они применяются при ревматизме и заболеваниях легких.

Экстракты из плодов боярышника кроваво-красного используются при сердечных заболеваниях и бессоннице. Плоды боярышника, содержащие сорбит, являются заменителем сахара при питании больных сахарным диабетом. Знаменитый врач древности Диоскорид рекомендовал употреблять в пищу плоды боярышника при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, ожирении, кровотечениях и нарушении функций почек, особенно при мочекаменной болезни.

Среди семечковых культур по биохимическому составу плодов выделяется хеномелес. По основным показателям он приближается к лимонам. В китайской народной медицине плоды хеномелеса используют при дизентерии, холере, лихорадке. Они содержат от 50 до 200 мг% витамина С, 1–3 % пектина, от 3 до 7 % органических кислот и от 800 до 1200 мг% Р-активных соединений.

Плоды хеномелеса отличаются сильным стойким ароматом, который обусловлен наличием в коже эфирных масел, обладающих фитонцидными свойствами. Этими же свойствами обладают его листья и цветки.

*Сырьевое.* Плоды семечковых пород потребляют не только в свежем виде, но и в сушеном, замороженном, моченом. Их используют для переработки в консервной, кондитерской, витаминной и винодельческой промышленности. Из них готовят соки, варенье, компоты, повидло, джемы, мармелад, желе, сиропы, наливки, настойки и вина. Мука, полученная из сушеных плодов рябины, аронии, боярышника, используется в качестве добавок в тесто для выпечки хлебобулочных изделий с целью обогащения их биологически активными веществами, которые отличаются высокими вкусовыми качествами и лечебным эффектом. В народном хозяйстве широко и разнообразно используют

твердую древесину груши и рябины. Из семян айвы выделяют эфирное масло с миндальным запахом. Его используют при изготовлении ликеров и лимонада. Масло выделяют также из семян рябины и аронии. Оно используется в парфюмерной и медицинской промышленности как лечебный компонент.

*Экологическое и эстетическое.* Семечковые культуры играют большую роль в экологической системе. Они широко используются в озеленении, способствуют оздоровлению атмосферы, украшают быт, оказывают благотворное эстетическое влияние на человека. Особенно ценятся в озеленении городов и сел рябина, арония, боярышник и айва японская.

Кора, листья рябины и аронии выделяют большое количество фитонцидов, губительно действующих на вредную микрофлору. Растения боярышника издавна используются для создания низких, средних и высоких живых изгородей. Для групповых и одиночных посадок больше подходят виды боярышника с продолжительным цветением и орнаментальной осенней окраской листьев. Все виды боярышника, рябины, а также ирга и айва являются прекрасны медоносами. Подсчитано, что один гектар рябины и аронии дает до 500 кг лечебного меда, используемого при гипертонии, атеросклерозе, подагре и ревматизме.

*Экономическое.* Возделывание семечковых культур экономически выгодно, особенно таких пород, как яблоня, груша и айва. Плоды их довольно крупные, транспортабельные, долго хранятся. Хорошей лежкостью отличается айва и зимние сорта груши и яблони. Чем более лежкий сорт, тем выше средняя цена реализации продукции.

## **12.2. Площади под плодовыми культурами в мире**

В мировом плодоводстве насчитывается около 200 плодовых, ягодных и орехоплодных культур, из них около 100 (в количестве тысячи сортов) – в качестве промышленных. Самые распространенные культуры: цитрусовые, виноград, бананы, яблоня, маслина, финиковая пальма, и др. В отдельных странах мира площадь плодовых и ягодных культур достигает (тыс. га): Китай – 2700, США – 1600, Индия – 913, Аргентина – 541, Югославия – 435, Бразилия – 419, Япония – 328, Италия – 425, Франция – 208, Польше – 286.

В США, и европейских странах преобладают мелкие по площади сады (до 10–20 га, редко 100 га и более). В большинстве стран выращивают, как правило, ограниченное количество промышленных сор-

тов, пользующихся повышенным спросом. Например, в США – 6 промышленных сортов яблони (Делишес, Мекинтош, Джонатан, Уайнсеп, Золотой Делишес и Ромбьюти), дающих около 80 % товарной продукции.

В мире постоянно растет производство плодов. 20 лет тому назад производство плодов всех пород составляло около 400 млн т, теперь – 500, а через несколько лет достигнет 600 млн т. Наибольшее увеличение производства отмечается в Китае. Там в 1969 г. производилось яблок 1 млн т, а теперь – около 18. Через 5 лет производство яблок в Китае достигнет 25 млн т, а общее производство плодов всех пород там составит 100 млн т, или 17 % мировой продукции. Несмотря на такой, казалось бы, колоссальный валовой сбор, на одного жителя в Китае приходится всего 16 кг плодов.

Недостаточный уровень производства плодов пока в странах Восточной Европы – 29 кг на одного человека, тогда как в Западной Европе – 131 кг плодов. По этой причине страны Западной Европы имеют проблемы со сбытом плодов по окупаемым ценам. Эти проблемы пока еще не касаются стран Восточной Европы и Беларуси, в частности, так как собственное производство здесь не покрывает потребностей в плодах.

### **12.3. Перспективы развития садоводства в Беларуси**

Плодоводство в Беларуси – одна из важнейших сельскохозяйственных отраслей, специализирующаяся на возделывании плодовых и ягодных культур и производстве посадочного материала.

В настоящее время во всех хозяйствах республики имеется более 104,5 тыс. га плодово-ягодных насаждений.

За счет вступления молодых садов в плодоношение ежегодно наращиваются объемы производства плодово-ягодной продукции в сельскохозяйственных и других организациях республики. В 2013 г. в хозяйствах всех категорий республики объемы производства плодов и ягод составили 476,2 тыс. т, в том числе в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах республики – 104,2 тыс. т.

В последние годы возрос интерес фермерских хозяйств к возделыванию ягодных культур рода *Vaccinium* – голубики, клюквы, черники. Данное направление обеспечивает высокую эффективность, которая, благодаря стабильно высокому спросу как на внутреннем, так и на

внешнем рынках, позволяет выделить его как одно из наиболее рентабельных.

В целом по отрасли самообеспечение республики фруктами и ягодами находится на уровне 62 %. В то же время плодородческая отрасль в Беларуси располагает потенциальными возможностями для дальнейшего увеличения объемов производства фруктов при высоком уровне окупаемости затрат и рентабельности отрасли.

Отрасль плодородства во всех странах основывается на механизации большинства трудоемких процессов. В настоящее время степень механизации работ в садоводстве Беларуси по трудозатратам находится в широком диапазоне: 10–15 % на уборке плодов и до 70 % при возделывании смородины (при использовании ягодоуборочного комбайна). Низкий уровень механизации негативным образом сказывается на агротехнических сроках выполнения технологических операций по уходу за садами и на уборке урожая, качестве производимой продукции и ее стоимости. Очевидно, что без повышения уровня механизации производства плодов и ягод по всем направлениям (подготовка почвы, посадка сада, уход, уборка урожая, послеуборочная обработка и хранение) невозможно получение высококачественной продукции в необходимых объемах и снижение себестоимости ее производства.

#### **12.4. Внедрение инноваций в сфере плодородства**

Садоводство является одной из наиболее интенсивных и доходных отраслей сельскохозяйственного производства. Развитие отрасли и повышение ее экономической эффективности основывается на создании в каждой области Республики Беларусь крупных садов на промышленной основе (более 150 га) и интенсификации производства, предусматривающей его механизацию (садоводческие тракторы, контейнеры, платформы для съема плодов, транспортировщики контейнеров, погрузчики, измельчители ветвей, и другая техника, предназначенная для сборки и переработки ветвей) и химизацию (опрыскиватели штанговые и вентиляторные, разбрасыватели минеральных удобрений), внедрение современных высокопродуктивных сортов, применение современных технологий (сортировальные линии) и орошения (капельный полив). Приобретение специализированной техники и оборудования, линий по предреализационной доработке и предпродажной подготовке продукции, строительство новых и реконструкция старых овощехранилищ позволяет ежегодно увеличивать объемы закладки плодов на хранение в свежем виде.

Инновационные технологии в сфере плодоводства способствуют импортозамещению, максимальному обеспечению населения отечественной плодовой продукцией, а также создают условия для увеличения поставок конкурентноспособной продукции на экспорт.

Основное назначение отрасли – производство плодово-ягодной и овощной продукции для потребления в свежем виде и снабжения перерабатывающей промышленности сырьем.

Плодоовощеводство как наука изучает морфо-биологические особенности, закономерности роста и развития, плодоношения плодово-ягодных культур, современные технологии в садоводстве. Значение плодов определяется их высокой ценностью в питании человека. Это главный источник биологически активных веществ – витаминов, ферментов, минеральных солей, благодаря которым организм приобретает иммунитет, обеспечивается его высокая работоспособность и долголетие. Ежегодное потребление человеком плодово-ягодной продукции должно быть не ниже 100 кг. В странах Западной Европы ежегодное потребление человеком плодово-ягодной продукции уже превысило 130 кг.

Плодоводство тесно связано с биологией, ботаникой, физиологией, помологией, селекцией, защитой растений от вредителей и болезней, агрохимией, почвоведением, земледелием, мелиорацией, механизацией и экономикой. По меткому выражению академика В. И. Эдельштейна, «агротехника без биологии слепа, без механизации мертва и всегда подчинена неумолимой экономике».

Для обеспечения высокоэффективного производства плодов, ягод, овощей и продуктов их переработки в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов, разработана Государственная целевая программа развития отрасли. Она основывается на принципах адаптивной интенсификации отрасли, включающих освоение экологически безопасных, ресурсосберегающих технологий производства, хранения, переработки и доведения до потребителя высококачественной продукции.

Необходим постоянный поиск и создание наиболее адаптивных иммунных сортов, рациональный выбор места и структуры многолетних насаждений, организация системы защищенного и открытого овощеводства.

Одним из факторов интенсификации плодоводства и повышения товарности продукции является выращивание деревьев на карликовых и полукарликовых клоновых подвоях, а также использование последних в виде вставок. Для успешного развития отрасли плодоводства

необходимо: восстановить питомниководство, полностью перейти на выращивание оздоровленного посадочного материала; наладить выпуск садоводческих машин, инвентаря, тары; укрепить и расширить базу хранения и переработки плодово-ягодной продукции; усовершенствовать экономические механизмы ценообразования, налоговой и кредитно-финансовой системы.

Для гарантированного производства овощной и плодово-ягодной продукции требуются новые технологии, иммунные к болезням сорта, совершенные машины и высококвалифицированные специалисты.

## **Тема 13. ОТНОШЕНИЕ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР К ФАКТОРАМ СРЕДЫ**

### **13.1. Факторы внешней среды и их роль**

Рост и плодоношение семечковых культур протекают в тесной взаимосвязи с внешними факторами, такими как температура почвы и воздуха, свет, наличие влаги, воздушно-газовый режим и плодородие почвы. На перераспределение экологических факторов влияет рельеф местности. Факторы внешней среды действуют на плодородное растение комплексно, а степень влияния каждого из них зависит от уровня обеспеченности другими факторами.

**Температура.** Это решающий фактор, обуславливающий размещение пород и сортов по сельскохозяйственным зонам. По нарастанию потребности в тепле все семечковые культуры можно разместить следующим образом: рябина, ирга, боярышник, арония, яблоня, груша, айва, мушмула. В пределах каждой культуры отдельные виды и сорта неодинаково относятся к тепловому режиму. Так, летние сорта яблони и груши для вызревания плодов требуют меньше тепла, чем сорта зимнего срока созревания. В северном и центральном регионах для вызревания плодов яблони необходимо 1500–2000 °С активных температур, а в южном – 3000 °С и более.

Требования растений к теплу зависят от прохождения ими фаз вегетации и покоя. Так, например, зимой, в период естественного глубокого покоя отдельные сорта яблони переносят понижение температуры до –40 °С и ниже. Для распускания почек необходима среднесуточная температура 10 °С, а для дифференциации цветковых почек – 20 °С.

Тепло оказывает влияние на транспирацию, химические превращения, перемещение воды и растворенных в ней питательных веществ в растении и почве.

В течение вегетации семечковые культуры наиболее требовательны и чувствительны к колебаниям температуры в период формирования пыльцы, цветения и завязывания плодов. Если в этот период среднесуточная температура опускается ниже 14 °С, то оплодотворение и завязывание плодов неудовлетворительное, урожайность снижается.

Корни наиболее интенсивно растут и функционируют при температуре почвы 7–20 °С. При повышении температуры почвы до 25–30 °С рост корней прекращается, тормозятся их жизненные функции. Температура воздуха выше 32–35 °С замедляет все жизненные процессы у семечковых культур, произрастающих в умеренных широтах. При засухе и суховеях растения могут сбросить плоды и часть листьев.

**Жаростойкость** – биологическое свойство культур переносить перегрев. По жаростойкости семечковые породы значительно уступают косточковым. Перегрев тканей до 50 °С вызывает ожог листьев, коры, плодов. Избыток тепла также вызывает ухудшение качества плодов, их раннее осыпание. При подборе пород и сортов для сада учитывают их зимостойкость (свойство выдерживать комплекс неблагоприятных зимних условий) и морозостойкость. При выращивании отдельных пород и сортов в условиях, не соответствующих их росту и развитию, морозоустойчивые формы часто проявляют низкую зимостойкость.

Суровые зимы и резкие перепады температур вызывают существенные подмерзания. При сильных продолжительных морозах на штамбе и скелетных ветвях появляются глубокие трещины (морозобоины), при перепадах температур возникают солнечные ожоги, отслаивается кора. В бесснежные зимы, когда температура почвы снижается до –9...–19 °С, подмерзают корни. В зависимости от подвоев проводящие корни выдерживают понижение до –9...–18 °С, а всасывающие – до –2...–5 °С.

Морозоустойчивость зависит от факторов внешней среды. При постепенном понижении температуры растения приспособляются к изменившимся условиям и приобретают закалку. При закалке растений крахмал переходит в сахара, цитоплазма клеток обезвоживается и обособляется, на ее поверхности образуется липоидный слой.

Морозоустойчивость и зимостойкость отдельных тканей, частей и органов плодового дерева в течение зимы неодинакова.

В зимний период растение находится в состоянии покоя. Однако вступают в покой и выходят из него ткани дерева неодновременно. Подмерзание в начале и середине зимы связано главным образом с плохим вызреванием тканей. Зимой наименее устойчива к низким

температурам сердцевина. Самой устойчивой тканью в этот период является камбий, затем кора и заболонь.

В конце зимы – начале весны, наоборот, чаще всего повреждается камбий и кора. Это связано с выходом тканей из глубокого покоя и утратой ими закалки. В этот период сказывается и зимне-весеннее иссушение деревьев. Опасны для семечковых и весенние заморозки в фазу цветения и образования завязи. При температуре ниже  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  повреждаются цветки. Осенние заморозки ( $-2\dots-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) отрицательно сказываются на хранении плодов.

Морозо- и зимостойкость в начале зимы всегда выше, чем в конце. Различные органы и ткани плодовых культур имеют неодинаковую чувствительность к низким температурам. Корни растений разных видов выдерживают температуру  $-9\dots-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , надземная система – гораздо более низкую. Из тканей наиболее высокой морозостойкостью обладает камбий, затем кора и наименее устойчива сердцевина. Цветковые почки менее морозостойкие чем вегетативные.

По степени зимостойкости плодовые породы распределяют следующим образом:

Яблоня, вишня (переносят морозы до  $-30\dots-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Слива, груша (до  $-25\dots-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Черешня, айва, фундук (до  $-18\dots-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Абрикос, грецкий орех (до  $-15\dots-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Персик, миндаль (до  $-10\dots-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Цитрусовые (до  $-4\dots-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

К основным мероприятиям по устранению повреждений низкими температурами относят подбор морозоустойчивых и зимостойких пород, подвоев, сортов, преимущественно поздноцветущих; рациональное применение удобрений и орошения, исключающее избыточное азотное питание и переувлажнение во второй половине вегетации; предупреждение перегрузки деревьев урожаем; борьбу с заморозками; своевременную уборку урожая; применение устойчивых штамбо- и скелетообразователей; мульчирование в бесснежные зимы; выбор благоприятных районов и местоположений для сада.

### **13.2. Световой режим**

Все семечковые культуры светолюбивы. Свет необходим растению как энергетическая основа фотосинтеза. Он также оказывает влияние на транспирацию листьев, с ним связаны явления фотопериодизма, изменения направления и силы роста побегов и листьев.

Недостаток света обуславливает образование тонких побегов с удлинненными междоузлиями, пожелтение листьев, недоразвитость генеративных почек и образование дефектных цветков. Сильное затенение отдельных участков кроны приводит к отмиранию ветвей, оголению внутренней части кроны и сокращению продуктивности дерева.

Световой режим лучше складывается при формировании уплотненных и малообъемных крон с высотой и диаметром до 3 м. При достаточном освещении плоды формируются более крупными, красиво окрашенными, они содержат больше сухих веществ и сахаров. В горных районах, где интенсивность света выше, плоды окрашены значительно ярче.

Интенсивность и продуктивность фотосинтеза определяются количеством фотосинтетически активной радиации (ФАР) и продолжительностью освещения (длина дня), которые, в свою очередь, зависят от широты и долготы географического района, биологии породы, сорта, густоты кроны и насаждений, времени года и суток, погоды.

Лучшие условия для фотосинтеза семечковых пород обеспечиваются при уровне освещения 70–80 %.

Отношение энергии ФАР, накопленной в фитомассе растений, к приходящейся на единицу площади насаждений за вегетационный период, выраженное в процентах, называют *коэффициентом использования ФАР* ( $K_{ФАР}$ ). Если он равен 0,5–1, уровень продуктивности насаждений низкий, 1–2 – средний, 3–4 – высокий.

Свет влияет не только на интенсивность фотосинтеза, он оказывает влияние на транспирацию листьев, изменение направления и силы роста побегов, интенсивность цветения и плодоношения и габитус кроны. В загущенных посадках кроны деревьев вытягиваются вверх, а нижние ветви преждевременно стареют и оголяются, рост и плодоношение перемещаются на периферию, усиливается их повреждение вредителями и болезнями. В хорошо освещенной кроне плоды крупнее, ярче окрашены и содержат больше сахаров.

У многих сортов яблони, груши, персика и абрикоса покровная окраска формируется на освещенной стороне плода и отсутствует на затененной.

По требовательности к условиям освещения плодовые и ягодные культуры делят на группы:

- 1-я – светолюбивые: миндаль, фисташка, персик, абрикос, черешня, грецкий орех;
- 2-я – менее требовательные к свету: груша, айва, яблоня, слива, вишня, смородина, малина, земляника, крыжовник;
- 3-я – теневыносливые: актинидия, лимонник.

Однако все растения дают более высокие урожаи в условиях хорошего освещения. В саду различные части деревьев освещаются по-разному. Различают четыре типа освещения:

1. Верхний свет – падает сверху на горизонтальную поверхность и освещает верхнюю часть кроны. Различают прямой и рассеянный. Под влиянием прямого света кроны деревьев формируется пирамидальные, при рассеянном свете крона формируется раскидистые.

2. Передний свет – падает с открытой стороны на вертикальную поверхность кроны. В разное время суток он освещает разные стороны кроны.

3. Задний свет – отраженный от деревьев, построек и т. д. и падает на вертикальную поверхность кроны с обратной стороны, противоположной открытой.

4. Нижний свет – отраженный от поверхности почвы падает на нижнюю горизонтальную поверхность кроны.

Регулируют световой режим путем обрезки, формировки крон, изменяя площадь питания и ориентируя ряды при посадке сада на юг для равномерного освещения кроны в течение дня.

### 13.3. Водный режим

Достаточное количество воды в тканях обеспечивает поглощение и передвижение элементов питания, прохождение биохимических реакций, поддержание тургора, теплового режима и других жизненных функций.

Вода является основной составной частью тканей растений. Листья и ветки на 50–75 % состоят из воды, корни – на 60–85 %, а плоды содержат более 85 % воды. Вода выполняет следующие функции:

- растворяет питательные вещества и переносит их по растению;
- выполняет функцию транспирации;
- входит в состав клеточного сока.

Значительная часть поглощенной воды расходуется на транспирацию. *Коэффициент транспирации* (КТ) показывает, сколько воды расходует растение на создание единицы сухого вещества.

*Например, у яблони КТ = 170–230, у груши – 140. Это значит, что для создания 1 кг сухого вещества яблоне потребуется 170–230 кг воды, груше – 140 кг.*

**Недостаток влаги в почве:**

- ослабляется рост листьев, плодов и дерева в целом;
- усиливается опадение завязи и снижается урожай;
- происходят анатомические изменения в структуре листьев, веток и плодов;
- ухудшается качество плодов

**При избытке влаги в почве:**

- ухудшается аэрация почвы;
- ослабевает рост и вымокают корни;
- отмирают ветви и наблюдается суховершинность;
- снижается лежкость плодов

Биологические особенности растений, характеризующие их отношение к влаге – это засухоустойчивость и влаголюбивость.

*Засухоустойчивость* – способность растения переносить недостаток влаги, не снижая урожая. Засухоустойчивые породы – миндаль, абрикос, степная вишня. Среднезасухоустойчивые породы – вишня, черешня, персик, алыча. Слабозасухоустойчивые породы – айва, яблоня, груша, орех грецкий и все ягодные породы

*Влаголюбивость* – повышенная требовательность растений к влагообеспеченности.

По требовательности к влажности почвы породы можно расположить в следующем порядке (от более влаголюбивых – к менее): слива, смородина черная, арония, земляника, малина, смородина красная, крыжовник, яблоня, груша, черешня, вишня, абрикос. Относительно устойчивы к избытку влаги в почве: смородина черная, айва, яблоня, груша, слива. Плохо переносят избыток влаги в почве: миндаль, абрикос, персик, малина, земляника.

Оптимальной влажностью для большинства пород является 80 % от ППВ. Большинство культур страдают от недостатка влаги (<70 % ППВ) и от ее избытка (>90 % ППВ).

В наибольшей степени деревья и кустарники нуждаются во влаге в период активного роста побегов.

Основные источники пополнения влаги в почве: атмосферные осадки; орошение.

Потребность в воде у семечковых пород неодинакова. Наиболее требовательными являются айва, мушмула японская (эриоботрия), яблоня. Менее требовательны груша, рябина, боярышник, арония и ирга.

Потребность в воде у одной и той же плодовой породы резко колеблется по сезонам года и сортам. Больше всего семечковые культуры расходуют влаги в весенний и раннелетний периоды, когда происходит цветение, образование завязей, рост побегов и корней.

Сорта ранних сроков созревания более устойчивы к недостатку влаги, чем поздние; деревья на слаборослых, вегетативно размножае-

мых подвоях более требовательны к условиям увлажнения, чем привитые на сильнорослых семенных подвоях. Избыток воды, как и ее недостаток, вредно влияет на жизнедеятельность плодовых растений. Чем больше в почве воды, тем меньше остается кислорода. Активная часть корневой системы начинает отмирать, всасывание раствора питательных веществ прекращается, что ведет к гибели организма.

Для семечковых пород наиболее благоприятные условия влагообеспеченности создаются при влажности почвы 75–80 % и относительной влажности воздуха 70 %. Повышенная влажность воздуха способствует поражению грибными болезнями (парша, бурая пятнистость), ухудшению опыления, завязывания и качества плодов, затяжной вегетации и снижению зимостойкости растений. Семечковые породы относительно устойчивы к избытку влаги в почве по сравнению с косточковыми.

При большом дефиците влаги в почве прекращаются ростовые процессы, преждевременно опадают плоды и листья. Степень засухоустойчивости (способность растений при ограниченной обеспеченности влагой не снижать урожайность) различается по породам и сортоподвойным комбинациям. Она зависит от уровня агротехники и состояния растений. Высокой засухоустойчивостью среди семечковых культур отличаются рябина домашняя (крымская), ирга, боярышник.

Накоплению, сохранению и продуктивному использованию влаги способствуют создание садозащитных лесополос, применение зональных систем содержания и обработки почвы в насаждениях.

Основные способы регулирования водного режима – полив, междурядные обработки, снегозадержание, мульчирование почвы. В условиях недостаточного водоснабжения орошение на удобренных участках увеличивает урожай семечковых культур в 1,5–2,5 раза.

#### **13.4. Воздушный режим**

Воздушная среда – источник кислорода для дыхания и углекислого газа для фотосинтеза.

Для нормального роста и функционирования корневой системы уровень содержания кислорода в почвенном воздухе должен быть не менее 10 %. Под влиянием микробиологических процессов в почвенном воздухе углекислого газа содержится больше, чем в атмосферном, а кислорода меньше. Из почвы через корни растения могут получить до 25 % углекислого газа, используемого в процессе фотосинтеза. Поэтому внесение органических удобрений, запашка сидератов способ-

ствуют улучшению воздушного режима в плодово-ягодных насаждениях.

Средняя концентрация углекислоты в приземном слое воздуха довольно постоянная величина и составляет 0,03 %. Однако в жаркие безветренные летние дни наблюдается локальное (непосредственно у листа) снижение концентрации  $\text{CO}_2$ . Легкое перемещение воздушных масс, вызываемое ветром, может восстановить утраченную интенсивность фотосинтеза за счет поступления новых порций углекислоты к листьям. Однако излишне сильные ветра в саду нежелательны. При скорости ветра более 10 м/с идет иссушение почвы и растений, ухудшаются условия опыления, возможны механические повреждения и преждевременное опадение плодов.

В то же время из-за застоя воздуха снижается обеспеченность растений углекислым газом, усиливается распространение грибных болезней, возрастает отрицательное воздействие заморозков и морозов. Для снижения силы ветра вокруг сада закладывают ажурные садозащитные полосы, а для лучшего воздухообмена место под сад выбирают на пологих склонах, в продуваемых долинах, избегают замкнутых понижений. Созданию благоприятного воздушного режима способствуют также правильное внутриквартальное размещение деревьев, прореживающая обрезка и формирование крон.

### **13.5. Почвенные условия и пищевой режим**

Почва является средой обитания корневой системы семечковых пород, обеспечивая их необходимыми элементами питания, водой, кислородом и углекислотой. Почвы должны быть достаточно влагоемки и водопроницаемы, иметь благоприятный воздушный и тепловой режимы.

Активный слой почвы, в котором развивается основная масса корневой системы семечковых пород, составляет 200–250 см, поэтому необходимо учитывать физические свойства не только почвы, но и подпочвы. Отдельные горизонты считаются сильно уплотненными, если их плотность выше 1,55–1,6 г/см<sup>3</sup>. На рост и плодоношение семечковых пород отрицательно влияет ограничение корнеобитаемого слоя каменистыми или плотными глинистыми подстилающими породами, грунтовыми водами, особенно застойными.

Семечковые породы лучше растут на слабокислых и нейтральных почвах. Избыток карбонатов в почве и щелочная реакция способствуют переходу ряда элементов питания в труднодоступные для растений формы.

По способности противостоять повышенной карбонатности семечковые породы можно расположить в убывающей последовательности: айва, мушмула, боярышник, ирга, рябина, яблоня, груша.

Все семечковые культуры успешно растут на незасоленных почвах. Предельно допустимая концентрация вредных солей в активном корнеобитаемом слое почвы: сульфатов 2 мг на 100 г сухой почвы, хлоридов – 0,3 мг. Менее чувствительна к слабому засолению айва.

Для закладки сада являются непригодными засоленные, заболоченные, сильнощебенчатые, каменистые, рыхлопесчаные, а также очень плотные почвы; почвы с повышенной карбонатностью (более 20–40 %  $\text{CaCO}_3$ ), кислые ( $\text{pH} < 4,5$ ), щелочные ( $\text{pH} < 8,0$ ).

На расположение почвенных разностей существенное влияние оказывает рельеф, а также водный, воздушный, температурный и питательный режимы.

Из почвы семечковые культуры поглощают свыше 74 химических элементов, из которых жизненно необходимыми считают 16: углерод, кислород, водород, азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, бор, марганец, медь, цинк, молибден, кобальт. При недостатке даже одного из них растения плохо растут, снижают урожай и качество плодов. При дефиците азота прекращается рост побегов, корней, листья светлеют, быстро стареют и опадают. Ухудшается плодоношение. Аналогичные явления наблюдаются и при недостатке серы. Избыток азота (особенно при недостатке фосфора и калия) ведет к сильному разрастанию листовой пластинки, ее легкому поражению грибными болезнями, ослаблению цветения, понижает зимостойкость.

При недостатке фосфора на листьях появляются фиолетовые и красноватые пятна, ослабляется рост побегов и плодоношение, ухудшается качество урожая. Избыток фосфора ведет к преждевременному созреванию плодов. Если растению не хватает калия, края и кончики листьев сначала желтеют, затем буреют. У растения ослабевают синтетические процессы, уменьшается морозостойкость.

Недостаток железа на карбонатных, солонцеватых и дерново-подзолистых почвах вызывает известковый хлороз (пожелтение и побеление листьев). При недостатке меди возможна суховершинность (экзантема), хлороз листьев, деформация побегов, плоды теряют вкус и опадают. Недостаток цинка вызывает розеточность, хлороз и опадение листьев, а бора – деформацию побегов, пожелтение листьев и их опадение, опробкование тканей плода. Недостаток молибдена, кроме хлороза и плохого роста листьев, ведет к отмиранию верхушек побегов.

На перераспределение факторов внешней среды большое влияние оказывает рельеф.

## Тема 14. СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ В САДУ

На рост и развитие семечковых культур в течение всего онтогенеза большое влияние оказывает плодородие почвы, содержание в ней в доступной форме микро- и макроэлементов. Система удобрений в семечковых садах зависит от зоны возделывания, уровня влагообеспеченности, типа насаждений, породно-сортовых особенностей и подвоев, уровня плодородия почвы, системы содержания почвы в междурядьях и приствольных полосах (кругах).

Предпосадочное внесение удобрений проводят при сплошном или полосном окультуривании почвы перед плантажированием. Это позволяет разместить органические и минеральные удобрения в зоне основной массы корней семечковых пород. В зависимости от содержания в почве элементов питания в научно-исследовательских институтах по садоводству для каждой зоны разработаны дозы внесения удобрений.

При местном, очаговом окультуривании почвы в яму вносят 20–30 кг перегноя, 400–600 г суперфосфата, 60–80 г сульфата калия, а на кислых почвах 0,5–1 кг известковой или доломитовой муки и хорошо перемешивают с плодородной землей верхнего горизонта. Ценным минеральным удобрением является зола. В ней содержится более 30 элементов питания растений. В золе нет только азота. На одну яму вносят 200 г золы (два стакана).

Комплексное внесение удобрений повышает усвоение корнями минеральных удобрений и фосфора навоза, способствует лучшему росту и развитию растений.

Дозы азота составляют примерно 1/3 доз фосфора и калия. При внесении органических удобрений дозы минеральных туков снижают вдвое. В качестве азотных удобрений желательно использовать аммиачные формы. Навоз лучше всего вносить полуперепревший.

Подзолистые и дерново-подзолистые почвы известкуют. Нормы внесения извести устанавливают в зависимости от кислотности почв. Показатель гидrolитической кислотности (мг-экв на 100 мг почвы) умножают на коэффициент 1,5 и получают дозу  $\text{CaCO}_3$  в т/га в чистом виде. Так как содержание  $\text{CaCO}_3$  в разных известковых удобрениях варьирует, рекомендуется делать перерасчет по формуле:

$$\text{Норма внесения} = 100 \text{ д/х,}$$

где д – доза извести по  $\text{CaCO}_3$ , т/га;

х – процент  $\text{CaCO}_3$  в данном удобрении.

Последствие известкования при полной дозе в зависимости от типа почвы продолжается 10–15 лет, затем при необходимости его повторяют, совмещая с поверхностной обработкой почвы.

Дозы внесения удобрений в семечковых садах зависят от обеспеченности почв питательными веществами в доступных для растений формах, системы содержания почвы и увлажнения, биологических особенностей растений, а также продуктивности сада.

Контроль за обеспеченностью плодовых деревьев питанием проводят регулярно через 4–5 лет, анализируя содержание N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в листьях и почве.

На основании лабораторных анализов делают заключение о недостаточном, оптимальном или избыточном содержании элементов питания. Отбор листьев проводят в фазу затухания роста побегов (вторая половина июля). Дню взятия проб должны предшествовать 2–3 дня без осадков, которые частично вымывают питательные вещества.

Для анализа берут по одному листу с середины побегов продолжения, размещенных по периферии кроны на высоте 1,5 м от земли. В одном образце должно быть не менее 100 листьев с черешками. Высушенные в бумажном пакете листья анализируют на валовое содержание элементов питания. Листовая диагностика является пока единственным достоверным критерием определения обеспеченности плодовых культур азотным питанием.

Почву для анализа берут со слоев 0–20, 21–40 и 41–60 см под 6–8 деревьями (с которых брались листья). Место взятия проб в молодом саду на расстоянии 1/2 радиуса кроны, вдоль и поперек ряда. В плодоносящем саду – на расстоянии радиуса кроны от штамба.

Данные анализа почвы по каждому слою распределяют на три группы: низкое, среднее и высокое содержание подвижных элементов.

Для каждой почвенно-климатической зоны рекомендуемые средние нормы удобрений требуют уточнения. Если в листьях в конце июля – начале августа содержание N и K<sub>2</sub>O ниже оптимального, дозы их увеличивают на 20–30 %. При содержании почвы в условиях дерново-перегнойной системы вносят только минеральные удобрения. Если почва в саду содержится по системе черного пара, в нее вносят кроме минеральных еще и органические удобрения (30–40 т/га) один раз в три года.

Первые 4–5 лет после закладки сада с предпосадочной заправкой почвы удобрениями их можно не вносить. Затем начинают удобрять,

но дозы до обильного плодоношения составляют 1/2 от рекомендуемых доз товарных сортов. На эродированной почве и террасированных склонах дозы удобрений увеличивают на 20–50 %.

Кроме основных элементов питания растения потребляют из почвы Ca, Mg, Fe, S, Zn, Mo, Mn, Cu. Потребность в них невысокая, но недостаток любого из них ведет к серьезным физиологическим расстройствам. Большинство недостающих микроэлементов вносят при некорневых подкормках в виде растворов, опрыскивая вегетирующие деревья в утренние или вечерние часы.

Для молодых листьев в первую половину вегетации берут минимальное значение концентрации раствора, чтобы избежать ожогов.

Способы и сроки внесения удобрений. В семечковых садах распространены три способа внесения удобрений: поверхностное с последующей заделкой почвообрабатывающими орудиями, глубокое локальное внесение твердых и жидких удобрений с помощью специальных машин и внекорневое путем опрыскивания вегетирующих деревьев растворами удобрений с низкой концентрацией.

Удобрения вносят в зону размещения основной массы всасывающих корней, которая в плодоносящих садах располагается на глубине 20–60 см, а по горизонтали, начиная со второго метра от штамба. Размещение корней устанавливают пробными раскопками траншейным методом.

Способы внесения выбирают также с учетом подвижности удобрений. Наименее подвижны фосфорные, очень подвижны – нитратные формы азота. Подвижность калийных, а также аммиачных и амидных форм азотных удобрений зависит от механического состава почвы и степени их увлажнения. Они малоподвижны на тяжелых почвах и при недостатке влаги.

Поверхностное разбрасывание применяют для внесения органических и минеральных удобрений перед закладкой сада, при содержании почвы под черным паром, перед посевом сидеральных культур и при подкормке (дерново-перегнойная система). Этот способ применяют для тех удобрений, которые смешиваются при вспашке или дисковании с почвой (органические, известковые материалы, гипс, фосфоритная мука на кислых почвах). Органические удобрения разбрасывают с помощью полуприцепа-разбрасывателя 1-ПТУ-4 со съёмным приспособлением РСУ-4 и низкорамного разбрасывателя РОУ-6. Для внесе-

ния извести, гипса, минеральных удобрений используют НРУ-0,5, РОУ-5,1-РМГ-5А.

Глубокое локальное внесение более эффективно. Твердые удобрения вносят в лунки, борозды, скважины и послойно. Лучший способ локального внесения – послойное размешивание удобрений на разную глубину. При внесении удобрений в жидком виде их действие значительно возрастает.

Удобрения с поливной водой применяют в орошаемых садах (мочевина, сульфат калия, аммиачная селитра). Готовят концентрированные удобрения в специальной емкости, размещенной таю оросителей. Раствор выпускают дозированной струей в воду, предназначенную для полива.

Некорневые подкормки (опрыскивание семечковых садов растворами питательных веществ) служат для стимулирования роста, предотвращения опадения завязей и формирования качественных плодов. Такой тип питания деревьев очень эффективен при подмерзании корневой системы. При хлорозе и розеточности листьев используют микроудобрения, содержащие железо и цинк. Для повышения морозоустойчивости деревьев применяют 1–2%-ный раствор сульфата или нитрата калия. Высокоэффективно опрыскивание сада мочевиной через неделю после окончания цветения в концентрации 0,3–0,5 %. Это позволяет снять конкуренцию за азот между растущими побегами и завязью. Опрыскивать сад лучше в прохладное время вечером или рано утром, расход раствора 1000–1200 л/га.

Сроки внесения удобрений в семечковых садах зависят от почвенно-климатических условий, фазы развития деревьев и вида удобрения. Основные удобрения вносят с осени, подкормки делают ранней весной, после цветения и летом. Навоз, компосты и фосфорно-калийные удобрения вносят осенью под зяблевую вспашку. В то же время запахивают сидераты. Органические удобрения вносят один раз в 3–4 года. На почвах среднего и тяжелого механического состава фосфорные и калийные удобрения можно вносить также с интервалом в 2–3 года.

Повышенная потребность деревьев в азоте наблюдается весной, когда образуется большая масса вегетативных органов и идет интенсивный рост корней. Поэтому первый срок внесения азота – под первое весеннее рыхление почвы.

В садах часто применяют комбинированный способ внесения азота: основную дозу вносят весной до цветения, а через неделю после окон-

чания цветения проводят внекорневую подкормку мочевиной (0,3–0,5 %). Обычно подкормки приурочивают к наиболее ответственным фенофазам (активный рост побегов, дифференциация почек, усиленный рост плодов). Число подкормок различно. В северной и средней зонах плодоводства применяют 1–2 подкормки. В южной зоне число подкормок увеличивают до четырех.

Первые две подкормки проводят в ранее указанные сроки, третью – в фазу усиленного роста плодов (июль, август), четвертую – за 1,5 месяца до начала листопада или после съема плодов.

Во время первой подкормки используют быстродействующие азотные удобрения. Во вторую – применяют полное минеральное удобрение, если рост деревьев ослаблен и ожидается высокий урожай. При каждой подкормке вносят 1/3 основной дозы минеральных туков.

## **Тема 15. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПЛОДНОШЕНИЯ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ**

### **15.1. Морфологические особенности строения плодового дерева**

«Плодовое дерево» – особая жизненная форма, представляющая переходную форму между деревьями и кустарниками. В жизненном цикле (онтогенезе) у плодового дерева рано теряется преобладание ствола над боковыми ветвями, поэтому крона формируется вблизи поверхности почвы. У большинства пород главная ось не выделяется среди мощных боковых ветвей. Такая жизненная форма обусловлена эволюционными процессами и связана с тем, плодовые деревья являлись породами второго яруса в лесу и формировались у границ лесной растительности. Кроме того, в результате непосредственного вмешательства человека, стремящегося порой направлено изменить жизненную форму, разнообразие внешней формы (габитуса) значительно. Влияют так же и условия выращивания, природно-климатические условия.

*Строение плодового дерева.*

Наземная часть плодового дерева (рис. 15.1) состоит из большого числа по размеру, возрасту и назначению ветвей, составляющих в совокупности крону.



Рис. 15.1. Надземная часть плодового дерева:

1 – корневая шейка; 2 – штамб; 3 – центральный проводник (лидер); 4 – ветвь продолжения центрального проводника; 5 – основные ветви первого порядка; 6 – ветви второго порядка; 7 – третий порядок ветвления; 8 – ветви продолжения основных ветвей; 9 – обрастающие ветви;  $a$  – угол наклона;  $b$  – угол подъема

Плодовое дерево *имеет три* основных вегетативных органа *корень, стембель и лист* и 1 *генеративный* (репродуктивный) – *цветок*.

Все остальные части растения ветви, почки, цветки, корневища, колючки являются видоизменениями основных органов и называются *образованиями*. Само дерево состоит из двух крупных частей: подземной, или корневой системы и надземной, или кроны.

Почка – это зачаточный побег (рис. 15.2), находящийся в состоянии покоя (если почка вегетативная).



Рис. 15.2. Почка, ее виды, строение

Зачаточный побег покрыт видоизмененными листьями – почечными чешуями. При опадении чешуй (когда начинает расти зачаточный побег) остаются следы в месте их прикрепления. Поскольку они расположены очень близко, то формируется так называемое внешнее годовое кольцо, по которым можно подсчитать возраст растения, так как кольца формируются на границе ежегодных приростов.

Классификация почек:

1. Вегетативные: а) листовые, б) ростовые.

2. Генеративные (репродуктивные): а) смешанные, б) простые.

Кроме того, почки могут быть: а) *нормальные*, б) *спящие* (*погруженные*). Еще могут быть почки *придаточные*, которые возникают в наплывах тканей (каллюса).

Почки характеризуются *скороспелостью* и *позднеспелостью*.

На узле побега почки могут располагаться *одиночно* или *группами*. Групповое расположение почек может быть вертикально-рядовое (*серияльное*), например, у малины, ежевики и горизонтально-рядовое (*коллатеральное*), например, у абрикоса, алычи.

*Цветок* – орган семенного (полового) размножения. Его основными органами являются *тычинки* и *пестик*.

Тычинка состоит из нити и пыльцевого мешка.

Пестик состоит из рыльца, столбика и завязи. В завязи находятся семязпочки. Завязь может быть *одногнездная* (косточковые) или *многogneздная* (семечковые, смородина, крыжовник). После оплодотворения семязпочки превращаются в зиготу, клетки которой начинают делиться

и формируют семя. Одновременно могут делиться окружающие зиготу клетки. Из них формируется плод.

Цветки могут быть:

- 1) обоеполые;
- 2) функционально женские;
- 3) функционально мужские.

Пыльца может оплодотворять пестик в пределах одного цветка или в пределах одного вида (сорта). Способные к такому опылению растения называются *самоплодными*. Растения, которые не завязывают плодов при опылении близкородственной пыльцой называются *самостерильные* (самобесплодные) или перекрестноопыляемые растения (сорта).

Если мужские и женские органы (пестики и тычинки нормально развиты и находятся в одном цветке или в разных (мужских и женских цветках), но на одном дереве – такие растения называются *однодомными*. Если пестичные цветки находятся на одном растении, а тычиночные цветки на другом, то такие растения называются *двудомными*. Среди плодово-ягодных растений встречаются *гермафродитные* растения, которые могут менять пол в зависимости от складывающихся погодных условий (лимонник китайский).

Перекрестноопыляемые растения могут опыляться:

- 1) ветром – *анемофильные* растения (виноград);
- 2) насекомыми – *энтомофильные* растения (большинство плодово-ягодных пород).

Из почки вырастает побег.

*Побег – это облиственное стеблевое новообразование, как правило, одного порядка ветвления, сформировавшееся в течение текущего вегетационного периода.*

Побег без листьев называется *приростом текущего года*, а в следующем году до распускания почек, он называется *приростом прошлого года*. В безлиственном состоянии побег можно называть годичной (однолетней) ветвью. После распускания почек прирост прошлого года называется *двухлетней ветвью*, а в последующем трех-, четырехлетней (и т. д.) ветвью.

**Генеративные образования.** К генеративным образованиям относятся ветви, наиболее приспособленные и наиболее склонные к формированию генеративных почек (рис. 15.3). Определенную категорию ветвей относят к генеративным, хотя на них может и не быть цветковых почек. Это плодовые прутики, копыца, кольчатки.



Рис. 15.3. Генеративные образования у плодовых деревьев:  
 1 – копыце с ростовой верхушечной почкой; 2 – копыце с цветковой верхушечной почкой; 3 – плодовой прутик; 4 – кольчатка с ростовой верхушечной почкой; 5 – плодушка; 6 – кольчатка с цветковой почкой; 7 – плодовая сумка; 8 – сложная плодовая, или смешанная, обрастающая ветвь; 9 – сложная кольчатка; 10 – простая многолетняя кольчатка

*Плодовый прутик* – тонкая, часто изогнутая книзу однолетняя ветвь длиной 15–25 см. Верхушечная почка может быть вегетативной или генеративной, боковые обычно бывают вегетативными, но слабее развиты, чем на побегах ростового типа, размещены сближенно.

*Копьецо* – прямая, заметно суживающаяся к верхушке однолетняя ветвь длиной 5–15 см. От несущей ветви обычно отходит под прямым углом. Верхушечная почка вегетативная или генеративная. По размещению и степени развития боковые почки такие же, как и у плодового прутика.

*Кольчатка* – укороченная ветвь длиной 0,3–3,0 см с недоразвитыми боковыми почками. Отходит от ветви обычно под прямым углом. У кольчатки хорошо сформированной бывает только верхушечная почка, которая может быть как генеративной, так и вегетативной. У слабых кольчаток с небольшим числом листьев и у тех, которые находятся в условиях плохого освещения, верхушечная почка обычно бывает вегетативной. Такие кольчатки могут в течение ряда лет удлиняться, но не плодоносить.

## 15.2. Онтогенез плодовых растений (большой цикл развития)

В жизни плодового растения выделяют большой (онтогенез) и малый цикл развития.

Онтогенез – индивидуальное развитие организма растения от момента его зарождения до естественной гибели.

Филогенез – историческое развитие вида в эволюции. В онтогенезе различают процессы роста и развития организма.

Рост – процесс формирования новых элементов структуры растения и увеличения его размеров за счет деления клеток (количественные изменения).

Развитие – процесс качественных изменений в организме растения, обусловленный прохождением жизненного цикла (качественные изменения).

В онтогенезе плодового растения выделяют этапы или периоды, на каждом из которых растение имеет качественные признаки и различия, характерные для данного этапа.

И. В. Мичурин в онтогенезе плодовых растений выделил четыре этапа:

– **эмбриональный** – с момента оплодотворения и образования зиготы до появления у сеянца первых настоящих листьев;

– **юношеский** – от первых настоящих листьев до 3–5 лет плодоношения. В эмбриональный и юношеский этапы гибридные сеянцы обладают высокой пластичностью и склонностью приспосабливаться к новым условиям жизни. На юношеском этапе у сеянцев нередко появляются признаки диких предков (мелкие листья, мелкие кислые плоды, наличие колючек), которые у гибридных сеянцев, обладающих хорошей наследственностью, к концу юношеского этапа исчезают;

– **продуктивный**, или этап возмужалости, наступает после 3–5 лет плодоношения сеянца. На этом этапе сеянцы снижают пластичность, устойчиво сохраняют свои признаки и свойства, и плодовые размножают хозяйственно ценные особи (клоны) вегетативным способом. У плодовых растений возможны два типа онтогенеза в связи с вегетативным и семенным способами размножения. При вегетативном размножении черенками или почкой, взятыми из кроны дерева и привитые на молодые сеянцевые подвои, возрастные различия в определенной мере сохраняются. Привитые сеянцы в зависимости от генетических особенностей сорта плодоносят уже на 3–5 год и ювенильных признаков у них не бывает. При семенном размножении тех же сортов сеянцы проходят ювенильный (юношеский) этап развития и первое плодоношение наблюдается позже, в возрасте 8–10 лет. Понятие сорт и клон в плодоводстве почти идентичны, если не учитывать, что и при вегетативном размножении возможны генетические отклонения (мутации). Сорт – отобранный по хозяйственно ценным признакам сеянец. Клон – это вегетативное потомство сорта;

– **этап старости** характеризуется затуханием роста и началом отмирания ветвей. Завершается этап старости усыханием ветвей и всего растения.

В дальнейшем теорию ступенчатого развития плодовых растений развил П. Г. Шитт. В основу определения возраста плодовых растений он положил соотношение процессов роста и плодоношения. П. Г. Шитт разделил онтогенез плодовых растений на 9 возрастных периодов, определив для каждого из этих периодов задачи агротехники, как средство воздействия на окружающую среду и само растение для получения ранних, регулярных и высоких урожаев плодов.

**1. Период роста** – от прививки до первого плодоношения – характеризуется усиленным поступательным ростом надземной и корневой систем, возможен затяжной рост побегов до наступления морозов. Продолжительность у вишни, сливы, черешни – 2–5 лет; у яблони и груши – 3–6 лет в зависимости от подвоя и сорта.

*Особенности агротехники:*

1) создание условий для роста корневой и надземной систем: глубокая предпосадочная обработка почвы с заделкой удобрений; рыхление почвы, удобрение и поливы в первую половину вегетации;

2) формирование листового аппарата: формировка кроны с минимальным применением обрезки; защита от вредителей и болезней.

**2. Период роста и плодоношения** – от первого плодоношения до наступления регулярных, устойчивых урожаев.

Характеризуется продолжающимся сильным поступательным ростом и появлением генеративных обрастающих ветвей.

Продолжительность у косточковых 2–3 года, у семечковых 3–5 лет.

*Особенности агротехники:*

1) увеличение доз удобрений в связи с увеличением выноса элементов питания растениями.

2) окончание формировки кроны в соответствии с выбранным типом и ограничение роста кроны в высоту путем удаления верхней части центрального проводника.

3) стимулирование плодоношения применением сходящей обрезки.

**3. Период плодоношения и роста** – от наступления регулярного плодоношения до наивысших урожаев данных деревьев.

Характеризуется уменьшением длины годичных приростов и увеличением количества обрастающих генеративных веток. К концу периода начинается отмирание отдельных обрастающих веток. Продолжительность у косточковых 3–5 лет, у семечковых 5–10 лет. Это наиболее продуктивный и хозяйственно ценный период жизни растений.

*Особенности агротехники:*

1) приемами обрезки, нормирование урожая и системой удобрения стараются удлинить этот период и не допустить периодичности плодоношения;

2) обрезкой поддерживают крону в оптимальных параметрах, не допуская ее загущения и стимулируя образование новых вегетативных и генеративных приростов.

**4. Период полного плодоношения** – период максимальных урожаев.

Характеризуется: ослаблением и прекращением роста, образованием очень большого числа генеративных веток, отмиранием обрастающих и полускелетных ветвей, снижением качества продукции, периодичностью плодоношения.

Продолжительность у косточковых 4–6 лет, у семечковых 8–12 лет (очень зависит от условий агротехники).

*Особенности агротехники:*

1) омолаживающая обрезка в сочетании с внесением высоких доз удобрений и рыхлением почвы.

2) нормирование плодоношения путем прореживания обрастающих веток, цветков и плодов.

**5. Период плодоношения и усыхания** – плодоношение продолжается, но качество продукции резко ухудшается.

Характеризуется полным прекращением поступательного роста ветвей, усыханием обрастающих и части скелетных ветвей. Продолжительность у косточковых 2–3 года, у семечковых 3–5 лет.

*Особенности агротехники:*

1) омолаживающая обрезка кроны на 3–4-летнюю древесину;

2) поддержание оптимального режима питания и водообеспечения (внесение органических и минеральных удобрений, вспашка междурядий).

В пятом периоде сад подлежит раскорчевке в связи с экономической нецелесообразностью его эксплуатации.

**6. Период усыхания, плодоношения и роста.**

Характеризуется снижением урожайности, усыханием полускелетных ветвей, появлением жировых побегов.

Продолжительность у косточковых 2–3 года, у семечковых 3–5 лет.

**7. Период усыхания роста и плодоношения.**

Характеризуется усыханием скелетных ветвей, появлением большого числа жировых побегов, урожаи и качество плодов низкие. Продолжительность у косточковых 2–3 года, у семечковых 3–5 лет.

**8. Период усыхания и роста.**

Характеризуется почти полным прекращением плодоношения, массовым отмиранием старых частей кроны, ростом жировых побегов.

Продолжительность у косточковых 2–3 года, у семечковых 3–5 лет.

**9. Период роста.**

Характеризуется гибелью наземной системы и появлением поросли из корней. Продолжительность у косточковых 1–2 года, у семечковых 2–3 года. Таким образом, эксплуатационный период может составлять: у косточковых 11–17 лет, у семечковых 20–30 лет, продолжительность жизни соответственно 20–30 и 35–55 лет.

## 15.2. Фенологические фазы вегетации и покоя (малый цикл развития)

В годичном ритме растений умеренного климата наблюдаются два периода: вегетации и покоя. На продолжительность каждого из этих периодов оказывают влияние: климатические условия, возраст растений, физиологическое состояние, агротехнические мероприятия.

Периоды разделяются на фенологические фазы (фенофазы) – ежегодно повторяющиеся явления в годовом цикле развития растения. При переходе растения из одной фенофазы в другую у растения наблюдаются морфологические, анатомические, физиологические и биохимические изменения. Важно знать последовательность и продолжительность прохождения фенофаз, морфологические признаки фенофаз, физиологическое состояние растений в ту или иную фазу. Эти знания позволяют правильно планировать агротехнические мероприятия по уходу за садом.

### **Фенофаза «начало вегетации».**

Наступает с набуханием почек и раздвижением почечных чешуй. У яблони это процесс начинается при среднесуточной температуре воздуха +5 °С. Эта температура принята за биологический 0.

У большинства культур первыми начинают распускаться генеративные, а затем вегетативные почки.

#### *Агротехнические мероприятия:*

1. Искореняющее опрыскивание сада против комплекса вредителей и болезней.
2. Внесение фосфорных, калийных и органических удобрений, если они не были внесены с осени.
3. Заканчивают обрезку деревьев.
4. Закрытие влаги (т. е. культивация или боронование).

### **Фенофаза «зеленый конус».**

Из раскрывающейся почки выдвигается конус нераскрывшихся листьев. Начало этой фенофазы отмечают по «мышинному ушку», когда на раскрывающейся почке открываются 1–2 чешуи, и они принимают положения под углом 45–50.

В это время происходит массовое расселение вредителей и инфицирование болезнями молодых листочков.

#### *Агротехнические мероприятия:*

1. Химическая обработка комплексом пестицидов (инсектицид + фунгицид).

2. Внесение почвенных гербицидов.
3. В конце фенофазы первая подкормка азотными или комплексными удобрениями.
4. Рыхление почвы с целью создания благоприятных условий для роста корней.

#### **Фенофаза «начало цветения».**

Началом фенофазы считают дату, когда распустилось 10 % цветков. На срок распускания цветковых почек оказывают влияние: температура и влажность воздуха; сорт; подвой; агротехника.

Первыми зацветают косточковые породы (алыча, слива, черешня, вишня). В это же время зацветают жимолость, смородина, крыжовник, затем – груша, яблоня. К поздноцветущим породам относятся земляника, малина, виноград. Оптимальная температура для цветения: груши – 15...18 °С; яблони – 18...20 °С; алычи – 10...15 °С; сливы, абрикоса – 15...18 °С.

Влияние неблагоприятных климатических условий во время цветения:

1. Низкие температуры воздуха в период цветения приводят к удлинению сроков цветения, в результате увеличивается повреждение заморозками, вредителями и болезнями. Ослабляется выделение нектара и снижается активность насекомых-опылителей.
2. Понижение влажности воздуха до 20–30 % приводит к высыханию рыльца пестика, что препятствует прорастанию пыльцы.
3. Повышение влажности воздуха выше 80 % вызывает развитие монилиоза, утяжеляются пыльцевые зерна, что препятствует их переносу насекомыми и ветром.

Ветер более 5–7 м/с препятствует лету насекомых-опылителей.

*Агротехнические мероприятия:*

1. Вывоз пчел в сад.
2. При отсутствии ветра искусственное доопыление (перемешивание воздуха вентиляторами не запрограммированными опрыскивателями и вертолетами).
3. Защита сада от заморозков (дымление, полив почвы, мелкодисперсное опрыскивание, перемешивание воздуха).
4. Обработка сада микроудобрениями, особенно бором.

#### **Фенофаза «окончание цветения».**

Окончанием цветения считается фаза, когда 90 % цветков отцвело. В это время активизируются вредители завязи (сливовый, вишневый пилильщики), расселяется тля, клещи. Растения особенно нуждаются во влаге и питании.

*Агротехнические мероприятия:*

1. Вывоз пчел из сада.
2. Химическое нормирование урожая.
3. При необходимости полив почвы.
4. Опрыскивание фунгицидами и инсектицидами.

**Фенофаза «рост побегов».**

Начинается с прорастания вегетативных почек и заканчивается образованием верхушечной почки на побеге. Продолжительность фенофазы в условиях Беларуси – 60–80 дней. Она делится на три этапа:

1. Начальный рост.
2. Усиленный рост.
3. Затухающий рост.

На первом этапе растение использует запас питательных веществ, накопленный с осени.

На этапе усиленного роста идет интенсивное листообразование (формируется 80–90 % листового аппарата). В период затухающего роста в побегах накапливается запас питательных веществ, необходимый для перезимовки, происходит вызревание тканей.

В результате физиологических процессов, происходящих в эти три периода роста побегов, в пазухах листьев формируется разнокачественные почки. На первом этапе из-за недостатка питательных веществ формируется плохо развитые мелкие почки (в нижней части побега).

На втором этапе процессы фотосинтеза идут интенсивно и формируются полноценные почки. На третьем этапе идет интенсивный отток питательных веществ в более старые ткани (многолетние ветки, корни), а также для формирования урожая, поэтому в верхней части побега почки тоже слаборазвиты. При недостатке влаги, азотном голодании верхушечная почка закладывается преждевременно. Затем, если пройдут дожди или проводится подкормка, верхушечная почка может тронуться в рост и сформировать побег второй волны роста, который обычно имеет недоразвитые почки и плохо вызревшую древесину. На границе вторичного прироста закладывается ложное внешнее годичное кольцо. Явление вторичного роста часто случается у алычи, абрикоса, персика, иногда у яблони и груши. В связи с разнокачественностью почек для прививки используют только среднюю часть побега.

*Агротехнические мероприятия:*

1. Для продления этапа активного роста:

- вносят азотные удобрения;
- проводят поливы
- защищают листовую аппарат от повреждения вредителями и болезнями.

2. Для стимуляции закладки плодовой древесины и улучшения светового режима кроны проводят летнюю обрезку (лореттование).

3. Для сокращения этапа затухающего роста и лучшего вызревания побегов проводят пикировку побегов, во вторую половину лета не проводят подкормки, поливы и рыхление.

#### **Фенофаза «формирование плодов».**

Начинается с формирования зиготы и заканчивается созреванием семян. После оплодотворения начинают формироваться семена, затем околоплодник. На начальном этапе много завязи опадает. Это вызвано повреждением вредителями, дефектами опыления, недостатком воды и питательных веществ. Большинство пород и сортов закладывают цветковые почки с большим запасом. У яблони и груши только 6–9 % цветков формируют плоды, у косточковых пород – до 20–25 %. Сбрасывая лишние цветки и завязи, деревья теряют много питательных веществ.

Опадение завязи обычно происходит в три волны:

1-я волна наступает сразу после цветения и вызвана осыпание неоплодотворенных цветков и завязей. Основной причиной является недостаток ауксина в интенсивно делящихся клетках зиготы. Ауксин синтезируется в зародышах семян. Если семян в завязи формируется мало, то ауксина синтезируется недостаточно и завязи осыпаются.

2-я волна наступает через 1–2 недели после цветения и продолжается 12–15 дней. Осыпаются завязи с аномальным развитием, вызванным оплодотворением неполноценной пылью и неполным опылением всех семязачек.

3-я волна проходит в июне (июньское осыпание). Осыпается полноценная завязь из-за недостатка питания и влаги. В первую очередь в это время осыпание завязей происходит вследствие недостатка азота. Недостаток азота и воды приводит к снижению синтеза ауксина.

*Агротехнические мероприятия:*

1. Вторая подкормка азотом и микроэлементами.
2. Химическое нормирование завязи.
3. Поливы.
4. Борьба с вредителями и болезнями (парша, плодовая гниль).

### **Фенофаза «дифференциация плодовых почек».**

На этапе затухающего роста побегов и закладки верхушечной почки в некоторых почках начинают формироваться зачатки цветков, т. е. проходит дифференциация (превращение) их в плодовые. Для успешного прохождения фазы дифференциации почек растение должно накопить достаточно сахаров, белков, азота и фосфора.

У косточковых пород дифференциация почек начинается в первой половине июня, а у семечковых – в конце июня – начале июля. По типу дифференциации почек плодовых и ягодные растения подразделяются на три группы:

1-я группа с *летне-осенним* типом дифференциации. В эту группу входят семечковые и косточковые породы, у которых почки начинают дифференцироваться в первой половине лета и формирование органов цветка продолжается до осени, а заканчивается непосредственно перед цветением весной следующего года;

2-я группа имеет *весенний* тип дифференциации. Он характерен для малины, грецкого ореха, хурмы. Плодовые почки формируются одновременно с ростом побега, т. е., с ранней весны, и зацветают в конце весны – начале лета;

3-й тип дифференциации – *комбинированный*. Такой тип дифференциации имеют ремонтантные сорта, которые за вегетацию дают два урожая или имеют растянутый период плодоношения с середины лета и вплоть до осенних заморозков. Ремонтантные сорта имеют земляника, малина, инжир, груша. У этих пород первый урожай формируется из почек, которые дифференцируются во второй половине предшествующего плодоношения лета, (летнее – осенний тип) или весной (весенний тип), а осенний урожай формируется из почек, дифференцировавшихся в первой половине текущего лета (ранний летнее – осенний тип).

### **Фенофаза «листопад».**

Эта фенофаза наступает при снижении температуры воздуха ниже 15 °С, сокращении светового дня и наступлении осенних заморозков. Первыми начинают осыпаться листья с коротких обрастающих веточек, затем с ростовых побегов. Плодоносящие деревья теряют листья раньше, чем молодые. Сорта, интродуцированные из районов с более благоприятным климатом, часто остаются с листьями даже после наступления устойчивых холодов. По такому состоянию деревьев интродуцированных сортов можно косвенно судить об их приспособленности к местным климатическим условиям. Перед опадением листьев

происходит отток части содержащегося в них азота, фосфора и калия в ветви, где питательные вещества откладываются в запас. После этого между черешком листа и листовой подушкой формируется пробковая ткань и лист опадает.

В период листопада происходит сильный рост всасывающих корней. С целью обеспечения условий для роста корней в этот период проводят рыхление почвы и подкормки.

Предварительный покой характеризуется прекращением роста побегов до начала листопада. Это состояние растений, когда с наступлением благоприятных условий среды почки могут тронуться в рост в тот же период вегетации.

Период глубокого покоя наступает при снижении температуры воздуха ниже 0 °С. В это время у растений затухают дыхательные процессы, повышается концентрация клеточного сока в результате накопления углеводов. Повышается водоудерживающая способность тканей.

Период вынужденного покоя наступает после глубокого покоя (у большинства наших плодовых растений – в начале второй половины зимы) и обусловлен низкой температурой. Он может быть нарушен в результате зимних оттепелей. Продолжительность покоя определяет зимостойкость растений (чем продолжительнее покой, тем более зимостойки растения), а его глубину – морозоустойчивость. На продолжительность и глубину покоя оказывают влияние следующие факторы: обеспеченность элементами питания в летне-осенний период; количество осадков в предшествующий покою вегетационный период; температурный режим в период вегетации; урожайность.

Вынужденный покой можно искусственно продлить притенением, ранневесенние поливы, мульчируя мерзлую почву рыхлыми органическими материалами.

### **15.3. Основные закономерности роста и развития**

Для всех древесных форм плодовых и ягодных растений присущи общие закономерности роста и развития:

1. Пробудимость почек – это свойство почек пробуждаться весной при новом поступательном росте побега. Например, косточковые породы обладают высокой пробудимостью почек, семечковые – меньшей, у них значительная часть почек на побегах может оставаться спящими. Спящие почки могут прорасти спустя несколько лет после их формирования в связи с нанесением дереву ран или старения дерева.

2. Скороспелость почек – это свойство почек не только успеть развиться на листоносном побеге, но в этом же вегетационном периоде превратиться в летний побег. Такие свойства имеют почки вишни, сливы, абрикоса, миндаля и персика.

3. Позднеспелость – свойство почек давать однолетний побег только в следующий после закладки вегетационный период. Такие позднеспелые почки имеют большинство сортов яблони и груши.

4. Разнокачественность почек на побеге свойственна всем плодовым и ягодным породам. Почки отличаются по степени их морфологической обособленности, по размерам, форме и другим признакам. На побегах семечковых и косточковых пород почки, расположенный в средней части побега – самые крупные, хорошо морфологически обособлены, хорошо вызревшие, в верхней и нижней части побега почки мелкие, менее обособлены морфологически; в верхней части побега почки плохо вызревшие.

Тем не менее, из почек, расположенных в верхней части побега, всегда образуются наиболее сильные приросты, а почки в нижней части побега часто остаются спящими. Это связано с так называемым свойством апикального доминирования.

При удалении верхушечной почки свойство апикального доминирования переходит к самой верхней. Апикальное доминирование ослабляется при увеличении угла отхождения, общей длины ветви и ее возраста. Апикальное доминирование объясняет концентрацией стимуляторов роста (ауксинов) в верхней части побега или ветви, а ингибиторов (веществ, подавляющих рост) в нижней части. Эта закономерность используется для управления ростом деревьев при формировании и обрезке.

5. Побегообразовательная способность – способность плодовых пород и сортов образовывать из пробудившихся почек побеги ростового типа. Если это способность невелика, то образуются укороченные побеги типа плодовых образований. Разные породы и сорта одной и той породы различаются по пробудимости почек и побегообразовательной способности. От сочетания этих свойств зависит габитус (внешний вид) кроны. При сильных пробудимости и побегообразовательной способности крона очень загущенная; при слабой пробудимости и сильной побегообразовательной способности крона редкая с длинными пониклыми ветвями.

6. Побеговосстановительная способность – свойство плодовых пород развивать побеги на более старых и оголенных ветвях из спящих почек. Обусловлено утратой верхними частями ветвей способности к

росту вследствие их старения, подмерзания или механических повреждений. Используется при омолаживающей обрезке деревьев.

7. Ярусность – свойство ежегодно образовывать наиболее длинные побеги в верхней части однолетней ветви и сохранять почки спящими в нижней части. Ярусность неодинаково выражена у разных пород и сортов и очень сильно зависит от возраста. У молодых растений выражена сильнее и особенно сильно – на проводнике. Учитывается при выборе типа кроны.

8. Морфологический параллелизм – относительное сходство в размещении и росте односеменных и одновозрастных ярусов и ветвей при условии нахождения их в примерно одинаковых условиях. Так, основные ветви нижнего яруса, находясь в одинаковых условиях, относительно одинаково развиты по длине, толщине, силе роста, степени ветвления и имеют примерно одинаковое количество почек.

Используется при формировании и обрезке.

9. Влияние угла отхождения на рост и плодоношение ветви. При более остром угле отхождения ветвь сильнее растет, позже вступает в плодоношение и слабее крепится к несущей ветви и стволу. И наоборот, при более тупом угле отхождения ветвь слабее растет раньше вступает в плодоношение и прочнее крепится. Является также закономерностью, что верхние побеги по несущей ветви (стволу) отходят, как правило, под более острым углом чем нижние. Этим обусловлено формирование конкурента центрального проводника.

10. Циклическая смена (самоизреживание) ветвей заключается в том, что с возрастом у плодовых деревьев начинают отмирать ветви. Первыми отмирают обрастающие ветви, как менее долговечные (продолжительность жизни обрастающих веток у яблони и груши – 8–12 лет, у сливы, абрикоса, персика – 2–4 года). Причем обрастающие ветви отмирают в том же порядке, в каком они формировались, т. е. от центра к периферии. С возрастом большая часть обрастающих ветвей на скелетных ветвях кроны отмирает, что приводит к пробуждению спящих почек в глубине кроны и росту новых ветвей из волчковых побегов. Обычно часть скелетных ветвей выше места образования волчковых побегов усыхает, а ветви, образовавшиеся из волчковых побегов, постепенно покрываются обрастающими ветками.

В результате циклической смены сменяются сначала мелкие обрастающие ветви, затем крупные, что позволяет кроне, пополняться молодыми ветвями и сохранять дереву способность к плодоношению длительное время. Используют при регулирующей и омолаживающей обрезках.

## Тема 16. ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРЕЗКА ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

### 16.1. Биологическое обоснование обрезки

Обрезка плодовых деревьев является одним из основных агротехнических приемов в создании интенсивных насаждений. Задачи формирования кроны зависят от выбранного типа сада и меняются с возрастом насаждений. Основными факторами, влияющими на выбор системы обрезки в плодовых яблоневых садах, являются биологические особенности сортов, погодные условия, тип крон, возраст насаждений и их состояние, нагрузка деревьев генеративными почками. Для ускорения вступления деревьев в товарное плодоношение и сокращения срока окупаемости производственных затрат для садов на полукарликовых и среднерослых подвоях рекомендуется формировать улучшенную ярусную и модифицированную улучшенную ярусную кроны с увеличенным количеством основных ветвей в нижнем комбинированном ярусе (до 4–5 ветвей).

Правильная обрезка плодовых деревьев улучшает освещенность листьев и усиливает их фотосинтез. Дерево обильнее снабжается продуктами фотосинтеза, а также влагой и элементами минерального питания, поэтому лучше растет и плодоносит, дает более крупные плоды. Устойчивее к водоотдаче, чем старые.

*Обрезка* – полное или частичное удаление какого-либо органа в надземной или подземной системах плодового дерева. Во всем комплексе агротехнических мероприятий по уходу за садом обрезка является одним из наиболее активных приемов непосредственного воздействия на плодовое дерево и в тоже время обрезка – это всего лишь один из приемов, который используется для формирования кроны. Границы между понятиями формирование и обрезка условны, потому что формирование практически всегда сопровождается обрезкой, а обрезка меняет форму кроны.

Как показывают научные исследования, правильная обрезка способствует получению более высоких урожаев плодов лучшего качества.

При обрезке следует учитывать биологические закономерности роста плодового дерева, такие, как полярность, ветвление, разнокачественность почек по длине побега, ярусное расположение ветвей и их морфологический параллелизм, пробудимость почек, побегопроизводительную и побеговосстановительную способность.

Все эти биологические закономерности действуют одновременно и оказывают значительное влияние на плодовое дерево. Для каждой плодовой породы и даже для каждого сорта присуще различное соотношение этих закономерностей. Они отличаются также в зависимости от возраста плодового дерева. Поэтому правила и особенности обрезки плодовых деревьев зависят от плодовой породы, сорта, возраста растений и применяемой в саду агротехники (удобрение, схемы посадки, тип подвоя). В разные возрастные периоды плодового дерева обрезка преследует разные цели.

*Цель обрезки после посадки саженца в сад* – восстановление соотношения (корреляции) между надземной и подземной системами. Сразу после посадки необходимо уравнивать физиологическую зависимость между надземной и подземной системами так как при выкопке саженцев из питомника часть корней остается в земле. По этой причине возникает необходимость уменьшить объем надземной системы плодового дерева. Чем больших размеров дерево пересаживается – тем сильнее его следует обрезать.

*От первого года вегетации до получения регулярных урожаев* (первый и второй возрастные периоды) цель – сформировать крону с прочным скелетом, равномерно освещенными листьями, удобную для ухода (обрезки, уборки плодов, химобработки).

*В период наивысшей продуктивности дерева* (третий – пятый возрастные периоды) – поддержание равновесия между процессами роста и плодоношения, а также улучшение светового режима кроны.

Основной задачей, которую решают при обрезке, является регулирование роста ветвей и дерева в целом таким образом, чтобы дерево обеспечивало высокий урожай качественных плодов максимально длительное время. В разные возрастные периоды эта общая задача решается при помощи конкретных видов, приемов и способов обрезки.

Влияние обрезки на крону дерева проявляется в следующем:

- обрезка способствует перемещению питательных веществ в нужном плодovоду направлении и образованию новых приростов в нужных точках. Это свойство основано на том, что питательные вещества обычно направляются к месту ранений;

- обрезкой регулируют силу приростов в кроне дерева, от которой, как известно, зависит величина урожаев и зимостойкость растений. При ослаблении приростов усиливают обрезку для стимулирования силы приростов;

- чем длиннее прирост, тем большая его часть у основания в следующую весну не дает ветвлений, и только немного их появится на кон-

цевой части. А это ведет к отрицательным последствиям, так как чем длиннее оголенная часть ветви, тем она тоньше и тем быстрее основная часть точек плодоношения и роста перемещается к периферии кроны;

- вегетативные почки по длине побега разнокачественные. Самые сильные приросты образуются из верхушечной почки и из почек, расположенных близко к верхушечной. Побеги, растущие из этих почек, имеют острые углы отхождения от несущей ветви. Из почек в средней части побега образуются средние по силе приросты с большими углами отхождения. Почки в нижней части побега остаются спящими. Зная эти закономерности, для формирования кроны оставляют ветви с оптимальными углами отхождения, а побеги с острыми углами отхождения путем сильного укорачивания превращают в обрастающие ветки, а еще лучше – выламывают эти побеги в самом начале их роста;

- по разным причинам (старение дерева, усиленное питание, не правильная обрезка) в кроне дерева из спящих почек могут появляться жировые побеги (волчки). Их необходимо вырезать, поскольку если их оставить, они преждевременно ослабят ветви, на которых появились. Однако в период затухания роста дерева жировые побеги оставляют для омоложения кроны, вырезая старую ветвь выше жирового побега;

- положение ветви в кроне влияет на пробудимость почек и побегообразовательную способность. На ветвях, имеющих вертикальное положение, пробуждаются только те почки, которые размещаются в верхней части ветви, при этом из них вырастают сильные побеги. При наклонном положении ветви пробудимость почек возрастает, а ростовые побеги, как и в первом случае, образуются из почек в верхней части ветви. При положении ветви, близком к горизонтальному, почки очень хорошо пробуждаются, а ростовые побеги не образуются;

- у семечковых и косточковых пород почки на побеге располагаются строго по спирали. Пройдя два круга, шестая почка располагается на одной прямой с первой. При обрезке это позволяет направлять рост будущей ветви в ту или иную сторону: внутрь кроны – если резать на внутреннюю почку, на периферию – если резать на внешнюю почку.

## **16.2. Способы, приемы и сроки обрезки**

### **Способы обрезки деревьев.**

Существует несколько способов обрезки деревьев:

1. Прореживание кроны – смысл данного вида работ состоит в удалении ветвей, которые мешают проникновению света в крону. Общий

объем кроны при этом остается неизменным, но плодоносящие ветви освещаются лучше. Так удастся продлить их срок жизни на 2–3 года.

2. Укорачивание ветвей – благодаря этому способу обрезки удастся пробудить почки и повысить интенсивность образования побегов. Целесообразность укорачивания зависит от длины годичного прироста. Если побеги выросли менее чем на 40 см, то их не укорачивают, если длина составляет от 40 до 60 см, то обрезают четвертую часть прироста, более 60 см – удаляют треть прироста. Нужно помнить, что укорачивание приводит к загущению кроны, что может ухудшить освещение плодоносящих ветвей. Поэтому такой вид обрезки рекомендован преимущественно декоративным сортам деревьев.

3. Омоложение растения – благодаря такой процедуре удастся возобновить процессы роста новых ветвей. Обрезают обычно ветви, которым более 3–4 лет, и длиной от 40 см.

#### **Правила обрезки деревьев:**

- удалять ветви следует специальным садовым инструментом: секатором, пилой либо садовым ножом. Выбранные приспособления должны быть исправными, хорошо заточенными;

- делая срез, удерживайте положение инструмента в заданной плоскости. Любые повороты, изменение угла среза чреваты повреждением коры, созданием глубоких ран, которые будут долго заживать на растении;

- учитывайте угол отхождения ветки: если сук вместе со стволом образуют острый угол, то инструмент следует держать снизу, если угол тупой, то секатор размещают сверху. Ориентиром для вас должно стать размещение острия инструмента: его располагают со стороны той ветки, которая остается на дереве;

- срезы диаметром более 3 см для лучшего заживления раны стоит замазать.

При обрезке плодовых деревьев применяют два способа:

- **укорачивание** – когда побеги и ветви уменьшают по длине;

- **прореживание (вырезка)** – когда побеги и ветви удаляют полностью.

При применении укорачивания снимается так называемое апикальное доминирование. Дело в том, что растения в отличие от других организмов способны расти отдельными локальными зонами – *меристемами*, в которых делятся клетки. Верхушечная меристема стеблей и корней называется апикальной. Таким образом, в наземной системе плодового дерева в зависимости от его возраста имеется от одной (у однолетнего саженца без боковых разветвлений) до нескольких со-

тен, тысяч (у взрослого дерева) меристематических зон, которые располагаются на вершинах годичных приростов.

В каждом растительном организме обнаруживаются вещества, выполняющие регуляторную функцию (К. Г. Холодный (1939)). Среди этих веществ выделяются *энзимы, витамины, индукторы и гормоны*.

*Энзимы* или ферменты выполняют роль катализаторов ускоряющих или замедляющих течение биохимических реакций в организме.

*Витамины* – вещества, обладающие синергическим принципом действия, усиливающим действие гормонов.

*Индукторы* возбуждают и поддерживают морфологические процессы, то есть явления, связанные с развитием в молодом растущем организме тех или иных органов и тканей.

*Гормоны* (фитогормоны) – осуществляют химическую регуляторную связь между отдельными частями плодового дерева и оказывают наиболее заметное действие на его рост и развитие.

Гормоны подразделяются на *фитогормоны – стимуляторы и ингибиторы*. Они, как правило, образуются в малых количествах в одной части растения и транспортируются в другую его часть, где вызывают специфический ростовой или формообразовательный (например, дифференциацию почек) процесс. Применяя обрезку, можно в той или иной форме регулировать передвижение фитогормонов и тем самым регулировать ростовые и формообразующие процессы.

Фитогормоны в свою очередь подразделяются на *ауксины, гибберелины, цитокинины*, а также природные вещества негормональной природы (фенолы, производные мочевины и др. вещества).

По сведениям В. И. Кефели (1984) ауксины локализируются в основном в меристеме стебля, в корнях – цитокинин и абсцизовая кислота, в листьях – гиббереллины.

*Первая группа* фитогормонов – ауксины. Концентрируясь в меристематических клетках апекса, они активизируют процесс клеточного деления притягивая к зоне меристемы питательные, гормональные и др. вещества (гибберелины и цитокинины). При движении ауксина с нисходящим током пластических веществ вниз по стеблю он как бы разбавляется, концентрация его снижается, и он начинает действовать не как стимулятор клеточного деления, а ингибитор. Клетки из фазы активного деления переходят в фазу растяжения. Это подтверждается опытами, проведенными на моделях и объектах дефицитных по ауксину (В. М. Кефели, 1984). Поэтому, под воздействием ауксинов наиболее сильные побеги вырастают в зоне, приближенной к апексу (из вершинной и близлежащих к ней пачек). Апикальное доминирование

проявляется в такой закономерности роста плодового дерева как ярусность. При удалении зоны наибольшей концентрации ауксина (например, при обрезке) апикальное доминирование снимается и это вызывает пробуждение почек, расположенных ниже удаленной части прироста и усилению роста новообразований.

Н. А. Максимов (1946) отмечал, что ростовые гормоны выполняют регулирующую роль, способствуя притоку питательных веществ к одним участкам растения и в тоже время благоприятствуют оттоку из других.

*Вторая группа* фитогормонов это гибберелины. Установлено, что они индуцируют, активизируют рост стеблей, цветение растений длиннодневных видов, вызывают прорастание семян и образование партенокарпических плодов, нарушают покой у многих растений.

*Третья группа* фитогормонов стимулирующего типа – цитокинины. Они активизируют деление клеток и прорастание семян, а также вызывают омоложение пожелтевших листьев, их позеленение и восстановление метаболической активности.

К антагонистам фитогормонов относятся вещества ингибиторного действия, прежде всего абсцизовая кислота и этилен. Абсцизовая кислота продуцируется в меристеме корня и движется по корню вверх и подавляет растяжение клеток корня. Одновременно с меристемы надземной части в корень поступают ауксины и усиливают растяжение клеток на противоположной части корня. Поэтому, при применении обрезки надземной части приостанавливается поступление в корни ауксинов и замедляется рост корней до тех пор, пока в результате регенерации не отрастут новые побеги и не восстановится апикальное доминирование. В тоже время подрезка корней приводит к подавлению синтеза ингибиторов и вызывает пробуждение боковых почек на побегах.

Однако влияние обрезки на рост и продуктивность обуславливается не только синтезом биологически активных веществ, но и перераспределением питательных веществ между меньшим количеством точек роста при прежнем объеме корневой системы. В результате крона несет больше молодых листьев, которые обладают более высокой фотосинтетической активностью и водоудерживающей способностью. Это позволяет повысить водообеспеченность тканей и более рационально использовать элементы питания.

Таким образом, плодовое дерево выступает как целостный организм и нарушение синтеза природных стимуляторов или ингибиторов (например, при подрезке) или передвижения (при кольцевании ветвей, стебля) вызывает изменение ростовых и формообразующих процессов.

### 16.3. Типы крон

Чтобы плодовые деревья стабильно и обильно плодоносили, а также для экономии места, повышения урожайности, снижения риска возникновения и распространения грибной инфекции, было придумано огромное количество типов крон. Придать дереву тот или иной вид можно: нужно правильно формировать плодовое растение. Зачастую этот процесс начинается с первых дней после посадки саженца на участок и заканчивается лишь тогда, когда дерево нужно будет раскорчевать и заменить новым.

Самые распространенные типы формировок плодовых деревьев, которые чаще всего используются в садах и на участках: *разреженно-ярусная, мутовчато-ярусная, безъярусная, комбинированная, веретеновидная, кустообразная, полуплоская, плоская.*

Целью формирования кроны является создание прочного скелета из небольшого сучьев и веток, правильно расположенных в пространстве и, следовательно, равномерно освещенных.

**Требования**, предъявляемые к кронам:

1. *Биологические*: а) соответствие естественным закономерностям роста и плодоношения деревьев; б) пригодность кроны для почвенно-климатических условий зоны; в) максимальное использование кроной основных экологических ресурсов (света, тепла, влаги).

2. *Агротехнические*: а) простота формирования; б) насыщенность кроны обрастающими ветвями; в) создание условий для удобного проведения всех работ.

3. *Инженерные*: а) в пределах междурядья должно быть свободное пространство (транспортный коридор) для прохода агрегатов; б) плотность кроны не должна препятствовать свободному проникновению препаратов при химобработке сада; в) структура кроны должна предусматривать возможность применения машин при обрезке и сбору урожая.

4. *Экономические*: а) сокращение непродуктивного периода; б) быстрое наращивание урожаев; в) ежегодное плодоношение; г) высокое качество плодов; д) низкая трудоемкость при формировании и обрезке; е) высокая производительность труда на всех работах.

**Классификация крон.**

**I. По отношению к определенному этапу развития плодового дерева:** а) *классические* – отличаются строгой регламентацией количества, вида, размерных характеристик и пространственной ориентации основных и обрастающих ветвей. характерны для так называемого формового садоводства (XVII–XIX вв.);

б) *современные* – характеризуются достаточно широкими пределами возможных отклонений от установленных для конкретного формирования. Существуют допуски в выборе средств формирования и обрезки, в сроках ее применения.

## **II. По степени вмешательства в естественный характер роста:**

а) *естественно-улучшенные* – при формировании учитываются индивидуальные особенности, роста растения и сохраняют вид, близкий к естественному (рис. 16.1, 16.2);



Рис. 16.1. Естественно-древовидная крона

б) *искусственные* – размещение ветвей, центрального проводника и ориентация их в пространстве существенно отличается от естественного. При формировании преимущественно учитывают одни закономерности роста и уделяют меньше внимания другим.

**III. По габаритам:** а) *крупногабаритные* (>4 м); б) *малогоабаритные* (не более 2,5–3,5 м); в) *карликовые* (<2,5 м).

**IV. По абрису горизонтальной проекции:** а) *округлые*; б) *уплощенные*.

**V. По абрису вертикальной проекции кроны:** а) вертикально-уплощенные; б) горизонтально-уплощенные; в) округлые; г) стланцевые.

**VI. По высоте штамба:** а) высокоштамбовые (>150 см); б) среднештамбовые (80–150 см); в) низкоштамбовые (50–80 см); г) кустовидные (<40 см); д) бесштамбовые (ветви начинаются на уровне почвы); е) кустовые (центрального проводника нет, из почвы растут несколько равноценных стеблей).

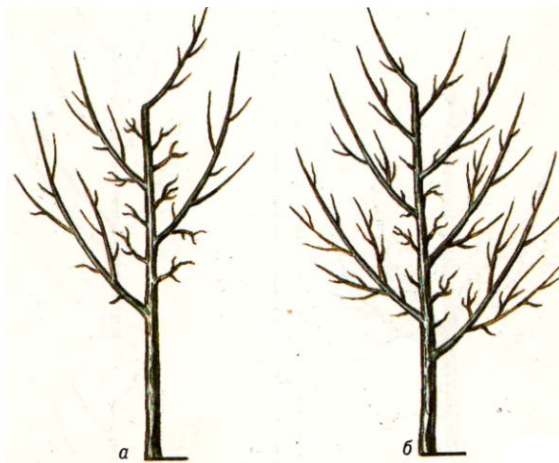


Рис. 16.2. Измененно-лидерная крона с четырьмя (а) и восемью (б) ветвями

**VII. По ориентации и виду центрального проводника:** а) вертикальный; б) зигзагообразный – центральный проводник ежегодно обрезают на конкурент, или почку, расположенную на противоположной стороне; в) наклонный – центральный проводник наклоняют к поверхности почвы в момент посадки или позднее на 15–60°; г) дугообразный – вершина отклоняется к поверхности почвы; д) горизонтальный – ориентируется по поверхности почвы или над поверхностью почвы; е) U-образный – на небольшой высоте проводник срезают и формируют два, направленные в разные стороны и дугообразно изогнутые; ж) V-образный – на небольшой высоте срезают центральный проводник и формируют два прямых, расходящихся под углом 45–90°.

**VIII. По размещению основных ветвей на центральном проводнике:** а) ярусные – в ярусе – 5 ветвей. Учитываются такие закономерности роста, как апикальное доминирование и пробудимость по-

чек, побегообразовательная способность, ярусность; б) *мутовчато-ярусные* – ярусы формируются из ветвей, выросших из смежных почек (рис. 16.3). Ветвей в ярусе-мутовке 2–5; в) *разреженно-ярусные* – между ветвями яруса (рис. 16.4) оставляют большие или меньшие расстояния (каждая последующая ветвь яруса закладывается через одну или несколько почек); г) *безъярусные* – ветви размещаются одиночно и равномерно по центральному проводнику; д) *комбинированные* – включают элементы кроны, перечисленные выше.

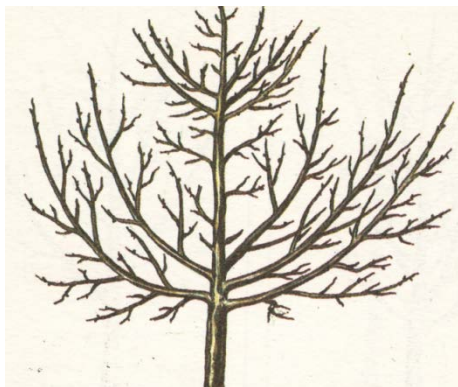


Рис. 16.3. Мутовчато-ярусная крона с пятью основными ветвями в ярусе

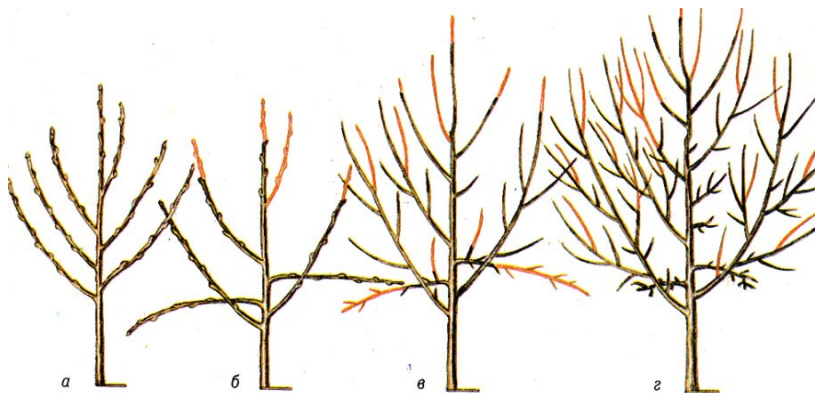


Рис. 16.4. Формирование разреженно-ярусной кроны: а – исходное растение; б – обрезка в первый год; в – обрезка на второй год; г – обрезка на третий год

**IX. По структуре и назначению ветвей в остве кроны:** а) с постоянными основными ветвями; б) с временными основными ветвями; в) без основных ветвей.

**X. По ориентации основных ветвей в пространстве:** а) с вертикальными ветвями; б) с наклонными ветвями; в) с горизонтальными ветвями; г) с пониклыми ветвями.

**XI. По числу порядков ветвления основных ветвей:** а) с одним порядком ветвления – на обрастающих ветвях только обрастающая древесина; в) с двумя порядками ветвления – ветви второго порядка (полускелетные) располагаются на определенном расстоянии друг от друга; в) с тремя и более порядками ветвления – на полускелетных ветвях второго порядка располагаются крупные полускелетные ветви третьего и последующих порядков. В современном плодоводстве такие формовки не используются.

**XII. По продолжительности цикла смены обрастающих ветвей:** а) с многолетним – обрастающие ветви сохраняются 5–8 лет и больше; б) с 3–4-летним; в) с 2-летним.

**XIII. По назначению и преимущественному использованию:** а) для промышленных насаждений – наиболее продуктивные кроны; б) для приусадебных садов – сочетают высокую продуктивность декоративностью и долговечностью; в) для оформительских целей – используются в декоративном садоводстве, ландшафтной архитектуре.

*Порядок формирования кроны.* Основные этапы формирования кроны из однолетки:

1. **Выделение зоны штамба** (для средне- и сильнорослых деревьев штамб – 50 см, для слаборослых деревьев – 30–40 см, для механизированной уборки – 70 см, для приусадебных садов, если уход за почвой осуществляется с помощью лошади – 90 см и более);

2. **Выделение зоны основных ветвей** (для итальянской косой пальметты выше зоны штамба оставляют 4 почки, т. е. 15–20 см, для мутовчато-ярусной кроны оставляют 20–30 см, для всех остальных достаточно 30–40 см).

3. **Обрезка на крону** (кронирование) (высота кронирования = высота штамба + длина зоны основных ветвей + длина шипа для подвязки центрального проводника).

4. **Закладка основных ветвей** определяют основные ветви для избранного типа кроны, им придается необходимый угол отхождения от лидера и ориентация в пространстве.

**5. Подчистка зоны штамба и шипа** – все лишние побеги выламываются (во второй половине мая – лучший вариант), прищипываются для ослабления роста (в середине мая – допустимый вариант), отклоняются в горизонтальное или пониклое положение (во второй половине лета – допустимый вариант) или вырезаются садовым ножом или секатором (весной следующего года худший вариант). К шипу центральный проводник подвязывается для усиления его роста и придания строго вертикального положения. Для формирования шипа после кронирования и пробуждения почек в верхней части однолетки первую сверху почку ослепляют, при достижении длины 15–20 см побегом, выросшим из второй от вершины почки, он подвязывается у основания к шипу шпагатом.

#### 16.4. Виды и способы обрезки

Следует различать виды, способы и технические прием обрезки.

*Способы:* укорачивание (подрезка); прореживание (вырезка).

*Виды:* формирующая; поддерживающая; омолаживающая; восстановительная; ограничительная (рис. 16.5).

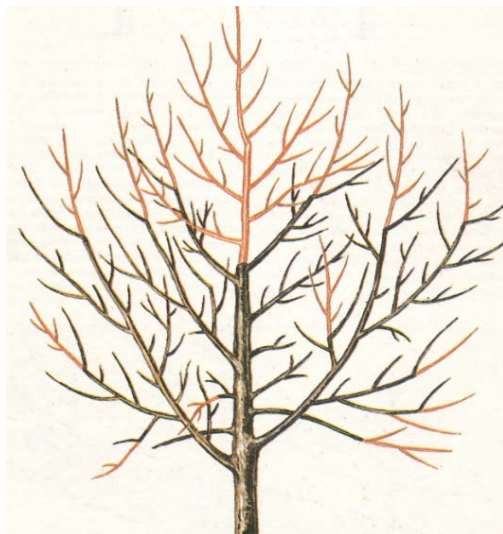


Рис. 16.5. Ограничение роста дерева в высоту

*Технические приемы* регулирования роста и плодоношения: обрезка на перевод (без защитного звена, с защитным звеном, с пеньком)\*; вырезка на кольцо\*; чеканка\*; пинцировка\*; выломка побегов и ветвей\*; ослепление почек\*; обрезка корней\*; отгибание ветвей\*\*; бороздование\*\*; кербовка\*\*; кольцевание\*\*; наложение плодового пояса\*\*; применение химических регуляторов роста\*\*.

Примечание: \* технические приемы обрезки; \*\* другие технические приемы регулирования роста и плодоношения.

### **Способы обрезки.**

*Укорачивание* различают по степени и зависимости от длины удаляемой части: слабая степень укорачивания – 1/4–1/5 длины; умеренная – 1/3 длины; сильная – удаляется 1/2–2/3 общей длины побега или ветви. Слабое укорачивание называется длинной обрезкой, сильное укорачивание называется короткой обрезкой.

*Укорачивание на многолетнюю древесину называется омолаживающей обрезкой или обрезкой на обратный, рост.* Омолаживающая обрезка на 2–3-летнюю древесину называется *слабой*, на 4–6-летнюю – *средней* и на более старую – *сильной* (глубокое омолаживание). Укорачивание чаще всего применяют для стимулирования роста. Необходимо помнить, что слишком частое сильное укорачивание ослабляет корневую систему и отодвигает сроки вступления в плодоношение. О необходимости применения укорачивания судят по *ежегодному приросту*. Нормальным считается прирост у молодых деревьев 40–50 см, у плодоносящих – 30–40 см.

*Прореживание* оказывает меньшее влияние на рост плодового дерева, но существенно влияет на степень и качество плодоношения. Прореживание обычно применяют для улучшения светового и воздушного режимов и для стимулирования плодоношения с улучшением качества плодов. В первом случае вырезают в основном крупные ветви, во втором – прореживают обрастающие веточки (кольчатки, плодушки, копыца и т. п.).

### **Виды обрезки.**

В зависимости от целей Р. П. Кудрявец выделил следующие виды обрезки:

1. *Формирующая.* **Назначение** – создание кроны с заданными параметрами (высота, ширина, количество основных ветвей, насыщенность обрастающими ветвями). **Применение** – от посадки до достижения установленных параметров, в дальнейшем для формирования отдельных ветвей

2. *Поддерживающая* (регулирующая, детальная). **Назначение** – сохранение заданных параметров (размеров, структуры и светового режима кроны). **Применение** – в течение всей жизни плодового дерева.

3. *Омоложивающая*. **Назначение** – восстановление процессов роста, возвращение дерева в состояние физиологического равновесия. **Применение** – начинают при уменьшении годовых приростов менее 15–20 см. Применяют укорачивание на перевод. Срез делают там, где прирост был не менее 25–30 см.

4. *Восстановительная*. **Назначение** – возвращение дереву способности к росту и плодоношению у запущенных деревьев, пострадавших от морозов и механических повреждений. **Применение** – при многолетнем неиспользовании обрезки, вымерзание ветвей, разломах деревьев и т. п.

5. *Ограничительная*. **Назначение** – сохранение установленных параметров. **Применение** – при увеличении габаритов кроны, более установленных для данного типа кроны и конструкции сада.

#### **Технические приемы.**

1. *Обрезка на перевод* сочетает укорачивание с прореживанием, выполняют для усиления роста ветвей, расположенных ниже места среза. В результате изменения направления роста ветви, прореживается крона или ограничиваются ее габариты, регулируется нагрузка дерева генеративными и вегетативными почками. Обрезка на перевод выполняется секаторами или садовой пилкой. Срез делается на хорошо развитое боковое ответвление, сориентированное в свободное от других ветвей пространство.

Обрезка на перевод выполняется *с защитным звеном* или с *пеньком*. Более толстые ветви ( $d > 20\text{--}30$  мм) срезаются с оставлением защитного звена. Для этого срез выполняют на 10–20 см выше нужного места над слабым ответвлением. Это предотвращает усыхание коры вблизи среза. Через год-два защитное звено срезается полностью над намеченной ранее для перевода ветвью.

Тонкие ветви на перевод срезают с небольшим пеньком (2–3 см) который вырезается непосредственно над ветвью в следующем году. Пенек предохраняет место среза от подсыхания. Так как на нем обычно появляется 2–3 ослабленных побега, питающих кору вокруг среза. Питательные вещества переключаются на оставленную для перевода ветвь, она в течение года-двух быстро утолщается, после чего пенек вырезается непосредственно над ветвью, и оставшаяся при его вырезке рана быстро зарастает.

2. *Чеканка* – укорачивание слаборастущих ветвей с целью усиления их роста. Чеканка выполняется на перевод, если обрезка проводится вручную или вслепую при использовании контурного обрезчика. При чеканке укорачивание производят на древесину не старше 2–3 лет.

3. *Пинцировка* (прищипка) выполняется секатором или вручную. При пинцировке удаляется растущая часть побега над 4–5-м настоящим листом. Пинцировка ослабляет рост сильных побегов и способствует пробуждению пазушных почек, из которых в последующем формируются плодовые образования.

4. *Выломка* побегов производится в период их активного роста. Побег выламывают в неодревесневшем состоянии, у самого основания. Выломке подлежат те побеги, которые все равно надо было бы удалить весной (волчковые, вертикально растущие, загущающие крону).

5. *Отгибание ветвей* выполняется с целью ослабления ее роста и стимулирования закладки плодовых почек, а также изменения положения в пространстве. Применяется в первоначальный период формирования кроны.

6. *Бороздование* делают для предохранения, образования разрывов при утолщении ветвей и штамба. Продольные надрезы коры на глубину до камбиальных слоев и длиной 3–7 см выполняют кончиком садового ножа. Срезы сразу же должны быть замазаны садовым варом.

7. *Ослепление почек* делают там, где возникает необходимость ограничения роста новых побегов. Эту операцию выполняют рано весной с помощью ножа или ногтей.

8. *Кербовка* – это поперечные надрезы с удалением полоски коры шириной 2–4 мм вместе с частью древесины. Кербовка над почкой или ветвью усиливает ее рост, под почкой или ветвью ослабляет, что связано с изменением направления и интенсивностью движения питательных веществ.

9. *Кольцевание*, как и кербовка, связано с перераспределением нисходящего (продукты фотосинтеза) и восходящего (раствор минеральных веществ) токов. Кольцевание выполняют весной с помощью ножа или мягкой проволоки. Кольцо может быть сплошным или в виде спирали. Раны обязательно замазывают садовым варом.

10. *Наложение плодового пояса* делают на сильно растущих, но длительное время не вступающих в плодоношение деревьях. Пояс с вырезами по краям накладывают на штамп дерева и туго перетягивают проволокой.

11. *Применение химических регуляторов роста*, оказывает влияние на фотосинтез, перемещение и распределение органических веществ между отдельными частями растения.

*Стимуляторы* усиливают рост, корнеобразование.

*Ретарданты* ослабляют рост, усиливают ветвление, ускоряют формирование плодовых почек, повышают устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, предотвращают предуборочное осыпание плодов, улучшают их окраску и продолжительность хранения.

**СРОКИ.** *Основное правило, которое должен знать агроном плодового сада: обрезка должна не устранять, а предупреждать нежелательные явления, которые могут возникнуть при несвоевременной обрезке. Поэтому если рассматривать сроки обрезки в плане онтогенеза плодового дерева, то ее начинают с первого года после посадки дерева в сад и выполнять систематически, т. е. ежегодно.*

В годовом цикле развития плодового дерева обрезка может быть: осенне-зимней; зимне-осенней; летней.

*Осенне-зимняя* проводится на зимостойких культурах, в районах с мягкой зимой, на здоровых, вступивших в плодоношение деревьях. В общем принято считать, что лучше обрезать деревья, когда они находятся в состоянии покоя и в тоже время многие авторы предостерегают от выполнения этой работы зимой, так как, по их мнению, сильные морозы могут привести к растрескиванию древесины и плохому зарастанию ран.

*Зимне-весеннюю* обрезку проводят в конце зимы, во время оттепелей и завершают до начала вегетации растений. Оптимальными считаются сроки, когда среднесуточные температуры превысили +5 °С, но почки еще не начали набухать. Порядок обрезки зависит от зимостойкости пород, их возраста и состояния деревьев. Первыми обрезают самые зимостойкие породы (яблоню, вишню), плодоносящие и здоровые деревья. В начале весны проводят обрезку менее зимостойких пород (черешни, сливы, абрикоса), молодых и ослабленных деревьев.

*Летнюю* применяют в основном на яблоне, в дополнение к зимней. При этом вырезают все длинные растущие побеги по всей поверхности кроны и волчковые побеги, находящиеся внутри. Удаляют также побеги и боковые разветвления вокруг плодов для их лучшей освещенности и для стимулирования закладки коротких обрастающих веточек генеративного типа применяют летнюю обрезку на молодых деревьях

по методу французского профессора Л. Лоретта (лореттование). Лореттование заключается в укорачивании растущих побегов до двух-трех хорошо развитых листьев. Такое укорачивание вызывает быстрое вызревание пазушных почек и их пробуждение в текущем году. Из них вырастают короткие обрастающие веточки, на которых уже в текущем году могут сформироваться генеративные почки. Иногда вместо коротких веточек появляются сильные ростовые побеги, в таком случае укорачивают уже их до двух хорошо развитых листьев. Лореттование начинают проводить в первой половине июня.

Таким образом, планируя сроки проведения обрезки необходимо учитывать организационно-экономические условия (объемы работ, наличие и квалификацию рабочей силы, применение механизации), а также породную, возрастную структуру сада и его состояние.

**Инструменты:** пилки, секаторы, садовые ножи, воздушные сучкорезы. В настоящее время в крупных садах широко применяют средства механизации, которые помогают уменьшить трудоемкость работ по обрезке сада. В качестве механизмов используются бензопилы-сучкорезы, пневмосекаторы и контурные обрезчики.

**Материалы:** садовые вары, замазки, масляная краска на натуральной олифе, полихлорвиниловые трубки и специальные скобы для крепления ветвей, шпагат.

**Техника среза.** Ветви в диаметре более 2 см вырезают пилой, меньшего диаметра садовым ножом или секатором. Срезы, сделанные пилой, рекомендуется заглаживать садовым ножом или стамеской, срезы в диаметре более 5 мм обязательно сразу же покрываются садовым варом или масляной краской. Полностью удаляемые ветви вырезаются на кольцо. При обрезке на перевод ветви в диаметре более 2 см срезают с защитным звеном, менее 2 см – с пеньком.

Укорачивание однолетнего прироста выполняют на почку. Срез должен начинаться на противоположной стороне побега на уровне с основанием почки и заканчиваться на 1–2 см выше вершины почки (угол примерно 45°).

Все работы по обрезке должны выполняться острыми, чистыми инструментами. Периодически инструменты следует дезинфицировать для предотвращения переноса вирусных заболеваний, а по окончании сезона инструменты консервируются жировой смазкой для предохранения их от окисления.

## 16.5. Возрастные и породные особенности обрезки

Обрезка в наибольшей степени оказывает влияние на усиление роста дерева. Поэтому на начальных этапах развития плодового дерева в саду, когда у дерева преобладают процессы роста над процессами плодоношения, стараются минимально применять обрезку. Тем более что усиление роста с помощью обрезки в этот возрастной период удлиняет сроки вступления в плодоношение. В дальнейшем, с вступлением дерева в плодоношение задача состоит в том, чтобы с помощью обрезки установить равновесие между процессами роста и плодоношения и максимально продлить продуктивный период. В период старения и отмирания крупных ветвей проводится санитарная и омолаживающая обрезки.

Задачи, которые ставятся с применением обрезки, как агротехнического приема, в различные возрастные периоды плодового дерева заметно отличаются. По этой причине в различные возрастные периоды применяют разные виды обрезки.

1. *Формирующая обрезка* проводится в *период роста до достижения деревом параметров*, установленных для данной конструкции кроны. Формирующая обрезка проводится с целью создания кроны с заданными параметрами и определенной плотностью многолетних и обрастающих ветвей, обеспечивающих хороший световой режим по всей глубине кроны и для стимулирования вступления в плодоношение и быстрого наращивания продуктивности.

2. *Поддерживающую* (регулирующую) обрезку начинают проводить в период формирования кроны и продолжают в течение всей жизни дерева. Цель: создать определенные параметры, структуру и световой режим кроны для достижения и поддержания наиболее выгодного соотношения между ростом и плодоношением.

3. Омолаживающую обрезку начинают проводить при уменьшении длины побегов ниже оптимальных значений. По мере старения дерева омолаживающую обрезку усиливают. Срез на перевод делают там, где годичный прирост ветви в длину составлял не менее 25–30 см. Цель этого вида обрезки заключается в восстановлении способности к росту ветвей у стареющих и старых деревьев, возвращение дереву состояния физиологического равновесия между ростом и плодоношением.

4. *Восстановительная* обрезка проводится при загущении кроны; нарушении пропорциональности развития ветвей, вымерзании части

ветвей и т. п. Цель – возвращение способности к росту и плодоношению у запущенных деревьев, а также пострадавших от неблагоприятных погодных условий, механических повреждений, от грызунов и др.

5. *Ограничительная* обрезка проводится при выходе ее габаритов за установленные параметры. Используют ручную и механизированную обрезку с помощью контурных обрезчиков. Цель – сохранение установленных параметров кроны для данной конструкции сада. Особенности обрезки породы зависят от пробудимости почек, от ее побегообразовательной способности и особенностей плодоношения.

#### ***Яблоня.***

- Для сортов ***кольчаточного типа*** плодоношения применяют слабое укорачивание побегов для стимулирования закладки кольчаток, с вступлением в плодоношение проводят прореживание переплетающихся ветвей и старых плодух.

- Для сортов, плодоносящих в основном ***на копьецах***, применяют прореживание плодовых веточек и укорачивание только побегов ростового типа.

- У сортов, плодоносящих на ***плодовых прутиках***, укорачивание однолетних побегов проводить не рекомендуется, за исключением случаев, когда необходимо нормировать урожай под урожайный год. Обрезка в основном сводится к прореживанию загущенных частей кроны и омолаживающей обрезке в случае снижения ежегодного прироста до пределов ниже оптимальных.

Необходимо помнить, что яблоня склонна к периодичному (с 2-летним циклом) плодоношению, поэтому очень важным приемом на этапе полного плодоношения является проведение детальной обрезки под урожайный год. С обязательным прореживанием генеративных обрастающих веточек. Под неурожайный год проводится санитарная обрезка и, в случае необходимости, вырезка загущающих ветвей. Укорачивание в этот год желательно не применять, так это стимулирует закладку плодовой древесины и в следующем году может привести к перегрузке дерева урожаем.

*Рекомендованные типы крон для яблони:* для садов промышленного типа на клоновых подвоях шпindelбуш и его разновидности, на сильнорослом подвое разреженно-ярусная крона, для приусадебного садоводства разреженно-ярусная и мутовчато-ярусная кроны.

***Груша*** по типу плодоношения схожа с яблоней, но несколько отличается от нее более высокой пробудимостью почек и большей силой

роста. В молодом возрасте у груши укорачиванием длинных приростов стимулируют формирование боковых побегов. С вступлением в плодоношение сдерживают рост деревьев в высоту и проводят прореживание, так как к этому времени деревья груши склонны к samozagущению.

*Рекомендованные типы крон для груши:* разреженно-ярусная, улучшенная вазообразная и шпindelбуш.

**Вишня** хорошо отзывается на обрезку только при условии хорошего роста. Она обладает более высокой пробудимостью почек по сравнению с семечковыми и поэтому требует проведения прореживающей обрезки. У сортов древовидной вишни применяют укорачивание сильных побегов (более 50–60 см) для образования боковых побегов, в ином случае из боковых вегетативных почек формируются только недолговечные букетные веточки. У сортов кустовидной вишни обрезка направлена на стимулирование хорошего ежегодного прироста так как ее урожай прямо зависит от длины побегов.

*Рекомендованные типы крон для вишни:* малогабаритная разреженно-ярусная, для слаборослых сортов – кустовидная.

**Слива.** В первые годы укорачивают сильные побеги, которых у сливы формируется как правило много. Это вызывает пробуждение боковых почек и закладку обрастающих веточек типа шпорец. В дальнейшем при снижении прироста до 20–25 см проводят легкую омолаживающую обрезку и по мере необходимости прореживание.

*Рекомендованные типы крон для сливы:* малогабаритная разреженно-ярусная и улучшенную вазообразную

**Алыча.** Характеризуется сильным ветвлением, поэтому укорачивание применяется только в два первых года. Основной способ обрезки – вырезка ветвей полностью или на перевод.

*Рекомендованные типы крон для алычи:* улучшенная вазообразная.

Обрезка является одним из наиболее действенных агротехнических приемов, влияющих на рост и плодоношение плодовых деревьев. Неправильное и несвоевременное ее применение может привести к отрицательным результатам, вплоть до гибели дерева, поэтому она должна проводиться ежегодно, квалифицированными специалистами и исправными инструментами.

## Тема 17. ПРОИСХОЖДЕНИЕ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Большинство ягодных культур происходит из Европейско-Сибирского и Североамериканского генцентров (крыжовник, смородина, малина, ежевика, клюква, брусника, голубика, жимолость, калина, облепиха). Актинидия и лимонник – из Китайско-Японского генцентра. Родоначальниками садовой крупноплодной земляники являются два американских вида – *F. chiloensis* (Южноамериканский генцентр) и *F. virginiana* (Североамериканский центр). Ягодники широко распространены в Северном полушарии Земли в районах с умеренным температурным режимом и достаточным увлажнением. Ягодные культуры широко возделываются как в государственном, так и в частном секторе. Площадь, занятая ими, занимает более 100 тыс. га.

Наиболее распространенными ягодными культурами являются черная смородина, земляника, малина, облепиха и крыжовник.

В любительских садах с каждым годом все шире возделываются ежевика, жимолость, голубика, актинидия, лимонник, калина и шиповник.

Наибольшую площадь в мире среди ягодных культур занимает садовая крупноплодная земляника (более 400 тыс. га). Она дает половину валового сбора ягодных культур (более 2,6 млн т). Ведущие страны – производители ягод земляники: США, Италия, Япония, Испания, Польша, Южная Корея. Россия в этом списке занимает 7-е место. Зато по производству ягод смородины ведущими являются Россия, Польша, Германия. Промышленное производство малины и ежевики распространено во многих странах мира. Наиболее крупные насаждения в Польше, Шотландии, Югославии, США, Канаде и России.

Клюква крупноплодная и голубика широко возделываются в США, Канаде и странах Северной Европы. Промышленные посадки и маточники этих ценных ягодных культур имеются в Беларуси и странах Балтии.

Наиболее высоким потенциалом урожайности обладает садовая земляника. При хорошей агротехнике и благоприятных условиях перезимовки и вегетации современные сорта могут дать 30–60 т ягод с гектара. Рекордный урожай этой культуры получен в Калифорнии (США) – 100 т/га.

До 30 т/га может достигать урожайность у крыжовника. У остальных культур она варьирует от 4–5 (жимолость) до 10–15 т/га.

Перечисленным положительным свойствам ягодных культур противостоит ряд отрицательных качеств, которые сдерживают расширение посадок: сильная поражаемость грибными, вирусными болезнями и вредителями; нежная консистенция ягод, их плохая транспортабельность; продукция долго не хранится, требует быстрой реализации или переработки; низкий уровень механизации, отсюда высокая трудоемкость отрасли.

Однако благодаря успехам селекции и совершенствования технологий возделывания эти отрицательные свойства постепенно устраниаются.

### 17.1. Ботаническая характеристика

Таксономическое положение ягодных культур представлено в табл. 17.1. Наибольшим разнообразием видов характеризуются роды *Fragaria* L., *Ribes* L., *Vaccinium* L., *Rubus* L.

Таблица 17.1. Таксономическое положение ягодных культур

Культура	Семейство	Род	Виды
1	2	3	4
Актинидия	Актинидиевые ( <i>Actinidiaceae</i> )	<i>Actinidia</i> Lindl	<i>A. colomicta</i> Maxim. (2n = 112) <i>A. arguta</i> Planch (2n = 116) <i>A. polygama</i> Maxim (2n = 58,116) <i>A. chinensis</i> Planch (2n = 116,160) (киви)
Брусника	Брусничные ( <i>Vacciniaceae</i> )	<i>Vaccinium</i> L.	<i>V. vitis idaea</i> L. (2n = 24)
Голубика	Брусничные ( <i>Vacciniaceae</i> )	<i>Vaccinium</i> L.	<i>V. corymbosum</i> L. (2n = 48) <i>V. austral</i> Small. (2n = 48) <i>V. ashei</i> Reade (2n = 72) (голубика Эши)
Жимолость	Жимолостные ( <i>Caprifoliaceae</i> )	<i>Lonicera</i> L.	<i>L. Kamtschatica</i> Pojark (2n = 18) <i>L. turczaninowii</i> Pojark (2n = 18) <i>L. altaica</i> Pall (2n = 18) (жимолость алтайская)
Земляника	Розанные ( <i>Rosaceae</i> )	<i>Fragaria</i> L.	<i>F. vesca</i> L. (2n = 14) (земляника лесная) <i>F. moschata</i> Duch (2n = 42) (земляника мускатная – клубника) <i>F. virginiana</i> Duch (2n = 56) <i>F. chiloensis</i> L. (2n = 56) <i>F. x ananassa</i> Duch (2n = 56)
Калина	Жимолостные ( <i>Caprifoliaceae</i> )	<i>Viburnum</i> L.	<i>V. trilobum</i> Marsh (2n = 18) (калина американская трехлопастная) <i>V. opulus</i> L. (2n = 18) (калина европейская)
Клюква	Брусничные ( <i>Vacciniaceae</i> )	<i>Oxycoccus</i> L.	<i>O. macrocarpon</i> Alt. (2n = 24) (клюква крупноплодная американская) <i>O. microcarpon</i> Turcz. (2n = 24) (клюква мелкоплодная) <i>O. palustris</i> Pers (2n = 48) (клюква болотная) <i>O. gigas</i> (2n = 72) (клюква гигантская)

1	2	3	4
Крыжовник	Крыжовниковые ( <i>Grossulariaceae</i> )	<i>Grossularia L.</i>	<i>G. reclinata</i> L. ( $2n = 16$ ) (крыжовник европейский) <i>G. hirtella</i> Michx. ( $2n = 16$ ) (крыжовник малошиповатый)
Лимонник	Магнолиевые	<i>Schizandra Michx.</i>	<i>S. chinensis</i> Baill ( $2n = 218$ ) (лимонник китайский)
Малина	Розанные ( <i>Rosaceae</i> )	<i>Rubus L.</i>	<i>R. idaeus</i> v. <i>vulgatus</i> ( $2n = 14$ ) (малина европейская красная) <i>R. idaeus</i> v. <i>strigosus</i> ( $2n = 14$ ) (малина американская шетинистая) <i>R. occidentalis</i> L. ( $2n = 14$ ) (малина черная)
Ежевика	Розанные ( <i>Rosaceae</i> )	<i>Rubus L.</i>	<i>R. caesius</i> L. ( $2n = 28$ ) (ежевика сизая) <i>R. rusticanus inermis</i> Willd. ( $2n = 14$ ) <i>R. argutus</i> Link ( $2n = 14$ )
Облепиха	Лоховые ( <i>Elaeagnaceae</i> )	<i>Hippophae L.</i>	<i>H. rhamnoides</i> L. ( $2n = 12,24$ ) (облепиха крушиновидная)
Смородина	Камнеломковые ( <i>Saxifragaceae</i> )	<i>Rubus L.</i>	<i>R. nigrum</i> L. ( $2n = 16$ ) (смородина черная) <i>R. rubrum</i> L. ( $2n = 16$ ) (смородина красная) <i>R. petraeum</i> Wulf ( $2n = 16$ ) (смородина скалистая) <i>R. vulgare</i> Lam ( $2n = 16$ ) (смородина обыкновенная) <i>R. dicscha</i> Fisch. ( $2n = 16$ ) (смородина дикуша) <i>R. aureum</i> Turcz. ( $2n = 16$ ) (смородина золотистая)
Шиповник	Розанные ( <i>Rosaceae</i> )	<i>Rosa L.</i>	<i>R. rugosa</i> Thunb (роза морщинистая) <i>R. majalis</i> (роза коричная) <i>R. webliana</i> (роза Уэбба)

**Корневая система.** Корневая система ягодных культур, размножаемых черенками, отводками, порослью, окоренением верхушек и стеблевых узлов, является по происхождению придаточной. Основная масса корней у ягодных культур расположена в пахотном горизонте. Наиболее мелко они залегают у клюквы и брусники (на глубине 5–15 см). Корни этих культур не имеют корневых волосков, но обильно снабжены эндотрофной микоризой. Поверхностное залегание корней также у земляники, голубики, малины, лимонника и актинидии. Лишь отдельные вертикальные корни у них могут проникать на глубину 0,4–0,5 м.

У облепихи корни шнуровидные, покрыты клубеньками азотфиксирующих бактерий, залегают на глубине 10–40 см, легко обламываются, распространяются в радиусе до 4–5 м. Вертикальные корни об-

лепихи и калины, в отличие от других ягодных культур, достигают глубины 2,5 м.

Основная масса корней у смородины, крыжовника, шиповника и жимолости располагается в слое почвы до 0,6–0,8 м, лишь отдельные вертикальные корни проникают на глубину до 1–1,5 м.

Из придаточных почек на корнях (или корневище) малины, ежевики, облепихи и шиповника образуются корневые отпрыски, которые конкурируют за воду и элементы питания с плодоносящими стеблями. Горизонтальные корни этих культур уходят далеко за пределы куста в радиусе до 3–5 м. Наиболее мощную, хорошо разветвленную корневую систему имеет калина.

**Типы стеблей.** У земляники стеблевое происхождение имеют усы, цветonoсы и корневище с рожками. По способности растений образовывать большее или меньшее количество рожков сорта земляники делят на слабо-, средне- и сильноветвящиеся. Из пазушных почек нижних листьев рожков появляются стелющиеся побеги – усы, которые окореняются в четных междоузлиях. В зависимости от сорта одно маточное растение земляники формирует от 0 до 30 усев и дает от 0 до 150 розеток. Продуктивный возраст корневища и рожков в зависимости от адаптации сорта равен 2–4 годам.

У малины различают порослевые побеги, однолетние побеги замещения и плодоносящие двулетние стебли, между которыми идет постоянная конкуренция за воду и элементы питания. Рост и утолщение побегов наблюдается только в первый год. Количество побегов на один куст и их высота являются сортовым признаком. Число их варьирует от 0 до 30 шт.

Ягодные кустарники состоят из совокупности разновозрастных ветвей. В зависимости от породы и сорта ежегодно весной отрастают молодые прикорневые побеги. Именно на них на следующий год формируется основной урожай у голубики. Черная смородина плодоносит на приростах прошлого года, кольчатках и плодушках, которые живут около 2 лет, красная – на букетных веточках (плодоносят 4–5 лет) и границах годовичных приростов, крыжовник – на приростах прошлого года, кольчатках и плодушках, которые более долговечны (4–6 лет), чем у смородины черной. Чем лучше годовичные приросты, тем выше урожай ягодных культур на следующий год.

Продуктивный возраст ветви голубики составляет 3–4 года, черной смородины – 6–7 лет, красной смородины и шиповника – 8 лет, крыжовника – 9–10 лет, жимолости и калины – до 15 лет и больше.

Облепиха имеет кустовидную форму высотой до 3,5 м или растет в виде деревца. Плодоносит на приростах прошлого года.

Актинидия и лимонник – типичные лианы, нуждаются в обязательной опоре – шпалере. Наиболее мощная лиана актинидии аргуты (до 15 м).

У актинидии различают 3 типа побегов: 1) ростовые удлиненные, быстро растущие в течение лета, на них нет цветков и плодов; 2) смешанные побеги меньшей длины, достигают за лето 0,5–1 м, на них в средней и нижней части образуются цветки и плоды; 3) короткие генеративные побеги длиной 1–10 см, на них образуются цветки и плоды. Возникают они на прошлогоднем длинном ростовом побеге. При встрече с опорой растущий побег обвивает ее и в дальнейшем снимать его с опоры не следует.

**Листья.** Листья ягодных культур в зависимости от породы и сорта варьируют по форме листовой пластинки, размеру и окраске. У большинства ягодных культур лист простой, и только у малины, ежевики, земляники и шиповника он сложный непарноперистый, состоит из 3–5 листочков (у шиповника может быть до 11 листочков). Наиболее крупные листья у черной смородины, калины, малины, ежевики, шиповника и земляники садовой, мелкие до 2,0 см в длину у клюквы и брусники. Растения актинидии коломикты (особенно мужские) летом способны менять окраску листа с зеленой на пестро-бело-розовую, а листья актинидии полигамы перед цветением могут стать бело-серебристыми.

Очень декоративными к осени становятся листья смородины золотистой и голубики высокой, приобретаая желто-красную расцветку.

**Соцветия и цветки.** Так как ягодные культуры являются представителями 8 ботанических семейств, они имеют разнообразные по строению цветки и соцветия.

Цветки могут быть одиночные (женские растения актинидии, лимонник, облепиха, шиповник), двоянные (жимолость) или собраны в соцветия (кисть – смородина, брусника, голубика, клюква; дихазий – земляника; зонтиковидный щиток – калина, шиповник и некоторые сорта земляники).

Большинство ягодных культур опыляются насекомыми и имеют привлекательные цветки с тонким ароматом. Невзрачные мужские и женские цветки без запаха формирует только облепиха, которая относится к ветроопыляемым двудомным культурам.

**Плоды и семена.** В разговорной речи плоды всех ягодных культур называют ягодами, хотя ботанически это верно не для всех ягодных культур. Типичные ягоды у актинидии, голубики, клюквы, смородины и крыжовника. У жимолости образуется соплодие с двумя сочными завязями. У земляники в пищу употребляется разросшееся плодоложе, покрытое многочисленными семянками. Плод у калины и облепихи называется «сочная костянка», а у малины и ежевики – «сборная костянка». У шиповника плод ложный. Внутри разросшегося мясистого цветоложа находятся многочисленные орешки.

Количество семян в плодах варьирует в зависимости от культуры от одного (калина, облепиха) до 350 шт. у актинидии полигамы.

## **Тема 18. ЗЕМЛЯНИКА И КЛУБНИКА. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ**

### **18.1. История культуры**

В лесах нашей республики произрастают земляника лесная (*Fragaria vesca*) и клубника (*Fragaria elatior*). Клубника лесная является двудомным растением. Она отличается от земляники лесной более крупными плодами и более высокой зимостойкостью. Но урожай ягод у клубники ниже, чем у земляники, что связано с особенностями опыления. На юге республики встречается разновидность клубники – полунница, которая имеет довольно крупные плоды яйцевидной формы.

Земляника садовая крупноплодная (*Fragaria grandiflora*) имеет историю продолжительностью чуть более 3 веков.

С земляникой садовой, которую мы выращиваем у себя в саду, произошла большая путаница. Ее неправильно называют клубникой. У настоящей клубники ягоды шаровидные, зеленовато-белые с красной верхушкой. Они довольно сладкие и вкусные, но плохо отделяются от чашечки, поэтому собирать их гораздо труднее, чем ягоды земляники.

Земляника садовая произошла от двух дикорастущих американских видов – земляники чилийской (*Fragaria chiloensis*), которую завезли в Европу в 1624 г. и земляники виргинской (*Fragaria virginiana*), которая была завезена в 1712 г. французскими офицерами в Европу. Эти виды были высажены в Версальском саду под Парижем. Сначала эти оба вида плохо росли и плодоносили вследствие низкой зимостойкости. Однако, как установили ученые, в Голландии, в XVIII в., произошло естественное скрещивание двух этих дикорастущих видов, из семян

выросли сеянцы, которые в последующем дали начало многочисленным сортам земляники садовой. В настоящее время насчитывается более 2000 сортов земляники садовой и только несколько десятков любительских сортов клубники.

## 18.2. Пищевая ценность

Плоды земляники ценятся за прекрасный вкус, аромат. Содержание сахаров в ягодах земляники от 4,5 до 12 %; кислот – от 0,6 до 1,6 %. В зависимости от соотношения сахаров и кислот, вкус ягод может быть от очень сладких до довольно кислых. Содержание витамина С составляет 40–80 мг/100 г.

По комплексному содержанию витаминов земляника уступает лишь смородине и приравнивается к лимону. В ягодах земляники содержится солей железа и фосфора больше, чем в других плодах и ягодах. Реактивные вещества – 250–750 мг/100 г (чем темнее мякоть, тем больше содержание), В<sub>9</sub> (фолиевая кислота) – 0,25–0,5 мг/100 г (больше, чем в винограде и малине).

Земляника обладает лечебными свойствами. Настои плодов и листьев применяют при почечных и печеночных камнях, подагре, цинге, как мочегонное средство. Ее ягоды являются ценным сырьем для приготовления варенья, повидла, сиропов, соков, желе, мармелада, десертных вин, наливок и ликера. Ягоды могут подвергаться сублимационной сушке.

### *Достоинства и недостатки земляники садовой*

#### *Достоинства земляники, как культуры:*

- по срокам созревания плоды земляники являются одними из первых (уступает только жимолости);
- высокая скороплодность, первый урожай может дать уже в год посадки;
- средняя урожайность ее 50–60 ц/га. Однако при высоком уровне агротехники может превышать 100–120 ц/га.

#### *Недостатки:*

- повышенная восприимчивость к вирусным и грибковым заболеваниям (серой гнили, пятнистостям, вертициллезному увяданию), вредителям (нематоды стеблевой и корневой, клещу);
- низкая зимостойкость;
- трудоемкость возделывания и слабая механизация некоторых агротехнических мероприятий.

### 18.3. Морфологические особенности

Земляника и клубника – многолетние травянистые вечнозеленые растения. Она занимает переходное положение между травянистыми и кустарниковыми формами. Земляника и клубника имеют много общих признаков, но по некоторым отличаются.

*Растение земляники и клубники состоит:* из подземной части, представленной подземным рожком (корневищем) и придаточными корнями; из надземной части, представленной 2 побегами вегетативного типа (рожки, усы) и одним генеративного типа (цветоносы).

Подземная часть представляет собой многолетнее корневище с придаточными корнями. Корневище формируется из надземных рожков, которые ежегодно, в конце вегетационного сезона частично втягиваются в почву. Таким образом, корневище с возрастом увеличивается в размерах и ветвится.

Со 2–3-го года после посадки нижняя часть корневища начинает постепенно отмирать, а на вновь погруженной части рожка формируются новые придаточные корни. В результате погружения корневища и частично рожка в почву повышается устойчивость растения к неблагоприятным условиям перезимовки, поэтому этот процесс следует стимулировать следующими агротехническими мероприятиями:

Придаточные корни земляники способны глубоко проникать в почву – до 2 м. Но 90 % их расположено в слое 20–25 см, в стороны они расходятся не широко, в основном в полосе прикрываемой листьями и лишь небольшая их часть выходит на 10–15 см за проекцию куста.

Корни земляники способны расти в течение всего вегетационного периода, а при достаточном снежном покрове сохраняются корни даже первичного строения.

#### **Строение куста земляники.**

**Надземная часть.** Стебель у земляники (рис. 18.1) называется рожком. Рожок – это укороченный побег длиной не более 5 см, в верхушечной почке в конце лета формируется зачаточное соцветие, которое распускается в конце мая – начале июня следующего года (растение поздноцветущее). Новый рожок (побег возобновления) начинает формироваться в пазухе верхнего листа (предшествующего цветоносу) весной следующего года. У более старых растений в пазухах верхних листьев формируются несколько новых рожков. В дальнейшем этот процесс ежегодно повторяется. На каждом молодом рожке формируются 5–6 длинночерешковых тройчатых листьев.

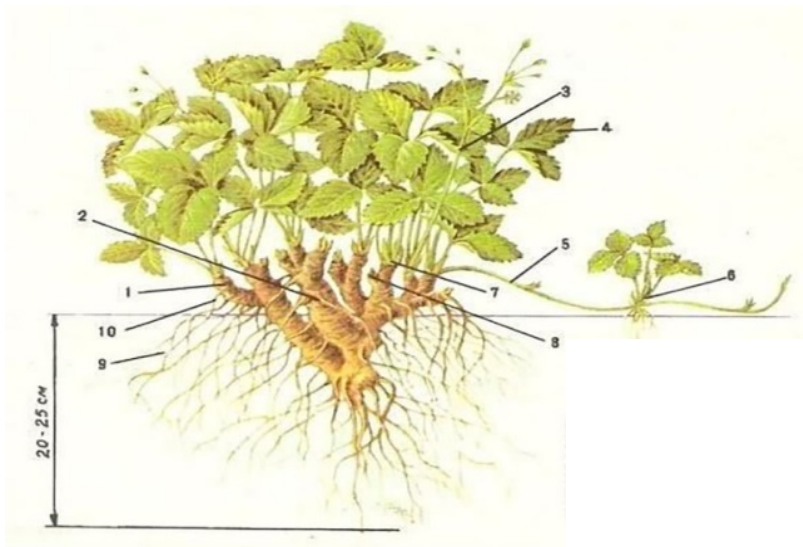


Рис. 18.1. Строение куста земляники:

- 1 – однолетний рожок; 2 – многолетнее корневище; 3 – цветонос;  
 4 – лист; 5 – ус; 6 – розетка; 7 – верхушечная почка; 8 – пазушная почка;  
 9 – боковые корни; 10 – придаточные корни рожка

Из нижней части молодых рожков отрастают придаточные корни. Если почва рядом, и она увлажнена, корни заглубляются в почву. Со временем, по мере нарастания рожков, и вследствие того, что прошлогодний рожок погружается в почву не полностью, высота растения увеличивается. По этой причине, придаточные корни молодых рожков, не могут погрузиться в почву, а нижняя часть корневища с придаточными корнями начинает отмирать. Растение в результате этого процесса начинает плохо плодоносить и быстро стареет.

В пазухах нижних листьев формируются *усы* – шнуровидные побеги вегетативного типа (столоны) с длинным междоузлием (20 см и более). Ус заканчивается прикорневой розеткой, на нижней части которой формируются придаточные корни. Из пазушной почки ее первого листа развивается новый ус и таким образом процесс продолжается до осени. На одном растении за сезон развивается 10 и более усов, на каждом по 3–5 розеток. У земляники садовой молодые стебли, листья и цветоносы опушены.

### ***Генеративные органы земляники.***

*Цветки* у большинства сортов земляники обоеполые, самоопыляющиеся, с одним венчиком и множеством пестиков в центре и тычинками по окружности. При перекрестном опылении цветки хорошо воспринимают пыльцу других сортов и при этом урожаи заметно возрастают. Сорта с функционально женскими цветками.

*Цветоносы* верхушечные; соцветия щитковидные, ветвящиеся до 3–4 порядков, многоцветковые (дихазий). Цветоносы закладываются в летне-осенний период (август – сентябрь), при наличии трех важнейших условий: достаточном количестве влаги в почве; продолжительности светового дня 10–12 часов; температуре воздуха 5–8 °С.

Урожайность растений напрямую зависит от количества соцветий. Обычно их формируется 5–10 шт. Через 15 дней после выдвижения цветоносов начинается цветение. Продолжительность цветения одного цветка 1–4 дня, а растения 20–30 дней. С момента опыления до созревания проходит обычно около 30 дней. Продолжительность плодоношения – 20–30 дней.

Плод – многоорешек (сборная многосемянка). Представляет собой соплодие, образовавшееся из разросшегося цветоложа с вдавленными в его поверхность орешками, которые образовались из завязей пестиков. У скороспелых сортов плоды созревают в середине июня, а у позднеспелых – в первой половине июля. Первые плоды более крупные (у некоторых сортов до 5–6 см в диаметре и массой до 25–30 г).

### ***Отличие клубники от земляники.***

У клубники цветоносы заметно длиннее, чем у земляники (рис. 18.2, 18.3). Они возвышаются над листьями, а у земляники короче листового полога.



Рис. 18.2. Клубника садовая



Рис. 18.3. Земляника садовая

У клубники плод обычно мельче, даже у культурных сортов, имеет грушевидную форму и мякоть светлых тонов: от белой до светло желтой или кремовой. Листья и цветоносы опушены, они более мягкие. У земляники листья плотные, кожистые.

Клубника, в отличие от земляники, двудомное растение. Это – одна из причин низкой урожайности клубники.

#### ***Ремонтантные сорта.***

Имеется ряд сортов земляники садовой, которые относятся к группе ремонтантных. У ремонтантных сортов дифференциация почек происходит по-весеннему и летне-осеннему типу, которые дают два урожая. Почки начинают дифференцироваться с конца мая – начала июня (весенний тип) и продолжают до осени (летне-осенний тип).

Первые дифференцировавшиеся почки дают соцветие уже в текущем году и в конце августа – сентябре дают урожай (70–90 % общего сбора за год).

Генеративные почки, заложившиеся во второй половине лета, зимуют, частично погибают, а оставшиеся формируют урожай в обычные сроки – конце июня, первой половине июля (10–30 % от общего сбора).

### **18.4. Отношение к факторам внешней среды**

*Отношение к температуре.* Земляника – недостаточно зимостойкое растение. При отсутствии укрытия (листьев, снега, мульчи) земляника погибает при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$ , повреждается осенью при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ , весной при  $-7^{\circ}\text{C}$ . Вместе с тем она способна переносить в зимний период при наличии снежного покрова более 25 см, кратковременное снижение температуры до  $-39^{\circ}\text{C}$ .

Цветки очень чувствительны к отрицательным температурам, при снижении температуры ниже  $0^{\circ}\text{C}$  повреждаются пестики, а венчик остается живым, поэтому через несколько часов уже заметно побурение «сердечка» цветка и такие цветки не завязывают плодов.

*Отношение к влаге.* Земляника является влаголюбивой породой, но вместе с тем она не переносит даже кратковременного подтопления тальми или ливневыми водами. Оптимальная влажность почвы в период весеннего роста – 70 %, в период цветения – 75 %, в период налива ягод и их созревания – 80 % и выше, после сбора урожая – 75 % от НВ.

*Отношение к свету.* Земляника считается растением с определенной степенью устойчивости к затенению (теневыносливым). Поэтому

при размещении кулис на плантации урожай практически не снижается, хотя освещенность там ниже на 15–20 %. При условии полива землянику можно возделывать даже в междурядьях сада.

*Долговечность, продуктивность.* Растения земляники садовой могут жить до 20 лет, но ее насаждения эксплуатируют в среднем 4 года, так как даже при высоком уровне агротехники к 5–6 годам плоды заметно мельчают и урожайность снижается.

Урожай с растения может достигать более 250 г, однако в условиях Беларуси получают в среднем 100 г. Урожайность при хорошем уходе составляет 60–100 ц/га, при создании оптимальных условий для растений 170–200 ц/га.

### **18.5. Размножение и выращивание посадочного материала**

*Размножение.* Землянику можно размножить: семенами, розетками, делением куста, меристемой.

*Половой способ размножения* (семенами) в практике промышленного выращивания земляники не применяется. Однако в любительском ягодоводстве этот способ иногда используют для некоторых сортов, которые формируют мало усов и при этом почти не меняют сортовых свойств.

*Вегетативный способ размножения.* Основной способ получения посадочного материала земляники – размножение усам на специально созданных маточниках. Так как земляника недолговечна, у нее часто происходит смена поколений и поэтому она склонна к заражению вирусами, различными болезнями и вредителями.

Для недопущения распространения опасных вредителей и болезней существует Государственная система получения здорового посадочного материала.

*Выращивание посадочного материала.* Маточник земляники закладывают элитными растениями, свободными от вирусных и других болезней. Для недопущения заражения вирусными болезнями на маточнике проводят следующие агротехнические мероприятия:

- пространственная изоляция от плодоносящей плантации земляники не менее 500 м;
- удаление цветоносов;
- усиленная химическая защита от болезней и вредителей (вредители – разносчики вирусов);

- севооборот с возвратом земляники на прежнее место не ранее, чем через 4 года и исключением из него культур, повреждаемых нематодой, вертициллезным увяданием, корневыми гнилями (картофель, огурец, свекла, бобовые, крестоцветные); срок эксплуатации – не более 2 лет.

Для увеличения количества получаемой рассады и повышения ее качества применяют следующие агротехнические мероприятия:

- размещение растений блочное – 90×90 см с размещением усов внутри блока, или рядовое – 90 + 50×25 с формированием полосы из усов в широком междурядье; расстояние между сортами – 2 м;

- мульчирование торфом (60–100 т/га) зоны укоренения розеток до раскладки усов;

- полив дождеванием в июле-августе в случае отсутствия осадков.

Рассаду заготавливают в августе (для осенней закладки плантации), или в конце октября (для весенней посадки). С 1 га маточника можно получить в 1-й год 200–300 тыс. шт. рассады, на 2-й от 400 тыс. до 1 млн шт.

*Заготовка рассады «фриго».* Выкопанную в октябре-ноябре рассаду отмывают от почвы. Затем у растений удаляют листья, оставляя черешки длиной 3–5 см. Растения укладывают в ящики и дезинфицируют в 0,1%-ном растворе фундазола или другого фунгицида. После этого ящики с рассадой помещают в морозильные камеры с температурой –2 °С. В таких условиях рассада может храниться 6–9 месяцев. Это позволяет производить закладку плантаций земляники в разные сроки: с апреля по август.

## **18.6. Выращивание земляники**

*Выбор участка.* Участок должен быть выровненный, без западин, защищен со стороны холодных ветров (с северной и восточной стороны). Допускаются пологие склоны (до 3°) южной, юго-западной и юго-восточной экспозиции. Уровень грунтовых вод не выше 1,0 м.

Лучшие почвы – легко и среднесуглинистые, с pH 5,5–6,5 (не выше 7,0), содержание гумуса 2,2–2,5 %, фосфора – 100–150 мг/кг и калия – 150–200 мг/кг, с глубиной пахотного горизонта 25 см.

Лучшие предшественники: черный пар, сидеральный пар, зерновые, бобово-злаковые смеси, овощные (лук, чеснок, редис, морковь, зеленные, боб, горох, фасоль). Не рекомендуется сажать после пасле-

новых культур (картофель, томат), тыквенных (огурца), крестоцветных, льна, свеклы, так как эти культуры имеют общие болезни с земляникой. Из плодовых – не следует размещать после облепихи, малины. Возврат на прежнее место выращивания не раньше, чем через 3–4 года (рис. 18.4–18.11).

#### ***Предпосадочная подготовка почвы и посадка.***

Предпосадочная подготовка почвы включает вспашку на глубину пахотного горизонта, культивацию с последующим выравниванием. За три недели до вспашки участок опрыскивают глифосатсодержащими гербицидами для уничтожения многолетних сорняков.

До вспашки вносят 120–150 т/га органики, 60–70 кг/га д. в. фосфора, 80–90 кг/га д. в. калия. Удобрения заделывают в почву дисковой бороной, затем проводят вспашку.

Посадка ручная или механизированная (рассадопосадочной машиной СКН-6А или других модификаций). Плотность посадки от 42 до 50 тыс. раст/га (схема посадки – 0,9×0,15–0,25 м). Сроки посадки: осенний – вторая половина августа; весенний – третья декада апреля – первая декада мая.

#### ***Требования к качеству рассады.***

Рассада земляники должна быть здоровой, без механических повреждений, не увядшая, с хорошо развитой верхушечной почкой, мочковатой корневой системой, с нормально развитыми листьями у свежевыкопанной рассады для весенней и осенней реализации и без листьев у рассады «фриго» после хранения. Возраст рассады – 1 год. Сортовая чистота – 100 % для рассады с открытой корневой системой.

**Земляничный севооборот:** 1-й год – земляника – новосадка; 2–4-й годы – плодоносящая земляника; 5-й год – зерновые культуры; 6–7-й год – злаковые травы; 8-й год – черный или сидеральный пар.



Рис. 18.4. Правильная посадка



Рис. 18.5. Заглубленная посадка



Рис. 18.6. Предпосадочное мульчирование почвы



Рис. 18.7. Мульчирование междурядий



Рис. 18.8. Многофункциональная машина для посадки земляники



Рис. 18.9. Рассада земляники



Рис. 18.10. Категории (классы) рассады «фриго»

### **Уход за насаждениями земляники.**

В новосадках через две недели после посадки проводят ремонт, подсаживая рассаду вместо выпавших растений. После посадки рассаду поливают из расчета 1 л воды на растение. В новосадках удаляют появляющиеся на растениях цветоносы.

Почву в междурядьях рыхлят на глубину 5–7 см (закрытие влаги). Всего за период вегетации проводят 5–6 междурядных обработок на глубину 8–10 см. В засушливые периоды проводят поливы, поддерживая влажность почвы на уровне 70–80 % от НВ. Поливная норма 200–300 м<sup>3</sup>/га.

На товарных посадках рано весной проводят боронование с целью очистки старых отмерших листьев. Вносят минеральное удобрение. За весенний период проводят две междурядные обработки на глубину 8–10 см. Обязателен полив перед цветением и в период формирования ягод.

Появляющиеся усы удаляют, не допуская их укоренения.

Проводят растил соломы в междурядьях после цветения для улучшения товарных качеств ягод.

Формирование насаждений: кустовая система – все появляющиеся усы удаляют; узкополосная – отрастающие усы раскладывают вдоль рядов и из укоренившихся розеток и маточных растений формируют полосы шириной 20–40 см.

При снижении температуры ниже 3 °С, борьба с весенними заморозками (полив или дымовые шашки)

### ***Применение мульчирования.***

При возделывании земляники садовой рекомендуется проводить мульчирование почвы. Преимущества возделывания земляники с использованием мульчирующих материалов: возможность возделывать землянику без применения гербицидов; способствует сохранению влаги; улучшает проветривание растений; упрощает удаление не укорененных усов; ускоряет созревание ягод; повышает выход товарных ягод; увеличивает среднюю массу ягод.

Мульчирующими материалами являются солома, опилки, торфокрошка, различные пленки, спанбонд и др. Мульчирование опилками, торфокрошкой проводят после посадки рассады. Мульчу укладывают вдоль рядов шириной около 30 см, слоем 5–7 см. Расход торфокрошки – 20–25 т/га. Мульчирование соломой проводят на плодоносящих насаждениях после цветения. Расход соломы 2–3 т/га.

Для предпосадочного мульчирования используют пленку, спанбонд. Предварительно мульчматериал механически используют растилать на почву, закрепляют, перфорируют отверстия и проводят посадку рассады.



Рис. 18.11. Мульчирование соломой

### ***Внесение удобрений.***

Земляника садовая наиболее отзывчива на внесение удобрений в периоды: весной – при интенсивном нарастании листьев, образовании цветоносов, цветков, завязей; летом (конец июля – начало августа) – при активном росте усов, розеток, корней, формировании цветковых почек, накоплении питательных веществ.

Ежегодно в эти сроки проводят подкормку земляники садовой азотными удобрениями – 40 кг д. в/га. Вносят в два срока: 1/2 дозы – весной под первое рыхление, 1/2 – после сбора урожая. После сбора ягод вносят фосфорные и калийные удобрения – по 30 кг д. в/га каждого.

При выращивании земляники с применением мульчирующих материалов используют водорастворимые удобрения.

### ***Уборка и хранение урожая.***

Уборку ягод проводят в стадии полной зрелости. При транспортировке на большие расстояния допускается сбор в стадии технической зрелости: ягоды беловатые, частично окрашенные. Сбор ягод проводят вручную в утренние часы через каждые 1–2 дня. Ягоды снимают вместе с чашечкой и плодоножкой, сортируют в процессе сбора. Поврежденные, гнилые и перезрелые ягоды отделяют и удаляют с плантации. Ягоды собирают в специальную тару: плетеные корзинки из щепы вместимостью до 2,0–2,5 кг, деревянные лотки до 3 кг, пластиковую тару – до 0,5 кг.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алиев, Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах / Э. А. Алиев. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
2. Алиев, Э. А. Технология возделывания овощных культур и грибов в защищенном грунте / Э. А. Алиев, Н. А. Смирнов. – Омск: Агропромиздат, 1987. – 352 с.
3. Аутко, А. А. Тепличное овощеводство / А. А. Аутко, Н. Н. Долбик, И. П. Козловская. – Минск: УП Технопринт, 2003. – 255 с.
4. Аутко, А. А. Овощеводство защищенного грунта / А. А. Аутко, Г. И. Гануш, Н. Н. Долбик. – Минск, 2006. – 310 с.
5. Брызгалов, В. А. Овощеводство защищенного грунта: учебник / В. А. Брызгалов, В. Е. Советкина, Н. И. Савинова. – Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1983. – 352 с.
6. Ващенко, С. Ф. Овощеводство защищенного грунта / С. Ф. Ващенко. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
7. Гиль, Л. С. Фертигация – орошение с использованием растворимых удобрений в системах капельного полива / Л. С. Гиль. – К.: Этнос, 2005. – 93 с.
8. Тепличное овощеводство на малообъемной гидропонике / пер. с болг. Д. О. Лебла, С. И. Шуничева. – М.: Агропромиздат, 1985. – 136 с.
9. Технология выращивания овощных культур на торфяных и минераловатных субстратах (малообъемная гидропоника): рекомендации / Д. О. Лебл, Н. И. Савинова, Г. М. Кравцова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 79 с.
10. Айтжанова, С. Д. Садовая земляника / С. Д. Айтжанова, И. И. Чухляев. – Брянск, 2004.
11. Витковский, В. Л. Плодовые растения мира / В. Л. Витковский. – СПб.: Лань, 2003.
12. Каталог плодовых и ягодных культур России. – М.: Агро-Вестник, 2000.
13. Кичина, В. В. Колонновидные яблони / В. В. Кичина. – М.: ВСТИСП, 2002.
14. Колесников, Е. В. Яблоня, груша / Е. В. Колесников. – М.: Россельхозиздат, 1985.
15. Кудрявец, Р. П. Обрезка плодовых деревьев и ягодных кустарников: альбом / Р. П. Кудрявец. – М.: Агропромиздат, 1991.
16. Куренной, Н. М. Плодоводство / Н. М. Куренной, В. Ф. Колтунов, В. И. Черпахин. – М.: Агропромиздат, 1985.
17. Плодоводство: учебник / под ред. В. А. Потапова, Ф. Н. Пильщикова. – М.: Колос, 2000.
18. Скорина, В. В. Овощеводство защищенного грунта. Система питания при выращивании овощных культур методом малообъемной гидропоники: курс лекций / В. В. Скорина, В. В. Скорина – Горки, БГСХА, 2023. – 98 с.
19. Скорина, В. В. Овощеводство защищенного грунта: учеб. пособие / В. В. Скорина. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 261 с.
20. Старых, Г. А. Инновационные технологии в овощеводстве: учеб. пособие / Г. А. Старых, А. В. Гончаров, Л. Л. Носова. – М.: ФГБОУ ВПО РГАУ, 2013.
21. Проблемы и перспективы инновационного развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь / В. Чабатуль, И. Третьякова, А. Башко, Д. Шпак // Аграрная экономика. – 2017. – № 7. – С. 17–25.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Морфологическое описание ягодных культур

Культура, вид	Жизненная форма	Листья	Соцветия	Цветы	Плоды
1	2	3	4	5	6
Актинидия коломикта	Лиана длиной до 7–8 м с коричневыми стеблями, покрытыми множеством белых чечевичек. Сердцевина лианы рыхлая, пластинчатая. Растение двудомное	Простые, овальные или яйцевидные, зеленые, пластинка тонкая, верхушка заостренная, основание сердцевидное, черешок короче пластинки. Лист летом становится пестро-бело-розовым	На мужских лианах цветки собраны в щитковидные соцветия по 2–3 шт., женские цветки одиночные	Чашевидной формы с 4–5 белыми лепестками, ароматные. Тычинки с желтыми пыльниками в мужском цветке их 4–5 шт.	Многосемянная нежная ягода зелено-го цвета продолговато-округлой формы. Средняя масса ягод 1,5–4 г, содержит до 90 шт. мелких семян
Актинидия аргуата	Мощная лиана до 15 м серо-бурого цвета с отслаивающейся корой. На побегах видны округлые чечевички. Сердцевина лианы рыхлая, пластинчатая	Крупные, темно-зеленые, толстые глянцевитые сверху, светлее снизу. Форма правильная овальная, основание листа прямое, черешок толстый	Женские цветки одиночные, мужские собраны в щитковидные соцветия по 3–5 цветков	Лепестки зеленовато-белые, тычинки с черными пыльниками. В мужских цветках их много. В женском цветке один пестик и мелкие недоразвитые тычинки	Ягоды темно-зеленые, округлые или эллиптические, сжаты с боков. Средняя масса 2–10 г, содержат до 180 семян
Актинидия полигама («перчию»)	Лиана с красно-коричневыми побегами, покрытыми мелкими удлиненными чечевичками. Сердцевина лиан плотная, белая	Правильной овальной формы с прямым основанием и заостренной верхушкой. Цвет зеленый, пластинка тонкая. Перед цветением могут стать белосеребристыми	Как у актинидии коломикты	Крупные, 5-лепестковые с зеленоватой чашечкой и 5 чашелистиками, ароматные. Пыльники желтые	Ягоды ярко-желтые, оранжевые с перечным ароматом. Форма продолговатая. Длина 2–5 см, ширина 0,5–2 см. Содержат до 350 семян

1	2	3	4	5	6
Брусника	Вечнозеленый кустарничек до 30 см высотой с ползучим горизонтальным корневищем. Стебли приподнимающиеся и прямостоячие. Побеги беловато-опушенные, старые – голые коричневые	Простые, кожистые, плотные до 2,5 см длины, короткочерешковые, сверху темно-зеленые блестящие, снизу бледные матовые	Короткая густая поникающая цветковая кисть	Колокольчатый венчик 4–6 мм, белой или розовой окраски с 4–5 острыми лопастями. Чашечка четырехзубчатая. Цветки с приятным слабым ароматом	Ягода от округло-сплюснутой до овальной формы. Цвет от светло-розового до темно-бордового. Масса ягод 0,5-0,7 г, содержит от 5 до 30 мелких семян
Голубика высокорослая	Типичный кустарник высотой до 2–3 м. Плодоносит на приростах прошлого года	Простые эллиптической формы, длиной 5–10 см, темно-зеленые, очень декоративны осенью (приобретают оранжево-пурпурную окраску)	Плотная небольшая плодовая кисть из 7–12 цветков	Белые или розоватые с колокольчатым венчиком. Имеют приятный слабый аромат	Ягоды от округло-сплюснутой до овальной формы, синие с сизым налетом. Диаметр от 15 до 25 мм. Средняя масса – до 4 г
Жимолость	Густоветвящийся кустарник с плотной компактной кроной. Плодоносит на приростах текущего года. Побеги прямые, короткие, светло-зеленые	Простые, цельные, зеленые, удлинненно-овальные, длиной 4–10 см, шириной 1–5 см	Упрощенное редуцированное соцветие, где на одной завязи находятся два цветка	Обоеполые, трубчатые, желтые, парные	Соплодие с двумя сочными завязями от голубого до темно-фиолетового цвета. Средняя масса 0,8 г. Максимальная – 2 г. Форма от округлой до продолговатой

Земляника лесная	Многолетнее вечно-зеленое травянистое растение с вы- раженным корневи- щем и надземными плетями (усы). Есть безусые формы	Сложные, тройча- тые, тонкие, светло- зеленые; черешок тонкий	Дихазий с цветками на уровне или ниже листьев	Обоеполые, мелкие, лепестки белые, околоцветник двой- ной	Разросшееся плодо- ложке, покрытое се- мянками. Плоды мелкие, продолгова- то-овальные, ярко- красные, ароматные
Земляника мускатная (клубника)	-//-	Более крупные, тройчатосложные, с обильным жилкова- нием, морщинистые, опушенные, тускло- зеленые	Дихазий с цветками выше листьев	Растение двудомное. Цветки крупные, лепестки белые. Женские – пестич- ные, мужские – ты- чиночные	Плоды ложные, темно-красные, рых- лые, конической формы с шейкой и мускатным привку- сом, крупнее земля- ники лесной
Земляника садовая	-//-	Очень крупные тройчатосложные (есть сорта с 5 доля- ми) от светло- до темно-зеленых, длинночерешковые	В зависимости от сорта дихазий или зонтиковидный щи- ток	Крупные с двойным околоцветником. Лепестки белые, реже розовые	Крупные, разной формы и окраски, масса от 5 до 25 г. Максимальная – до 100 г. На мясистом цветоложе формиру- ется более 100 семян- нок (плод ложный)
Калина	Кустовидная форма высотой до 3,5 м. Крона состоит из 5–6 густоразветвленных стволов. Долговеч- ность отдельных стволов 10–25 лет	Листья супротивные, простые с крупной 3–5-лопастной ли- стовой пластинкой	Зонтовидный щиток	По краям соцветия цветки крупные, белые стерильные, служат для привле- чения насекомых. Внутри соцветия цветки мелкие труб- чатые с 5 тычинками и 1 пестиком	Сочная костянка яркой рубиновой окраски. Средняя масса 0,5–0,7 г

1	2	3	4	5	6
Клюква крупноплодная	Вечнозеленый кустарник со стелющимися длинными и прямостоячими или приподнимающимися короткими побегами	Простые, крупные продолговато-округлые с незначительно завернутыми краями	Короткая кисть с 4–6 цветками	Обоеполые, красновато-розовые с колокольчатым венчиком	Ягода от светло- до темно-красной. Масса от 0,5 до 2,7 г. Форма от округлой до овальной
Крыжовник	Кустарник высотой до 1,5 м, плодоносит на кольчатках, плодушках и приростах прошлого года. Долговечность ветвей 9–10 лет	Простые, мелкие и средние 3–5-лопастные	Малоцветковая кисть (2–3 цветка)	Обоеполые, колокольчатой формы. Окраска лепестков зеленая, розовая, белая. Чашечка непадающая	Многосемянная ягода округлой или овальной формы, массой от 5 до 50 г. Окраска от зеленой, до темно-красной
Лимонник китайский	Лиана длиной до 7–8 м. Кора светло-коричневая шелушащаяся	Простые, цельные, овальной формы с заостренной верхушкой, основание клиновидное, переходящее в длинный розовый черешок	Цветки одиночные	Раздельнополые или обоеполые, белые, восковидные, душистые, в диаметре до 1 см	Плод – сочная сборная ягода округлой или овальной формы. На оси образуется до 25 плодиков красного цвета, внутри каждого по 1–2 семени
Малина обыкновенная	Прямостоячий или со свешивающимися верхушками полукустарник с шиповатыми, реже бесшипными побегами. Продолжительность жизни стеблей 2 года. Образует поросль	Лист сложный. Стоит из 5, реже 3 листочков	Малоцветковая кисть	Обоеполые, лепестки белые, тычинок и пестиков много. Околоцветник двойной	Сборная сочная костянка, окраска от желтой до темно-красной, от плодоложа отделяется. Масса ягод от 2 до 5 г и более, форма от шаровидной до конической

Малина черная	Полукустарник с аркообразными побегами, покрытыми крупными шипами, поросли не дает, окореняется верхушками побегов. Окраска однолетних стеблей зеленая, двухлетних – фиолетово-коричневая	-//-	Щиток	Обоеполые, лепестки белые, тычинок и пестиков много. Околоцветник мельче, чем у малины обыкновенной	Сборная сочная костянка, легко отделяется от плодоложа, мякоть более плотная. Окраска плодов – черно-фиолетовая с сизым налетом
Ежевика	Полукустарник с многолетним корневищем и стелющимися (досяника), аркообразными или прямостоячими одно- и двухлетними стеблями от очень колючих до гладких	-//-	Кистевидное	Крупные, обоеполые, с белыми лепестками и двойным околоцветником	Сборная сочная костянка, от плодоложа не отделяется. Окраска от красной до черно-фиолетовой
Облепиха крушиновидная	Двудомное растение кустовидной формы или деревце высотой от 1,5 до 3,5 м. Плодоносит на приростах прошлого года	Простые ланцетовидные, суживающиеся в короткий черешок, сверху зеленые, снизу сербристые	Короткая пазушная кисть у мужских растений	Мужские серебристо-бурые, безлепестные, раскрываются раньше появления листьев. Женские одиночные, желтоватые, безлепестные	Сочная костянка от шарообразной до цилиндрической формы. Окраска от светло-желтой до красной. Масса от 0,07 до 1,1 г. Косточка темно-коричневая
Смородина черная	Типичные многолетние кустарники (совкупность разновозрастных ветвей с единой корневой системой). Форма куста от сжатой до раскидистой. Высота от 1–1,5 м у черной смородины, до 2 м у красной	Простые, пятилопастные. Окраска от светло- до темно-зеленой с блестящей или матовой поверхностью	Кисть (от короткой до длинной; от плотной до рыхлой)	Колокольчатые с двойным околоцветником. Чашечка трубчатая с отгибами. Лепестки желтоватые, зеленоватые	Многосемянная ягода округлой или овальной формы, темно-синяя

1	2	3	4	5	6
Смородина красная		Простые, чаще трехлопастные, но встречаются и пятилопастные, размер меньше, чем у черной смородины		Колокольчатые или чашевидные	Ягоды от беловатой до темно-красной окраски, форма – от округлой до сплюснутой
Смородина золотистая	Форма куста от сжатой до раскидистой. Высота от 1–1,5 м у черной смородины, до 2 м у золотистой	Простые, похожи на листья крыжовника 3–5-лопастные, мелкие и средние. К осени меняют цвет на желто-красный	Кисть (от короткой до длинной; от плотной до рыхлой)	Крупные, золотисто-желтые с приятным запахом	Ягоды от желтой до черной окраски. По форме от сплюснутых до округлых
Шиповник (роза коричная)	Кустарник высотой до 3 м с тонкими побегами и ветками. Шиповатость от сильной до слабой	Сложные непарноперистые, имеют от 3 до 11 листочков эллиптической или яйцевидной формы	Одиночные или собраны по 2–3 в зонтиковидный щиток	Обоеполые, душистые, розовые до 5 см в диаметре	Плод ложный (многочисленные орешки внутри мясистого цветоложа), оранжево-красный или темно-красный. Средняя масса 2–3 г
Шиповник (роза морщинистая)	Мощный куст высотой до 1,5 м. Побеги покрыты мелкими многочисленными шипами	Сложные непарноперистые, темно-зеленые, кожистые, морщинистые, при листопаде лимонно-желтые	Зонтиковидный щиток	Обоеполые, душистые, белые, розовые, красные, в диаметре до 8 см	Плод ложный от плоскоокруглой до удлинненно-овальной формы. Средняя масса 7–8 г

## СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Введение. Обзор плодоовощного сектора в Беларуси .....	3
Тема 2. Направления инновационных разработок по повышению продуктивности плодовых, ягодных и овощных культур .....	9
Тема 3. Автоматизация технологических процессов при возделывании плодовых, ягодных и овощных культур .....	19
Тема 4. Особенности капельного полива в интенсивном садоводстве и овощеводстве. Система питания плодовых, ягодных и овощных культур .....	55
Тема 5. Поливная вода. Требования к качеству поливной воды .....	64
Тема 6. Условия оптимизации питания тепличных растений .....	82
Тема 7. Инновационные технологии выращивания плодовых, ягодных и овощных культур. Гидропонный метод выращивания .....	89
Тема 8. Новые технологии в овощеводстве защищенного грунта .....	97
Тема 9. Технология выращивания зеленных культур методом проточной гидропоники .....	104
Тема 10. Технология выращивания овощных культур в защищенном грунте .....	108
Тема 11. Промышленная культура роз при выращивании в тепличных условиях .....	117
Тема 12. Технологии промышленного садоводства .....	122
Тема 13. Отношение плодовых культур к факторам среды .....	129
Тема 14. Система удобрений в саду .....	138
Тема 15. Закономерности роста, развития и плодоношения плодовых растений .....	142
Тема 16. Формирование и обрезка плодовых деревьев .....	159
Тема 17. Происхождение, распространение и морфологическое описание ягодных культур .....	179
Тема 18. Земляника и клубника. Особенности возделывания .....	184
Библиографический список .....	196
Приложение .....	197

Учебное издание

**Скорина Владимир Владимирович**

ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
САДОВОДСТВА

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ,  
ЯГОДНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

КУРС ЛЕКЦИЙ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. П. Савиц*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 17.03.2025. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 11,86. Уч.-изд. л. 10,81.  
Тираж 60 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.