

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»

Н. Л. Почтовая, Т. Н. Камедько

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

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 общего высшего образования по специальности
6-05-0811-01 Производство продукции растительного
происхождения*

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2026

УДК 664.8(075.8)

ББК 41.47я73

П65

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

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. Л. Почтовая*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. Н. Камедько*

Рецензенты:

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

Почтовая, Н. Л.

П65 **Хранение и переработка плодов и овощей. Курс лекций :**
учебно-методическое пособие / Н. Л. Почтовая, Т. Н. Камедько. –
Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2026. – 107 с.
ISBN 978-985-882-810-3.

Содержатся сведения о пищевой ценности плодов и овощей, описаны свойства плодовоовощной продукции, процессы, происходящие при хранении, послеуборочная товарная обработка продукции, отражены способы и режимы хранения картофеля, плодов и овощей, особенности хранения отдельных видов плодовоовощной продукции. Рассмотрены причины порчи и потерь продукции при послеуборочной доработке и хранении и факторы, влияющие на качество и лежкость плодов и овощей. Изложены теоретические основы и технологии переработки плодов и овощей.

Для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение общего высшего образования по специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения.

УДК 664.8(075.8)

ББК 41.47я73

ISBN 978-985-882-810-3

© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Фрукты и овощи являются основными источниками многих витаминов, минеральных, вкусоароматических и физиологически активных веществ, необходимых для полноценного питания человека. Некоторые вещества, входящие в состав плодов и овощей, имеют лечебное значение. Поэтому фрукты и овощи должны быть обязательной составной частью рациона питания человека в течение всего года, как в свежем, так и в переработанном виде.

Сохранение и рациональное использование выращенного урожая, получение высококачественного сырья для перерабатывающей промышленности – одна из основных государственных задач. В связи с сезонностью сельскохозяйственного производства необходимость хранения сельскохозяйственных продуктов и широкое внедрение механизации позволили ввести в практику усовершенствованные новые технологические приемы, обеспечивающие сокращение потерь продукции и снижение издержек при хранении. Каждый специалист сельского хозяйства должен ориентироваться в вопросах качества продукции растениеводства и путях их повышения, знать природу потерь этих продуктов и организацию их хранения, а также рациональные способы обработки и переработки сельскохозяйственного сырья.

Потребительский рынок плодоовощной продукции нашей страны характеризуется насыщенностью и широким ассортиментом товаров, основная часть которых отечественного производства. Так, уровень производства картофеля и других свежих овощей превышает потребность внутреннего рынка, что обеспечивается стабильностью функционирования агропромышленного комплекса.

В настоящее время овощеводство, плодоводство и картофелеводство развивается в соответствии с государственной программой «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы, а также другими государственными и научно-техническими программами и мероприятиями. В Беларуси создано крупнотоварное производство, что позволяет каждый год стабильно производить продукцию в необходимых объемах. Также в стране совершенствуется сортовой состав выращивания картофеля, овощей и плодово-ягодной продукции.

В государственном реестре сортов имеется достаточное количество сортов и видов как отечественной, так и иностранной селекции, кото-

рые используются для промышленного возделывания, производства в личных подсобных хозяйствах, а также – в фермерских хозяйствах. В Беларуси расширен ассортимент выращиваемых овощных культур до 40 наименований, а плодово-ягодных культур – до 30 наименований.

Ежегодно в сельскохозяйственных организациях и крестьянских фермерских хозяйствах производится около 1 млн т картофеля, более 500 тыс. т овощей и порядка 180 тыс. т плодов и ягод. Ежегодно в хозяйствах населения производится в среднем около 3 млн т картофеля, около 2 млн т овощей и порядка 500 тыс. т плодов и ягод.

Анализ производства продукции в общественном секторе показывает, что наблюдается тенденция по увеличению объемов производства в крестьянских и фермерских хозяйствах. В настоящее время доля продукции в данном секторе по картофелю составляет 46 %, по овощам – 65 %, по плодам и ягодам – 55 %. Развитие крупнотоварного производства, применение современных прогрессивных технологий, использование новых современных сортов гибридов и культур в последние годы позволило достичь в общественном секторе урожайности в 250 ц/га по картофелю, 310 ц/га по овощам, а по плодам и ягодам – 64 ц/га.

Объемы производства основных видов овощей определяются исходя из потребности внутреннего рынка, а их структура производства с каждым годом меняется. Говоря о производстве общего объема овощей открытого грунта, в стране производится 120 тыс. т капусты, 67 тыс. т столовой свеклы, 210 тыс. т моркови, 27 тыс. т лука репчатого, 3,6 тыс. т горошка, а также других культур.

Производство плодово-ягодной продукции также определяется потребностью в данных видах культур. Так, семечковых фруктов (яблонь, груш и др.) из общего объема производства сельскохозяйственных организаций, хозяйских и фермерских хозяйств производится 174 тыс. т, на косточковые фрукты (вишня, черешня, слива, алыча) приходится 1 тыс. т, а на ягоды – 9 тыс. т.

При закладке плодовых насаждений основные предпочтения отдаются яблокам как импортозамещающей и экспортно ориентированной культуре, а также голубике. За период 2016–2021 гг. посажено 5,5 тыс. га молодых садов. В 2022 г. посажено более 500 га плодовых насаждений. Производство плодово-ягодной продукции в сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах выросло с 65 тыс. т в 2010 г. до 184 тыс. т в 2022 г. (прирост в 2,8 раза). В целом производ-

ство плодово-ягодной продукции обеспечивает потребность внутреннего рынка. Вместе с тем имеют место быть недостаточные объемы производства лежкоспособных сортов яблок, которые позволяют в межсезонный период закрыть потребности населения. В 2023–2025 гг. планировалось заложить порядка 2 тыс. га садов, включающих посадку яблонь именно лежкоспособных сортов.

Непосредственно от производителя потребителю поступает лишь небольшая часть сельскохозяйственной продукции. Большая ее часть сохраняется до момента использования в течение короткого или длительного периода времени, поэтому вопросы сохранности продукции и технологии ее хранения имеют не меньшее значение, чем ее производство.

Обеспечение населения плодовоовощной продукцией определяется не только уровнем производства, но и эффективной организацией хранения. В настоящее время объемы потерь овощей и фруктов в этой сфере составляют до 40 %. Основными причинами являются, во-первых, убыль массы в процессе дыхания, испарения и прорастания, с потерями воды и сухих веществ (10 до 35 % общей убыли массы). Причем потеря воды – предельная величина, различная для каждого вида сырья (например, 3–4 % она составляет у яблок, винограда, шпината, салата, брокколи, моркови в пучках с листьями, 5–6 – у груш, вишни, персиков, земляники, малины, смородины, свеклы, гороха, огурцов, фасоли (в бобах), 7–8 – у моркови, свеклы, капусты белокачанной, картофеля, перца, томатов, 10 % – у лука репчатого). Если максимальный уровень превышен, продукт становится не пригодным для продажи.

Во-вторых, потери, связанные с болезнями; их объем трудно поддается прогнозам, но в случае массового распространения может достигать 100 %. Серьезные последствия могут вызвать и механические повреждения (третья группа потерь), особенно на заключительном этапе хранения, когда в результате созревания происходит размягчение мякоти плодов и овощей и снижается их прочность. Этот фактор оказывает преобладающее влияние во время транспортирования (особенно на дальние расстояния). Ухудшение качественных показателей обусловлено как естественными причинами (созревание, старение, ростовая активность и т. д.), так и воздействием внешних факторов (окружающая среда, повреждения, болезни), которые снижают потребительские свойства продуктов и приводят к уменьшению цены реализации. При этом общие коммерческие убытки могут быть сопоставимы с потерями от убыли массы и порчи.

В последнее время особую актуальность приобретают товарная доработка выращенного урожая и предреализационная подготовка растениеводческой продукции. Работа в этом направлении в сельскохозяйственных организациях на местах производства продукции будет способствовать получению дополнительного дохода и повышению в целом экономической эффективности деятельности предприятия. В связи с этим будущему агроному необходимо знать требования рынка к ассортименту и качеству продукции, владеть методами ее предреализационной подготовки.

По состоянию на 1 января 2024 г. в Беларуси есть картофелехранилище емкостью 775, 2 тыс. т, овощехранилище на 158,1 тыс. т и плодохранилище на 102 тыс. т. В хранилищах частично хранится плодовоовощная продукция, которая закладывается в стабфонды, остальная же хранится для текущей реализации. Также в хранилищах имеется 81 линия по предреализационной подготовке картофеля, 39 линий по фасовке овощей и 20 сортировальных линий для плодов.

Также в Беларуси сформированы собственные сырьевые зоны по производству плодовоовощного сырья для консервной отрасли. Ведется работа по выстраиванию взаимовыгодных отношений между организациями торговли и переработки с производителями на основе договоров.

Овощи и фрукты, выращиваемые сельскохозяйственными производителями, не отличаются длительными сроками хранения. Чтобы использовать их продолжительное время, а также применять в качестве ингредиентов, необходимо провести переработку и консервирование. Занимается этим плодовоовощная перерабатывающая промышленность.

Приобретая выращенный урожай плодовоовощных культур близлежащих агрохозяйств (в большинстве случаев именно их, так как транспортировка и хранение связаны со значительными потерями), она производит широкий ассортимент замороженной, нарезанной, высушенной, консервированной продукции и соков. Таким образом, решаются проблемы хранения скоропортящихся продуктов питания и круглогодичного обеспечения населения овощами и фруктами.

Наиболее целесообразно размещение предприятий плодовоовощной отрасли в местах нахождения сырья или рядом со значительным количеством потребителей. Именно так и поступают множество компаний, осуществляющих достаточно трудоёмкий процесс переработки сельскохозяйственной продукции. Что в значительной степени упрощает процесс поставки и быстрее освоения излишков урожая.

Одним из элементов повышения эффективности работы подобных хозяйств является совмещение процесса производства и реализации, а также использование вторичного сырья в качестве кормов, удобрений, посевных материалов или для изготовления спирта и уксуса.

Потребность в овощах и фруктах во всём мире неуклонно возрастает. Также сильно повышается спрос на пищевую продукцию, не требующую значительных затрат времени на её приготовление. Стремление поддерживать здоровый образ жизни, употреблять натуральные продукты богатые витаминами и минералами заставляет население питаться овощами, пить нектары и соки, разнообразить своё меню высушенными чипсами из плодов и овощей.

Вместе с тем на фоне этих процессов прослеживается тенденция отхода от потребления консервантов и частичная замена их замороженными, нарезанными или подвергшимися вакуумной упаковке фруктами и овощами. Что свидетельствует о нежелании принимать в пищу продукцию с изменёнными вкусовыми качествами и увеличить в своём рационе количество сахара, соли и уксуса.

Общемировая статистика свидетельствует о переработке порядка 10–30 % фруктов и овощей. Свыше 70 % свежих овощей и фруктов подвергается упаковке. Интересно отметить, что чем выше уровень экономического благосостояния государства, тем больше урожая подвергается переработке. К примеру, в США эта цифра достигает 50 %, на территории Европы – 20 %, в России – 20–25 %. В Беларуси процент переработки на уровне 10 %. (В СССР данный показатель доходил до 80 %).

Подвергаются:

консервированию – 45 % овощей и 10 % фруктов;

замораживанию – 15 % и 2 % соответственно;

нарезке – 10 % и 13 %;

75 % фруктов идёт на изготовление нектаров и соков.

Современная пищевая перерабатывающая промышленность становится всё более инновационной. Сейчас в её распоряжении имеются такие технологии, как: озонирование, обработка посредством облучения, высокого давления, воздействие импульсными электромагнитными полями, вакуумная жарка, концентрированное вымораживание, формирование съедобного покрытия, применение мембран.

Вопросам переработки плодов и овощей в Республике Беларусь уделяется большое внимание. Ставится задача – значительно увеличить производство, расширить ассортимент консервированной про-

дукции. С этой целью необходимо развивать мощности перерабатывающей промышленности, оснащать ее современным высокопроизводительным оборудованием.

Переработка заключается в приведении плодов и овощей в такое состояние, в котором бы они могли сохраняться длительное время для постоянного снабжения населения плодоовощной продукцией в течение всего года.

При этом основными задачами являются следующие:

- получить из данного сырья наиболее ценные продукты переработки;
- получить наиболее концентрированные калорийные продукты, содержащие большое количество ценных органических веществ;
- повысить усвояемость продуктов;
- выделить из сырья особо ценные пищевые и вкусовые вещества;
- в максимальной степени сохранить витамины.

Для достижения этих целей применяются различные способы подготовки и переработки сырья.

Широкий круг производителей дает возможность говорить о разнообразии выпускаемой продукции. Это плодоовощные консервы общего назначения, питание для детей раннего, дошкольного и школьного возраста, соленья, квашения, моченья, а также востребованные в современном ритме так называемые удобные продукты. Они представлены салатами быстрого приготовления, быстрозамороженной продукцией, а также относительно новым направлением – стерилизованными продуктами в вакуумной упаковке.

Самый популярный способ переработки – выпуск плодоовощных консервов. Мощности позволяют выпускать около 650 миллионов условных банок (муб) продукции в год при расчетной потребности внутреннего рынка 575 муб.

Объем выпуска консервов из плодов и овощей на одного жителя республики достигает почти 21 кг. Больше всего производим соков и нектаров – примерно 300 муб (60 % от общего объема плодоовощных консервов). Затем идут натуральные консервы (зеленый горошек, консервированные огурцы и томаты, сахарная кукуруза, фасоль, гарнирные свекла и морковь). Доля такой продукции в общем объеме консервов 14 %.

Из группы натуральных консервов хочется выделить такие востребованные позиции, как консервированная сахарная кукуруза. Широко развит и выпуск маринадов – огурцов, томатов, свеклы, моркови, капусты, перца, а также различных ассорти.

Из закусочных консервов кто не знает белорусскую кабачковую икру. Кроме нее – овощи в томатном соусе, закуски, овощные рагу, овощные консервы с грибами, икру из баклажанов, из свеклы, баклажаны в кетчупе, салаты.

Из группы обеденных консервов производим солянки, борщи, рассольники, а также щи и свекольники.

За счет отечественного производства потребность внутреннего рынка по плодоовощным консервам закрывается более чем на 50 %. По соковой продукции доля отечественной в общем объеме потребления превышает 60 %. По консервированным и маринованным томатам приближается к 60 %. Значимый результат мы достигли по питанию для детей раннего возраста. Емкость рынка за счет отечественного выпуска закрывается практически на 85 %. В целом по плодоовощным консервам экспортные поставки около 200 муб, т. е. 40 % от объема выпуска.

1. ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Плоды и овощи заметно отличаются по химическому составу от зерна и семян – продуктов с высокой концентрацией сухих веществ, низкой влажностью и большой энергетической ценностью. Плоды и овощи – это продукция сочная, с большим содержанием воды (60–95 %). В связи с этим энергетическая ценность этой группы продуктов невелика: калорийность их колеблется от 45 кДж в 100 г (у огурца) до 350 кДж (у картофеля). Исключение составляют, например, финики, грецкий орех, имеющие высокую калорийность. Однако, несмотря на это, картофель, овощи и плоды играют огромную роль в питании человека, так как содержат очень ценные, биологически активные вещества и обладают диетическими и лечебными свойствами.

Основную массу сухих веществ в овощах и плодах составляют *углеводы*. Но если в зерне и семенах углеводы в основном представлены полисахаридами (крахмал), то в созревших плодах – это простые сахара (*глюкоза, сахароза, фруктоза*), придающие им сладкий вкус. Исключение составляет картофель, в клубнях которого накапливается крахмал. Важное значение в пищеварении человека имеют *пектиновые* вещества и *клетчатка* овощей и плодов. Источниками белков и жиров сочные продукты не являются. Следует отметить защитную функцию такого жироподобного вещества как *воск*, синтезирующийся на покровных тканях овощей и плодов.

Плоды и овощи богаты *минеральными* веществами, находящимися в легкоусвояемой форме и играющими важную физиологическую роль в обмене веществ. Зольные элементы овощей и плодов имеют щелочной характер, что важно для нормализации кислотно-щелочного равновесия в организме человека.

В состав овощей и плодов входят *органические кислоты*, в свободном состоянии или в виде солей. Они влияют на вкусовые свойства, участвуют в процессе дыхания, в организме человека возбуждают деятельность пищеварительных желез и способствуют хорошему усвоению пищи. Высокое содержание органических кислот повышает лежкость овощей и плодов и устойчивость их к заболеваниям. Наиболее распространенными являются *яблочная, лимонная, винная* кислоты.

Плоды и овощи – важный источник *витаминов*, а в отношении витаминов С (аскорбиновая кислота), Р (рутин), В₉ (фолиевая кислота) – даже единственный. Витамины в свежих плодах находятся в активном и быстро усвояемом состоянии. Их недостаток вызывает авитаминоз.

В состав овощей и плодов в небольшом количестве входят такие ценные химические соединения, как *дубильные вещества, эфирные масла*, которые влияют на вкус и аромат, обладают лечебным, анти-септическим действием. *Пигменты* разных видов обуславливают характерную окраску овощей и плодов.

2. ЛЕЖКОСТЬ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Плоды и овощи – живые объекты, поэтому результаты их хранения обусловлены, в первую очередь, их биологическими особенностями. Способность плодов и овощей сохраняться длительное время без значительных потерь массы, порчи от микробиологических и физиологических заболеваний, ухудшения товарных, пищевых и семенных качеств определяется понятием *лежкость*. Количественно она может быть выражена максимальным сроком хранения при оптимальных условиях. *Сохраняемость* – проявление лежкости в конкретных условиях хранения. Поэтому сочную плодовоовощную продукцию по характеристике лежкости можно разделить на две большие группы:

- пригодную к длительному хранению (сроком свыше 20 дней и до нескольких месяцев) и обладающую хорошей лежкостью: картофель, двулетние овощи (капуста, корнеплоды, лук, чеснок), плоды семечковых культур (яблоки, груши);

- непригодную к длительному хранению и имеющую очень низкую лежкость: плоды косточковых культур, ягоды, плодовые и зеленые овощи.

Лежкость двулетних овощей (капусты, моркови, свеклы, лука) и картофеля определяется в основном глубиной и продолжительностью периода покоя, который является приспособительной реакцией растительных органов к переживанию неблагоприятных сезонных условий. Продолжительность периода покоя определяется генетически. Картофелю и луку свойственно состояние глубокого (физиологического) покоя, при котором почки не прорастают даже при благоприятных условиях. У капусты и корнеплодов почки при благоприятных условиях могут прорасти с осени, но при этом развиваются вегетативные побеги, развитие которых можно задержать действием пониженных температур и тем самым уменьшить потери и ухудшение качества. Глубина и характер состояния покоя овощей различны, но они свойственны всем двулетникам. Значение периода покоя состоит в подготовке растений к репродуктивному типу развития, т. е. прохождению и

завершению дифференциации конусов нарастание почек. У лежких сортов она завершается во время хранения. Анатомическую картину дифференциации почек можно представить следующим образом.

К моменту уборки почки находятся в вегетативном состоянии, конусы нарастания неразвиты, ткани однородны. Затем наблюдается вытягивание конусов нарастания, образование бугорков – зачатков будущих цветков и соцветий. В момент завершения дифференциации конус нарастания представляет собой сложное образование, по внутреннему строению напоминающее взрослый побег. При этом покой заканчивается, начинается прорастание, усиливается деятельность меристем в конусах нарастания, в них увеличивается содержание нуклеиновых кислот.

В период покоя до окончания дифференциации интенсивность дыхания и активность окислительно-восстановительных ферментов невысока и держится на постоянном уровне. Завершение дифференциации и окончание покоя характеризуются резким ростом этих показателей. По мере дифференциации уменьшается степень полимеризации углеводов, снижается содержание крахмала в паренхиме клубней картофеля, повышается уровень сахаров в почках. Эти же явления наблюдаются и в хранящихся корнеплодах, луковицах, кочанах. Сложные процессы происходят и с физиологически активными веществами. В состоянии покоя соотношение между активаторами и ингибиторами роста сдвинуто в сторону ингибиторов, ростовые процессы поэтому затормаживаются. При выходе из покоя это соотношение сдвигается в сторону активаторов. В настоящее время доказано, что биохимические превращения и состояние покоя определяются генетическим кодом клетки.

Лежкость плодов и плодовых овощей определяется, главным образом, продолжительностью периода послеуборочного дозревания и объектами хранения являются плоды с семенами.

Процессы, протекающие в плодах после уборки и связанные с окончанием формирования семян, их зародышей и околоплодника, характеризуются понятием послеуборочное дозревание. Чем продолжительнее период послеуборочного дозревания, тем больше их способность сохраниться. Например, плоды летних сортов яблок, которые успевают окончательно сформироваться до уборки и не нуждаются в послеуборочном дозревании, могут храниться очень короткий срок. Плоды зимних сортов окончательно формируются после уборки, при хранении, у многих сортов в этот период семена связаны с околоплод-

ником проводящими сосудами. После завершения послеуборочного дозревания у них резко снижается устойчивость и ухудшается качество плодов, резко увеличиваются потери и хранение практически прекращается. В сохраняемости плодов большую роль играет околоплодник. В отличие от картофеля и двулетних овощей, у которых отчетливо выражена регулирующая роль почек в обмене веществ сохраняемых органов, у плодов отмечается относительная автономность семян и околоплодника.

Физиолого-биохимические превращения при послеуборочном дозревании плодов в общем виде состоят в следующем. После съема наблюдается довольно высокая интенсивность дыхания, которая в соответствии с понижением температуры хранения и приспособлением плодов к новым условиям снижается и остается примерно на одном и том же уровне. Продолжительность этого состояния, когда происходят процессы послеуборочного дозревания, различна у разных видов и сортов. Затем происходит резкий подъем интенсивности дыхания называемый *климактерический*, свидетельствующий об окончании дозревания плодов и о начале их старения и разложения.

При созревании плодов уменьшается количество дубильных и увеличивается содержание красящих веществ. Особенно интенсивные превращения происходят в период полного созревания при климактерическом подъеме интенсивности дыхания. При этом образуются ароматические соединения, обуславливающие наивысшее качество плодов по этому показателю при органолептической оценке, а также ряд летучих соединений, вызывающих изменение темпов созревания. Из них наиболее исследован и нашел практическое применение этилен. В этот же период и особенно при перезревании могут образоваться вещества, вызывающие побурение и другие нежелательные изменения, свидетельствующие о нарушении сбалансированных физиолого-биологических процессов (метиловый и этиловый спирты, уксусный альдегид, молочная, уксусная кислоты и др.).

Для плодов и плодовых овощей характерна различная степень зрелости.

Степень зрелости является важным показателем качества плодово-овощной продукции и в значительной степени определяет ее использование. Под зрелостью понимают состояние плодов овощей, характеризующееся определенным содержанием клинических и достижением определенных размеров и массы. Различают съемную, потребительскую и техническую зрелость.

Съемная зрелость – степень зрелости, при которой плоды накопили значительное количество питательных веществ, достигли своих собственных им размеров, обладают способностью к осуществлению дыхания, дозреванию и достижению потребительской степени зрелости после уборки. В данной степени зрелости большинство плодов закладывается на хранение.

Потребительская зрелость – стадия зрелости, при которой продукция приобретает наиболее высокое качество по внешнему виду, вкусу, аромату и консистенции мякоти, характерные для данного сорта и пригодна для немедленного потребления.

Техническая зрелость – стадия зрелости, при которой плоды отвечают требованиям технологии переработки на соответствующий продукт и способностью к дозреванию и сохранению качества при транспортировке.

Например, для переработки на соки техническая зрелость близка к потребительской, когда плоды накапливают максимальное количество растворимых веществ. Для переработки на компоты техническая зрелость близка к съемной, когда мякоть плодов еще достаточно плотная.

Лежкость листовых овощей и ягод, а также большинства плодов косточковых, невелика и сохранение их целиком зависит от внешних условий, а также от сортовых особенностей, степени зрелости и условий выращивания. Это неоднородная группа объектов, характеризующаяся легкой потерей воды из тканей, поэтому для их сохранения необходимы условия, препятствующие испарению влаги и снижающие интенсивность дыхания.

3. ПРИНЦИПЫ ХРАНЕНИЯ (КОНСЕРВИРОВАНИЯ) ПРОДУКТОВ ПО Я. Я. НИКИТИНСКОМУ

Способы хранения (консервирования) продуктов, применяемые в практике, основаны на частичном, или полном подавлении протекающих в них биологических процессов. Исходя из этого положения, профессор Я. Я. Никитинский, заведующий кафедрой Московского сельскохозяйственного института в 1910 г. систематизировал их, выделив четыре принципа: биоз, анабиоз, ценоанабиоз и абиоз.

Общее представление об этих принципах дает следующая схема.

Принцип биоза. Само название («био» – жизнь) говорит о том, что продукты сохраняются в живом состоянии, с присущим им обменом веществ, без всякого подавления процессов жизнедеятельности.

Биоз – поддержание жизненных процессов в продуктах с использованием для этой цели иммунитета (защитных) свойствах любого нормально функционирующего здорового организма (в том числе и растительного), обладающего иммунитетом – способностью противостоять воздействию патогенной микрофлоры и неблагоприятных условий внешней среды.

Принцип применяют при хранении плодов и овощей, транспортировании и реализации живой рыбы, предубойном содержании скота, птицы.

Принцип биоза подразделяется на два вида: *зубиоз* и *гемибиоз*.

Зубиоз – это истинный, или полный биоз, то есть сохранение продукции до использования непосредственно в живом виде.

Гемибиоз – частичный биоз, или полубиоз. Это хранение плодов и овощей сразу же после уборки в свежем виде в течение определенного периода времени в естественных условиях, но не в специальных хранилищах. При этом в плодах и овощах идут процессы обмена веществ, поскольку они живые организмы, но не так интенсивно, когда они еще находились на материнских растениях. Иммунные свойства клубней, корнеплодов, луковиц, плодов и ягод на некоторый период обеспечивают их устойчивость к неблагоприятным внешним условиям и микробиологическим заболеваниям. Продолжительность сохранности этих продуктов зависит от их особенностей: химического состава, консистенции мякоти, толщины покровных тканей и защитных образований на них, интенсивности процессов обмена веществ. Овощи и плоды, обладающие высокой лежкостью, могут храниться при комнатной (повышенной) температуре довольно длительный период времени, а вот скоропортящиеся продукты сохраняют свою свежесть только несколько дней и даже часов.

Принцип анабиоза. Это принцип «скрытой» жизни, приведение продукта в состояние, при котором резко замедляются или совсем не проявляются биологические процессы. В таких продуктах крайне слабо протекают процессы обмена веществ в клетках, приостановлена активная деятельность микроорганизмов, клещей и насекомых. Однако живое начало в продукте и живые организмы в нем не уничтожены. При возникновении благоприятных условий активизируются все процессы жизнедеятельности. Поэтому анабиоз и называют принципом скрытой жизни. Анабиоз может быть создан несколькими способами и подразделяется на несколько видов.

Термоанабиоз – хранение продуктов при пониженных и низких температурах, которые замедляют процессы обмена веществ в тканях, снижают активность ферментов, приостанавливают развитие микроорганизмов. Чем ниже температура, тем эффективнее задерживаются микробиологические и биохимические процессы. Чаще всего применяют холодильники с искусственным охлаждением. Различают два вида анабиоза: психроанабиоз и криоанабиоз:

- *психроанабиоз* – хранение продукции в охлажденном состоянии, при пониженных температурах, близких к 0 °С. Для каждого вида продуктов есть свои температурные оптимумы, а сроки хранения определяются лежкостью и пределами долговечности продукта. Пищевые, технологические и семенные качества овощей и плодов сохраняется лучше всего именно в условиях психроанабиоза;

- *криоанабиоз* – хранение продуктов в замороженном состоянии при низких отрицательных температурах. При замораживании происходит полная кристаллизация воды и клеточного сока в тканях продуктов, и, в связи с этим, полностью останавливаются процессы жизнедеятельности, обеспечивается сохранность продуктов в течение длительного периода времени, сроки же хранения определяются экономической целесообразностью. Замораживают наиболее ценные овощные культуры (цветная капуста и брокколи, спаржа), отборные плоды косточковых культур (персик, абрикосы) и ягоды (земляника, малина).

Ксероанабиоз – хранение продуктов в сухом, или обезвоженном состоянии. Частичное или полное обезвоживание продукта приводит практически к полному прекращению в нем биохимических процессов, лишает микроорганизмы возможности развиваться в этом продукте. Большинство пищевых продуктов сушат до содержания влаги 4–14 % (остается только связанная влага, а вся свободная вода удаляется), в результате чего снижается интенсивность всех биологических процессов. Процесс удаления воды из продуктов называется сушкой. Применяются различные способы сушки: воздушно-солнечная, тепловая, химическая и др. В режиме ксероанабиоза хранят зерно и семена, приготавливают сухофрукты.

Осмоанабиоз – хранение продуктов при повышении осмотического давления в их тканях. Это защищает продукты от воздействия на них микроорганизмов и тем самым исключает нежелательные микробиологические процессы (гниение, плесневение, брожение). При этом в клетках микробов нарушается состояние тургора, так как происходит осмос воды из них в окружающий субстрат, и наблюдается явление

плазмоллиза. Повышение осмотического давления в продукте достигается введением соли или сахара. На этом принципе основано солнение части овощей (требуется 8–12 % соли от массы продукта), консервирование фруктов и ягод сахаром (варка варенья, приготовление джемов и повидла), концентрация которого должна быть не меньше 60 % от массы плодов.

Ацидоанабиоз – хранение продуктов при повышении кислотности среды. Это достигается введением в продукты пищевых кислот: уксусной (маринование), сорбиновой, бензойной, салициловой. Суть данного принципа в том, что микроорганизмы (главным образом, гнилостные бактерии) успешно развиваются в нейтральной и слабо щелочной средах, но угнетаются в кислой среде (при $\text{pH} < 5$). Поэтому при подкислении продуктов некоторыми органическими кислотами происходит частичная их консервация.

Наркоанабиоз – применение для консервирования анестезирующих, наркотических веществ (хлороформ, эфир), которые останавливают действие микроорганизмов и вредителей, замедляют процессы обмена веществ. Разновидностью этого принципа является *алкоголеанабиоз* – применение для консервирования продуктов этилового спирта (например, приготовление крепленых и десертных вин).

Аноксианабиоз – хранение продуктов без доступа воздуха, создание бескислородной среды. Отсутствие кислорода исключает возможность развития аэробных микроорганизмов (прежде всего, плесневых грибов), насекомых и клещей. Дыхание клеток самого продукта резко замедляется и приобретает анаэробный характер. Таким образом, происходит консервация продуктов в герметических условиях.

Принцип ценоанабиоза. Основан на создании анабиотических условий с помощью определенных полезных групп микроорганизмов, для которых создаются благоприятные условия. Полезная микрофлора вырабатывает консервирующие вещества, которые препятствуют развитию нежелательной (патогенной) микрофлоры, вызывающей порчу продуктов. На этом принципе основано микробиологическое консервирование. Для усиления определенной направленности микробиологических процессов в продукт могут вводить чистую культуру полезных микробов. В практике используют два вида ценоанабиоза, основанных на применении двух групп микроорганизмов.

Ацидоценоанабиоз – повышение кислотности среды в результате развития молочнокислых бактерий, которые в анаэробных условиях вырабатывают молочную кислоту. При концентрации молочной кис-

лоты более 0,5 % тормозится деятельность вредных микроорганизмов. На этом принципе основано приготовление и сохранение соленок-квашеных овощей, моченых плодов, силосование кормов.

Алкоголеценоанабиоз – консервирование продукта спиртом, выделенного дрожжами в процессе спиртового брожения. Этот принцип используется в виноделии при приготовлении сухих столовых вин, содержащих 9–13 % спирта, путем сбраживания виноградных и плодовых соков.

Принцип абиоза. Предусматривает отсутствие живых начал в продуктах, хранение их в неживом состоянии. При этом либо весь продукт превращается в безжизненную и стерильную органическую массу, либо в нем (или на его поверхности) уничтожаются определенные группы микроорганизмов, вызывающих порчу. Абиоз также имеет несколько видов.

Термоабиоз (термостерилизация) – обработка продуктов высокими температурами, нагрев их до 100 °С и выше. При этом практически все живые организмы погибают. Для разных видов продуктов необходимо различное температурное воздействие, то есть степень стерилизации. Наиболее распространенный способ термостерилизации – консервирование продуктов в герметически укупоренной таре. Правильно приготовленные консервы могут храниться несколько лет без изменения пищевых и вкусовых достоинств. Если желательно сохранить продукт в свежем виде сравнительно короткое время, его нагревают 10–30 минут до температуры 65–85 °С, то есть проводят пастеризацию. Для надежного хранения овощных консервов и безопасного их использования необходимы температуры стерилизации выше 100 °С, что осуществляется в автоклавах.

Химабиоз (химическая стерилизация) – консервирование продуктов химическими веществами, убивающими микроорганизмы (антисептиками) и насекомых (инсектицидами). Их применение ограничено, так как многие из химических соединений ядовиты для человека. Видами химабиоза являются сульфитация (обработка плодов, овощей, соков и вин сернистым ангидридом SO₂) и копчение, так как дым является хорошим антисептиком из-за содержания в нем формальдегида, смол и других бактерицидных веществ.

Механическая стерилизация – удаление микроорганизмов из продуктов фильтрованием, пропуском плодово-ягодных соков через специальные обесплескивающие фильтры с очень мелкими порами (0,001 мм), задерживающими микроорганизмы, или центрифугирова-

нием, применяемом на микробиологических заводах и в лабораторных исследованиях.

Лучевая (фото) стерилизация – уничтожение микроорганизмов и насекомых ультрафиолетовыми, инфракрасными, рентгеновскими лучами. Однако этот способ не получил широкого распространения в пищевой промышленности из-за технической сложности и возможного опасного влияния на здоровье человека. Он требует дальнейшей доработки, совершенствования техники его применения (установок для лучевой стерилизации).

4. ПЛОДЫ И ОВОЩИ КАК ОБЪЕКТ ХРАНЕНИЯ

Плоды, овощи и ягоды содержат от 60 (в чесноке) до 96 % (в огурцах) воды. По этому признаку их объединяют в группу сочных продуктов или растительного сочного сырья. Главная причина, затрудняющая организацию хранения продуктов этой группы, – содержание в них большого количества воды, что усиливает интенсивность обмена веществ в клетках и тканях. Подавляющая часть воды находится в свободной подвижной форме и лишь $\frac{1}{5}$ ее – связанном состоянии, что обуславливает не только усиленный обмен веществ, но и повышенную чувствительность продуктов к окружающей среде. Чтобы понизить интенсивность обмена веществ, картофель, овощи и плоды хранят при температуре, близкой к 0 °С, т. е. в условиях психроанабиоза. Высокое содержание воды вызывает необходимость хранить их при повышенной относительной влажности воздуха (85–98 %), чтобы предупредить испарение, способствующее снижению тургора, увяданию и убыли массы. В увядших овощах и плодах резко снижается естественный иммунитет, и они подвергаются порче вследствие развития микроорганизмов.

Любая партия плодов и овощей редко бывает однородной. В каждой несортированной партии обычно содержатся поврежденные плоды, клубни, корнеплоды, кочаны и т. д. Кроме того, на хранение вместе с продукцией попадают примеси (листья, черешки, частицы почвы и др.). При движении транспорта в местах сортирования и фасования плодов и овощей численность микроорганизмов увеличивается более чем в 1 000 раз.

Плоды и овощи не укладывают плотно. Между ними всегда остаются промежутки (скважины). Воздух, находящийся в них, влияет на все компоненты и может отличаться от атмосферного по составу, тем-

пературе и влажности. В растительном сочном сырье, заложенном на хранение, иногда обнаруживают клещей, нематод, классифицируемых по видам повреждаемых ими продуктов и насекомых, чаще в стадии личинки: проволочника, гусениц плодовой и др. Таким образом, партии картофеля, овощей и плодов представляют собой биоценоз (биологическое сообщество). В период хранения в них протекают физиологические, биохимические и микробиологические процессы.

5. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Сыпучесть. По сравнению с зерном плоды и овощи обладают меньшей сыпучестью. Косточковые (вишня, абрикос, персик, слива) плоды более сыпучи благодаря округлой форме и гладкой поверхности, что используют при уборке и переработке. При закладке в бурты овощи укладывают по углу естественного откоса, который изменяется в пределах 40–45°. Если овощи перемещают по транспортной ленте, то ее устанавливают так, чтобы угол наклона был меньше, чем угол трения, иначе плоды скатываются с транспортера в обратном направлении. Максимальный наклон ленточного транспортера 18–24°, планчатого 33°.

Самосортирование. Проявляется при использовании механизированных средств загрузки хранилищ овощами. Более крупные, с большей удельной массой кочаны, корнеплоды и клубни распределяются вблизи от места падения, мелкие перемещаются по насыпи дальше. Предупреждают самосортирование предварительным сортированием или калиброванием клубней, корнеплодов, кочанов, плодов по форме и размеру. Очень важно очистить продукцию от примесей.

Скважистость. Запас воздуха в скважинах имеет большое значение для жизнедеятельности хранимых объектов. Благодаря скважистости используют такой современный технологический прием, как активное вентилирование, или вводят в продукты газ либо пары различных отравляющих веществ для обеззараживания (дезинфекции или дезинсекции). Высота загрузки хранилищ зависит от вида продукции, формы, размеров, особенностей поверхности, наличия примесей. Скважистость с увеличением высоты загрузки уменьшается. Для большинства овощей скважистость находится на уровне 45–55 %.

Механическая прочность. Характеризуется удельным сопротивлением корнеплодов, кочанов, плодов вдавливанию штампа площадью 1 см² и выражается в килограммах на квадратный сантиметр. Ее харак-

теризуют также усилием на раздавливание (сжатием между двумя пластинами). Удельное сопротивление зависит от прочности структуры объекта, его размера и массы. Так, у картофеля оно колеблется в пределах 17–25 кг/см². Крупные клубни травмируются сильнее, чем средние и мелкие. Степень повреждения картофеля и овощей обуславливается не только величиной механического воздействия, но и их чувствительностью к повреждениям, характером и прочностью кожицы.

Сорбционные свойства (испарение и отпотевание). Масса плодов и овощей при транспортировании и хранении уменьшается главным образом в результате испарения влаги. При одинаковых внешних условиях интенсивность испарения тем выше, чем больше удельная поверхность объектов. Поэтому из мелких плодов и овощей одного и того же вида, и сорта при прочих равных условиях влаги испаряется больше, чем из крупных.

Максимально допустимая потеря воды, при которой продукты теряют товарный вид, составляет (%):

- у салата листового, брокколи, моркови в пучках с листьями – 3–4;
- земляники, малины, смородины свеклы в пучках с листьями, гороха и фасоли в бобах – 5–6;
- у моркови и свеклы (корнеплодов для хранения), капусты белокочанной, перца зеленого, томатов – 7–8.

Для основных видов плодов и овощей в хранилищах поддерживают влажность воздуха 90–95 %, для листовых и пучковой продукции 96–98 %. Исключение составляют репчатый лук и тыква, кабачки-цуккини, они лучше сохраняются при влажности воздуха 70–75 %. Часто высокая относительная влажность воздуха в хранилище приводит к отпотеванию продукции, что влечет за собой большие потери из-за микробиологической порчи. Для предупреждения отпотевания объектов применяют активное вентилирование. При отсутствии установок продукты укрывают стружкой, соломой и другими теплоизоляционными материалами, обладающими большой гигроскопичностью.

Подверженность замерзанию. В основном плоды и овощи замерзают в пределах температуры от –0,5 (огурцы, томаты) до –3 °С (свекла, морковь и др.), что крайне ограничивает возможность сохранения продуктов в свежем виде. Плоды и овощи, хранящиеся россыпью или в мелкой таре, охлаждаются значительно быстрее, чем при хранении толстым слоем или в крупной таре. Некоторые овощи и плоды длительный срок выдерживают температуру немного ниже 0 °С (капуста белокочанная –1 °С, лук репчатый – 3...–1 °С). Отепляют овощи и

плоды после хранения при отрицательных и низких температурах, обязательно постепенно, за 5–30 суток. Это необходимо во избежание физиологических расстройств (потемнение мякоти плода). Отопление проводят атмосферным воздухом и считают законченным, когда температура продукции становится лишь на 4–5 °С ниже дневной температуры.

Теплофизические свойства. Плоды и овощи обладают плохой тепло- и теплопроводностью. Они очень медленно охлаждаются и так же медленно нагреваются. Интенсивность данных процессов замедляется и вследствие высокой скважистости хранимых объектов, так как воздух – плохой проводник тепла. Теплофизические свойства овощей, плодов и картофеля учитывают при хранении в условиях активного вентилирования для расчета параметров хранилищ и скорости охлаждения продукции.

6. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ПЛОДАХ И ОВОЩАХ ПРИ ХРАНЕНИИ

Дыхание. В тканях плодов и овощей при дыхании происходят те же процессы, что и в зерне, но интенсивность дыхания в них намного выше. Однако в пределах рассматриваемой группы продуктов интенсивность дыхания различна и зависит от рода, вида, разновидности, сорта, степени зрелости, наличия механических и других повреждений, условий окружающей среды (температуры, относительной влажности и газового состава воздуха). Дыхательный коэффициент у всех продуктов несколько выше единицы, что указывает на наличие анаэробного процесса (особенно в семечковых и citrusовых плодах). В процессе дыхания выделяется много тепла. Тепловыделение овощей (капусты, моркови, лука) и картофеля составляет 1 008–3 780 кДж/(т·сут). Количество выделяющегося тепла зависит от вида заложенной на хранение продукции и сезона хранения. Например, тепловыделение у капусты белокочанной осенью составляет 1 680–3 780 кДж/(т·сут), весной 1 470–3 360, зимой 1 218–1 470 кДж/(т·сут). У моркови и лука оно несколько ниже, а у картофеля еще меньше. Вот почему в осенний период легче охладить картофель и труднее капусту.

Значительно и количество влаги, выделяемое овощами, плодами и картофелем в процессе дыхания и испарения, оно составляет 170–800 г/(т·сут), существенно изменяясь в зависимости от вида продукции и сезона хранения. Выделяемые при дыхании тепло, влага и

диоксид углерода следует рассматривать как суммарный результат жизнедеятельности клубней, корнеплодов, кочанов, плодов и находящихся на них микроорганизмов. На интенсивность дыхания влияют многие причины. У плодов и овощей наиболее интенсивное дыхание отмечается в первые дни после уборки, что связано с их реакцией на отделение от материнского растения. Яблоки в первый день после съема дышат в два раза интенсивнее, чем через 5 дней. Картофель дышит интенсивнее после уборки, затем этот процесс падает (период физиологического покоя) и к весне вновь возрастает. У некоторых плодов (яблоки, груши, сливы, абрикосы и др.) резкий подъем интенсивности дыхания наблюдается в начале фазы дряхления (старения), называемой климактериксом или климактерической точкой дыхания, после чего процесс вновь понижается. Многие факторы абиотической среды влияют на интенсивность дыхания. Колебания температуры в процессе хранения чаще всего усиливают его. Влажность воздуха косвенно влияет на интенсивность биохимических процессов, в том числе и на газообмен при дыхании. Пониженная влажность воздуха в хранилищах приводит к увяданию заложенной продукции, потере клетками ткани тургора и увеличению интенсивности дыхания. Существенно отражается на интенсивности дыхания состав воздуха. Снижение содержания кислорода и увеличение количества диоксида углерода подавляют дыхание в клетках тканей плодов и овощей, замедляют процесс старения и увеличивают срок хранения.

С дыханием тесно связаны лежкость и устойчивость к болезням хранящихся плодов и овощей. Наблюдается взаимосвязь дыхания и раневых реакций у картофеля и корнеплодов. Дозревание и старение плодов, период покоя и начало прорастания клубней, луковиц, корнеплодов и кочанов также связаны с процессом дыхания.

Раневые реакции. На свежесобранных клубнях механические повреждения зарубцовываются раневой перидермой. Раневая перидерма лучше всего формируется при температуре 18–20 °С, относительной влажности воздуха 95 % и свободном доступе кислорода, плохо – при температуре ниже 10 °С, относительной влажности воздуха менее 80 %, содержании кислорода в воздухе менее 10 %. Клетки паренхимы начинают делиться в направлении, параллельном поверхности механического повреждения, образуя прослойку из нескольких рядов и подобие коры. В зоне повреждения и на пути возможного проникновения патогенных микроорганизмов в паренхимных тканях, например, клубня картофеля может возникать и химический барьер (фенольные

соединения – суберин и др.). Поверхностные раны обычно заживают быстрее, чем глубокие. Если повреждение достигло сосудистой системы клубня, перидерма не образуется, при этом раны лишь подсыхают.

Созревание и старение. Наибольшей пищевой и вкусовой ценностью плоды и овощи обладают при определенной степени созревания. Дальнейшее хранение их в свежем виде приводит к старению и ухудшению качества. У большинства плодов и овощей различают следующие степени зрелости: съемную, техническую (или технологическую), потребительскую.

При съемной степени зрелости плоды и овощи, вполне развившиеся и сформировавшиеся, способны после уборки дозреть и достигнуть потребительской зрелости. При технической степени зрелости они достигают оптимальных технологических свойств для переработки на определенные продукты. При потребительской степени зрелости овощи и плоды достигают наиболее высокого качества по внешнему виду, вкусу и консистенции мякоти. При первой степени зрелости плоды готовы к съему, упаковке, отправке на дальнее расстояние и закладке на хранение. Вторая степень характеризует готовность продукции для технологической переработки, третья – для использования в свежем виде. Переход от первой степени зрелости ко второй отмечается изменениями структуры и химического состава веществ, отложенных в плодах.

Изменение окраски. Возникает в результате разрушения хлорофилла, синтеза каротиноидов и пигментированных фенольных соединений, таких как антоцианы (синие, красные). Основной пигмент спелого красного томата – ликопин, красного перца – капсантин, апельсина – виолаксантин. Каротиноиды могут синтезироваться в темноте, но не в отсутствие кислорода. Кислород, этилен и повышенная температура стимулируют данный процесс. Антоцианы обычно присутствуют в эпидермальном слое плодов. Они локализованы в вакуолярном соке и представляют собой β-гликозиды антоцианидинов. Синтез антоцианидинов зависит от света, их концентрация в кожице яблок различных сортов варьирует от 0,1 до 2,16 мг/л (на сырую массу). Цианидин преобладает в спелых плодах.

Изменение консистенции. Прочность структуры плодов в процессе созревания и хранения уменьшается. Установлены критические параметры удельного сопротивления для хранения плодов. Например, при удельном сопротивлении 75–80 г/мм² яблоки сорта Пепин шафранный целесообразно снимать с хранения, так как после этого они

начинают загнивать. У всех плодов по мере созревания часто усиливается аромат, изменяется окраска, улучшается вкус, они становятся более мягкими. Соответственно возрастает содержание растворимых пектиновых веществ вследствие гидролиза протопектина и других полисахаридов, скрепляющих клеточные стенки ткани плода.

Предварительное охлаждение в полевых условиях плодов и ягод до температуры 4 °С замедляют процессы послеуборочного дозревания и способствует сохранению энергетических запасов растительных тканей, необходимых для прохождения биологических процессов, в том числе связанных с образованием защитных веществ против возбудителей болезней.

Оно задерживает дальнейшее размягчение растительных тканей плодов и ягод в связи со стабилизацией количества протопектина и водорастворимого пектина, не изменяется и содержание каротиноидов, титруемой кислотности, в большей мере сохраняется витамин С.

Биохимические изменения. Для большинства плодов характерно постепенное накапливание сахаров. В яблоках увеличивается содержание воска, изменяется состав красящих веществ, уменьшается количество хлорофилла и соответственно увеличивается содержание каротиноидов. Один из характерных признаков созревания плодов – уменьшение наличия кислот. В процессе созревания образуются новые кислоты, например, янтарная, присутствие которой в плодах свидетельствует о начале функциональных расстройств, внешне проявляющихся в побурении тканей. Возрастает также содержание этилена (C₂H₄). Чем раньше образуется этилен, тем скорее развивается и завершается созревание. Специфическое действие этилена на плоды позволяет применять его для искусственного дозревания. Климатерический период характеризуется подъемом дыхания и меньшим потреблением кислорода. В этот период происходит новообразование белков, среди которых присутствуют ферментные. На примере капусты белокочанной и лука проследим за изменениями некоторых химических веществ при хранении. Количество аскорбиновой кислоты с октября по апрель в капусте уменьшается на 40 %; сухих веществ с 8,9–9,4 до 6,2–7,4; моносахаров с 4,1–4,6 до 2,3–2,8 %; дисахаров в феврале уже нет. К концу хранения снижается наличие катехинов, флавонов и горчичных масел. Аромат лука по мере хранения усиливается, что обусловлено повышенным содержанием пируват- и тиосульфата, определяющих это свойство. Через 40 дней их содержание составляет 75, через 6 месяцев 95 (мк·моль)/г сухого вещества.

Период покоя и способы предупреждения прорастания. Покой – определенный период в жизненном цикле растений, во время которого сильно понижена интенсивность многих физиологических процессов и отсутствует видимый рост. Продолжительность покоя – генетический признак сорта. Во время покоя под действием природных ингибиторов роста – веществ фенольной (кофейная кислота и скополетин) и терпеноидной (абсцизовая кислота) природы – блокируются некоторые биохимические процессы. Глубокий покой рассматривают, как состояние, вызванное гормонами, ингибирующими рост, или модифицирующими факторами, которые поступают в зародыш или почку от родительского растения, когда оно достигает определенной стадии развития либо подвергается воздействию определенных факторов окружающей среды. С другой стороны, глубоким покоем считают состояние, обусловленное прекращением поступления гормонов, ускоряющих рост. Температура хранения – важнейший фактор, от которого зависит продолжительность периода покоя.

Физиологические расстройства. Нарушение естественных физиологических функций, в первую очередь дыхания каждой клетки и всего организма, приводит к физиологическим расстройствам. Их вызывают неблагоприятные внешние условия в период роста растений, во время уборки урожая, транспортирования и хранения продукции.

Почернение сердцевин клубней. Наблюдается у картофеля многих сортов, после длительного хранения при температуре 0 °С. Отмечена взаимосвязь между увеличением содержания тирозина и почернением сердцевин клубней. Накапливается также молочная кислота, происходит смещение величины рН в кислую зону (с 5,6 до 4,1), неблагоприятную для согласованной работы ферментов, активизирующих окисление и восстановление веществ полифенольной природы, которыми обусловлено почернение растительных тканей. Заболевание усиливается, если в картофель вносят избыток азотных удобрений и хранят при низких температурах. Меньше темнеют клубни с низким содержанием крахмала и большим количеством калия.

Точечный некроз капусты. Азотные удобрения усиливают заболевание, а калийные, борные, известковые снижают, но не устраняют его. На поражение капусты точечным некрозом значительно влияет температура: при 0 °С больных кочанов больше. Важен и сорт. При одинаковой агротехнике и условиях хранения капуста сорта Зимовка 1474 поражается точечным некрозом меньше, чем капуста сорта Амагер 611. Первые признаки заболевания появляются в поле перед

уборкой. В процессе хранения болезнь распространяется и достигает максимума в марте-апреле. Для снижения поражения заболеванием при вырезке кочерыг отбирают и отбраковывают маточники, сильно пораженные точечным некрозом. Особое внимание обращают на отбор маточников капусты при производстве элитных семян.

Распад тканей лука. Наблюдается как в полевых условиях, так и при хранении. Две, три внешние мясистые чешуи луковицы становятся сероватыми и водянистыми. Болезнь проявляется в большей степени при высокой температуре и повышенной влажности воздуха в хранилище. Хранение лука при температуре, близкой к 0 °С, и относительной влажности воздуха около 65 % сдерживает развитие болезни.

Повреждение, вызываемое охлаждением. Несмотря на то, что основной режим хранения – термоанабиоз (при пониженных температурах), некоторые виды плодов и овощей при слишком долгом хранении на холоде повреждаются настолько сильно, что происходящие в них физиологические процессы нарушаются или затухают. В результате естественный иммунитет падает, а процессы разложения идут гораздо интенсивнее. Сильно повреждаются при охлаждении бананы, цитрусовые плоды, тыква, баклажаны, перец, картофель, томаты. Для каждого вида существуют определенные пределы допустимого охлаждения, не вызывающие порчи. Подобное повреждение часто проявляется не сразу после выемки плодов и овощей из хранилища и холодильников, а только несколько дней спустя.

Стекловидность плодов. Характеризуется появлением на поверхности плодов больших просвечивающихся участков неправильной формы. На срезе видны полости, наполненные соком, чаще всего вокруг сердцевины. Такие плоды тяжелые, твердые, невкусные. У пораженных плодов при хранении наблюдается побурение мякоти.

Побурение кожицы (загар). Распространенное заболевание. Проявляется в побурении пяти-шести слоев клеток кожицы и часто начинается в области чашечки. Иногда поражаются даже ткани мякоти яблок, груш. Развитие заболевания провоцируют высокие дозы азотных удобрений, загущение кроны, ранний сбор плодов (особенно сорта Антоновка обыкновенная), поздние и обильные поливы, перепады температуры хранения, высокая влажность, слабая вентиляция камер. Обычно загар проявляется через 2–4 месяца хранения. Плоды больше страдают загаром в годы, когда в конце сезона стоит жаркая сухая погода.

Подкожная пятнистость (горькая ямчатость). На поверхности плодов горькую ямчатость различают по маленьким вдавленным пятнам диаметром 2–3 мм. Они расположены в верхней части плода вокруг чашечки, как правило, с одной стороны, хорошо видны при съеме. В процессе хранения пятна буреют, а мякоть под кожицей в местах впадин становится коричневой и приобретает горький вкус. Основная причина горькой ямчатости – дефицит кальция. Оптимальное содержание кальция в плодах должно составлять 0,07–0,08 % на абсолютно сухое вещество. Поражаемость горькой ямчатостью также усиливается при нерегулярных поливах сада, избытке калия, внесении солей магния.

Внутреннее побурение мякоти плодов. Обычно происходит при хранении их в холодильниках с низкими температурами (близкими к 0 °С). Предположительно связано с нарушением окислительных процессов, сопровождающихся накоплением ацетальдегида и метилового спирта. Побурение возникает сначала вокруг сердечка, затем у основания. Особенно поражаются крупные плоды, выращенные на молодых, сильно растущих деревьях.

Пухлость (побурение мякоти от перезревания). Пораженные плоды слегка буреют, мякоть теряет плотность, становится мучнистой, сухой и безвкусной. Они легче здоровых яблок, легко продавливаются пальцем, нередко растрескиваются, если в камерах высокая влажность воздуха. Чаще поражаются крупные плоды с низким содержанием кальция, большим количеством азота, поздно убранные.

Увядание плодов. Обычно обусловлено низкой влажностью воздуха в хранилище (менее 80 %). Плоды сморщиваются, резко уменьшается их масса. Мелкие, преждевременно снятые плоды, пораженные паршой, увядают сильнее, чем средние, здоровые, убранные в оптимальные сроки.

7. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ХРАНЕНИИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Основная причина порчи плодов и овощей при хранении – активное развитие микроорганизмов. Товарные качества могут резко ухудшиться во время транспортирования и хранения, а также вследствие развития вирусов. Например, наружные листья капусты содержат 1–2 млн микробов в пересчете на 1 г. Еще более обильная микрофлора на клубнях и корнеплодах, так как они формируются в почве. Наибо-

лее распространенные фитопатогенные микроорганизмы, поражающие плоды и овощи во время уборки, транспортирования и хранения вызывают следующие болезни:

- микозы – плодовая (*Monilia fructigena Pers.*), голубая (*Penicillium expansum Thom.*), зеленая (*Penicillium glaucum Linn.*), серая (*Botritis cinerea Pers.*), розовая гнили (*Fusarium oxysporum Schlecht*), фомоз (*Phomobetae Frank*), фитофтора (*Phytophthora infestans de Bary*), серая плесень (*Rhizopus nigri cans Her.*), черная плесень (*Aspergillus niger van Tiegh*);

- бактериозы – слизистый бактериоз, мокрая гниль (*Erwinia carotovora HollandetErw.*), мокрая бактериальная гниль картофеля (*Pseudomonas xanthochlora Stapp.*);

- вирусы (*Cucumis virus 1, Cucumis virus 2*).

Активное развитие микроорганизмов на овощах, плодах и картофеле часто сопровождается большим выделением тепла, скапливающегося в результате плохой тепло- и температуропроводности. В зависимости от вида продукции, способа и условий хранения иногда самосогревание развивается слабо, малозаметно, в других случаях протекает сильно и быстро. В какой бы степени самосогревание не проявлялось при хранении, оно наносит большой вред. Начавшийся процесс самосогревания сам по себе не останавливается до его завершения. Только срочное охлаждение способом активного вентилирования или переборки позволяют спасти часть продукции от порчи. Если овощи и картофель рассредоточены и хранятся в ящиках или контейнерах, то типичной картины самосогревания обычно не наблюдается, а происходит порча пораженной болезнями продукции без значительного повышения температуры. Представление о лежкости овощей, плодов, ягод и картофеля получают по скорости тепловыделения в процессе дыхания. Чем она выше, тем ниже лежкость продукции. Для длительного хранения непригодны малина, груши летних сортов, вишня и персики.

Разработан электрофизический способ защиты овощей и плодов от возбудителей болезней при хранении. Он основан на повышении естественного иммунитета самих растительных тканей с помощью химически нейтрального индуктора микротоков. Пропускание слабого электрического тока через массу овощей и плодов получило название микротоковой стабилизации (МКТС). Повышение устойчивости корнеплодов при постоянном воздействии микротоков плотностью 1 мкА/см^2 объясняют стабилизацией молекул белка, входящих в биомембранные клетки, в результате связей, образующихся при переносе заряда.

8. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО И ЛЕЖКОСТЬ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Сорт. Для закладки на длительное хранение отбирают продукцию сортов, обладающих хорошей лежкостью.

Зона выращивания. Сортовая технология хранения овощей, плодов и картофеля учитывает особенности сорта и его реакцию на факторы абиотической и биотической среды. Картофель, выращенный в предгорьях, хранится лучше, чем тот же сорт, полученный в приморских районах.

Условия года. Обычно в годы с прохладным дождливым летом в плодах и овощах накапливается меньше сахаров, они менее ароматны, менее вкусны, обладают пониженной лежкостью.

Агротехника. Включает комплекс факторов: сроки сева (посадки) и уборки, удобрения, обработку почвы, поливы и др. **Удобрения.** При увеличении дозы калия и фосфора содержание в плодах и овощах повышается, ускоряется созревание. Азот снижает сахаристость, задерживает вызревание. Повышенные дозы азотных удобрений способствуют накоплению в плодах и овощах нитратов больше допустимых норм. Сказывается и форма удобрений. Хлористый калий и сильвинит снижают крахмалистость картофеля, а фосфорнокислые наоборот повышают. При известковании почвы уменьшается отрицательное действие хлористого калия. Избыточные азотные удобрения снижают выход товарной продукции за период хранения. Однако в комплексе с другими они не оказывают резкого влияния на крахмалистость картофеля, но повышают его урожайность.

Орошение. Овощи, выращенные на тяжелых глинистых почвах с высоким содержанием грунтовых вод, обладают пониженной лежкостью. Овощи и плоды, полученные на окультуренных почвах, легких и средних по механическому составу, без избыточного увлажнения, хранятся лучше. **Сроки сева (посадки) и уборки.** Очень важный фактор. Например, морковь, убранная раньше, незрелая, с меньшим количеством сахара и каротина, с повышенным содержанием воды обладает пониженной устойчивостью к хранению. Если же убрать морковь на месяц позже по сравнению с оптимальным сроком, корнеплоды перезреют, трескаются, становятся нестойкими при хранении. Значительные потери при хранении овощей и плодов в результате механических повреждений при уборке и транспортировании. За период хранения

теряется до 40 % клубней. Механически поврежденные клубни в полтора раза больше испаряют воды, значительное их количество повреждается болезнями. Даже при бережном обращении с овощами и плодами нельзя полностью избежать механических повреждений. Поэтому перед закладкой на хранение применяют приемы, повышающие устойчивость продукции (активное вентилирование, обсушивание, отделение примесей, озеленение семенного картофеля и др.).

Снятые, но несортированные плоды нельзя рассматривать как товарную продукцию, так как необходимое условие для нее – однородность качества, соответствие стандарту. Плоды для хранения убирают вручную, тщательно сортируют, удаляя при этом дефектные экземпляры, упаковывают в стандартные ящики. Для сокращения потерь плодовоовощную продукцию рекомендуют покрывать пленками, которые подавляют рост грибов, сохраняют вкусовые и товарные качества. Пленка обладает хорошей адгезией и избирательной газопроницаемостью, способствует увеличению диоксида углерода и уменьшению кислорода внутри плодов, что увеличивает сроки хранения.

Для повышения качества земляники, малины, черной смородины соблюдают следующие условия: подбирают устойчивые к грибным болезням сорта, сохраняют естественный иммунитет, проводят уборку в оптимальные сроки, используют малогабаритную тару, немедленно охлаждают урожай и без замедления транспортируют к месту назначения с использованием искусственного холода. Снижение качества овощей, плодов и картофеля, и потери их массы при хранении происходят в результате: затрат сухих веществ на хранение; частичного испарения влаги; прорастания или израстания в ранневесенний период; физиологических расстройств; повреждения микроорганизмами; самоогревания; повреждения нематодами, клещами, насекомыми, грызунами; запаривания, удушья, подмерзания, механических повреждений (травмирования). Из всех перечисленных видов потерь правомерные, обусловленные биологической природой объекта хранения – потери сухого вещества в процессе дыхания и частично в результате испарения влаги. Данные потери учитываются нормами естественной убыли. Другие виды потерь продукции при хранении неправомерные, они могут и должны быть предупреждены.

9. РЕЖИМЫ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Для успешного хранения плодоовощной продукции учитывают следующие абиотические факторы: температуру продукции и окружающей среды, влажность воздуха окружающей среды, доступ воздуха и его газовый состав в массе продукции и в окружающей среде. Таким образом, под *режимом* хранения овощей и плодов понимают оптимальное сочетание условий внешней среды, обеспечивающих их максимальную сохраняемость. Для рассматриваемой группы продуктов применяют в основном два режима хранения: *в охлажденном состоянии* (в условиях термоанабиоза в модификации психроанабиоза); *в охлажденном состоянии в РГС* (регулируемой газовой среде) или *МГС* (модифицированной газовой среде), то есть в условиях сочетания термоанабиоза с аноксианабиозом.

Выбор режима хранения определяется экономической и технологической целесообразностью. На создание второго режима хранения необходимы более высокие затраты, однако они компенсируются его высокой технологической эффективностью.

Хранение в охлажденном состоянии. При пониженных температурах, близких к 0 °С, ослабевает или подавляется жизнедеятельность всех компонентов, входящих в состав продукции. При этом снижается интенсивность дыхания живых клеток и процессов гидролиза в тканях плодов и овощей; задерживается активное развитие микроорганизмов; значительно увеличивается или приостанавливается продолжительность цикла развития нематод, клещей и насекомых. Температура хранения оказывает существенное влияние на убыль массы и потери от загнивания. При повышенных температурах возрастает интенсивность дыхания и испарения воды, усиленно развиваются микроорганизмы. Однако понижать температуру можно до определенных пределов. Нижний предел ограничен температурами, вызывающими функциональные расстройства или замораживание. Температура замерзания большинства плодов и овощей находится в пределах от –1 до –4 °С. Хранение при такой температуре применяется редко, поскольку низкие температуры могут вызвать необратимые изменения в плодах и овощах (побурение мякоти у яблок). И вообще к температуре хранения у каждого вида плодоовощной продукции свои требования. Например, перец, спаржу или лимоны нельзя длительно выдерживать при температурах ниже рекомендуемых из-за опасности холодовых повреждений.

У бананов и ананасов при температуре ниже 10 °С, у зеленых томатов – ниже 6, у цитрусовых – ниже 3 °С наблюдается застуживание, после чего они теряют способность к дозреванию. Особенностью персиков является возрастание интенсивности дыхания при снижении температуры до 2–4 °С сильнее, чем при 5 °С. Общим требованием оптимального температурного режима хранения является также отсутствие резких перепадов температуры и относительной влажности воздуха, так как даже при незначительном повышении температуры на стенах, потолке хранилища и на продукции может образоваться конденсат. Установлено, что колебание температуры в хранилище на 1 °С обуславливает изменение относительной влажности воздуха на 5–6 %. При повышении температуры относительная влажность уменьшается, в результате чего повышаются потери массы продукции.

Хранению овощей, плодов и картофеля в охлажденном состоянии способствует их плохая тепло- и температуропроводность. В связи с этим возможно сохранять данную продукцию, используя пониженные температуры в осенне-зимне-весенний период, благодаря естественному холоду, или используя искусственный холод. Медленно устанавливается такой режим в хранилищах с естественной вентиляцией, быстрее – в хранилищах, оборудованных установками активного вентилирования, еще быстрее в холодильниках с искусственным охлаждением.

Сочную продукцию по отношению к температуре хранения в основной период условно можно разделить на 3 группы:

1-я – может храниться при температурах ниже 0 °С: капуста, лук, чеснок, некоторые сорта яблок и груш и др.;

2-я – может храниться при низких положительных температурах (+1...+5 °С): картофель, корнеплоды, яблоки и др.;

3-я – может храниться при относительно высоких положительных температурах (+8...+12 °С): томаты, перцы, баклажаны, тыквенные и др.

Специфичным является отношение плодов и овощей к влажности воздуха при хранении. Нельзя допускать как увядания продукции (при низкой влажности), так и ее отпотевания (при охлаждении продукции ниже точки росы), что способствует развитию фитопатогенных микроорганизмов. Обычно рекомендуется поддерживать относительную влажность воздуха в пределах 85–95 % и чуть выше для капустных и зеленых овощей, для лука и чеснока она должна быть не выше 75–80 % (табл. 1).

Хранение в РГС и МГС. Плоды и овощи, заложенные в холодильные камеры с РГС, дольше сохраняют товарные качества, биологическую и витаминную ценность, консистенцию и аромат. Это объясняется тем, что при снижении в воздухе окружающей среды концентрации кислорода подавляется жизнедеятельность вредителей и аэробных микроорганизмов, замедляется старение, значительно снижается интенсивность дыхания в тканях плодов, а значит и естественная убыль.

Газовый состав воздуха в камерах устанавливают с учетом сортовых особенностей плодов и овощей. Газовые среды подразделяют на три типа: *нормальные*, когда сумма процентов диоксида углерода и кислорода составляет 21 % (например, CO₂ – 5 и O₂ – 16); *субнормальные*, когда резко понижено содержание кислорода (до 3–5 %), а количество диоксида углерода сохраняется на высоком уровне (3–6 %); среды без диоксида углерода при пониженной концентрации кислорода (3 %) (табл. 2).

Таблица 2. Режимы хранения плодовоовощной продукции в РГС

Вид продукции	Температура хранения, °С	Состав газовой среды, %			Продолжительность хранения, суток
		CO ₂	O ₂	N ₂	
Яблоки, груши	+2...+4	1–5	2–3	92–97	180–270
Вишня, черешня	0...+1	1–5	2–3	92–97	55–75
Слива	0...+1	1–5	2–3	92–97	90–100
Виноград	0...+1	1–5	2–3	92–97	120–180
Капуста белокочанная	+1...+2	3–5	2–3	92–97	240–270
Морковь	+2...+3	5–8	2–3	89–92	240–270
Томаты: красные	+2...+8	3–5	3–8	87–94	90
зеленые	+10...+15	1–2	2–5	94–97	120
Перец	+7...+8	2–3	2–3	94–96	100
Баклажаны	+10...+12	3–5	3–4	92–95	70

Однако следует учесть, что очень низкие концентрации кислорода (ниже 2 %) и предельно высокие концентрации диоксида углерода (более 10 %) могут приводить к отрицательным последствиям: появлению ожога поверхностных тканей, пухлости плодов, образованию водянистых пятен на поверхности кожицы, изменению окраски.

Поскольку использование РГС существенно увеличивает затраты на хранение, ее целесообразно использовать в первую очередь для дорогостоящей продукции или долгосрочного хранения значительных объемов продукции с гарантированным рынком сбыта.

Способами создания МГС являются упаковывание плодов в небольшие пакеты из полиэтиленовой пленки, применение полиэтилено-

вых вкладышей для ящиков и контейнеров. Для поддержания РГС применяются: поглотители (скрубберы) CO₂; диффузионные вставки из пленки, обладающей селективной (избирательной) проницаемостью для разных газов; газообменники-диффузоры, газогенераторы и баллоны с газами.

10. СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ, ТИПЫ ХРАНИЛИЩ

Для хранения плодоовощной продукции применяют два основных способа хранения: *полевой* и *стационарный*.

Полевой способ хранения некоторых видов овощей (капуста белокочанная, столовые корнеплоды) распространен в условиях небольших сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств и не требует больших затрат. Это хранение продукции в простейших хранилищах – буртах и траншеях.

Бурты – валообразные насыпи овощей или картофеля, уложенные на грунте (на поверхности земли или в неглубоком длинном котловане) и укрытые какими-либо термо- и гидроизоляционными материалами. **Траншеи** – канавы, вырытые в грунте, в которые засыпают или укладывают овощи и картофель, а затем также укрывают.

При правильной закладке картофеля и овощей в бурты и траншеи и надлежащем уходе за ними хранение может быть вполне успешным. В южной зоне используются малогабаритные бурты (ширина – 1,5–2 м, высота – 1–1,5 м, длина – до 15 м) и траншеи (ширина и глубина – 0,5–1 м, длина – 5–10 м). Для укрытия траншей и буртов чаще всего применяют землю и солому с чередованием в два-три слоя. Толщина укрытия обусловлена погодными условиями и видом продукции.

Овощи (капуста, свекла, морковь) размещают в буртах и траншеях следующими способами: *насытью с переслойкой* землей или песком; *насытью без переслойки, но с приточно-вытяжной или активной вентиляцией*. Для устройства приточно-вытяжной вентиляции применяются приточные и вытяжные трубы, по дну траншей и буртов выкапываются неглубокие вентиляционные канавки, которые укрывают решетками.

Эффективность полевого способа хранения и возможности поддержания оптимального режима во многом зависят от погодных условий в осенне-зимний период. Это наиболее дешевый способ хранения картофеля и овощей.

Основным способом хранения всех плодов и ягод, большей части картофеля и овощей является *стационарный* – в специально построенных хранилищах. При этом способе имеется значительно больше возможностей для поддержания оптимального режима хранения.

Строят хранилища по различным типовым проектам, *вместимость* их от 200 до 10 000 т продукции. Крупные хранилища (на плодоовощных базах) более экономичны для больших партий плодов и овощей: затраты на единицу хранящейся продукции в случае полной загрузки в них меньше, чем в мелких хранилищах. В сельскохозяйственных предприятиях более рационально строить хранилища малой и средней вместимости.

Флодоовощехранилища бывают *наземные, полузаглубленные и заглубленные* в грунт. Их также классифицируют по видам продукции: *картофеле-, корнеплодо-, капусто-, луко-, плодо- и универсальные* (для любого вида продукции) хранилища. Большинство хранилищ одноэтажные, прямоугольные. Но есть хранилища двухэтажные, например, для семенного картофеля.

По системе поддержания режима хранения выделяют хранилища с *вентиляцией* (приточно-вытяжной, принудительной и активным вентилированием), с *искусственным охлаждением* (холодильники) и с *отоплением*.

Система принудительной и активной вентиляции включает в себя мощные вентиляторы с заборной шахтой, магистральные и распределительные воздухопроводящие каналы с вентиляционными решетками. Система приточно-вытяжной (естественной) вентиляции состоит из приточных и вытяжных труб и вентиляционных люков.

В холодильниках используются *компрессорные холодильные установки*, представляющие собой замкнутую систему, состоящую из компрессора, испарителя (рефрижератора) и конденсатора. Охлаждение продукции осуществляется за счет изменения агрегатного состояния *хладагента* (фреон, аммиак), имеющего низкую отрицательную температуру кипения. Хладагент вскипает в испарителе, находящемся в холодильной камере, и при этом забирает тепло от продукта. Затем он компрессором перекачивается в конденсатор, где под давлением переходит в жидкое состояние, отдавая при этом тепло.

При стационарном способе хранения плодоовощную продукцию размещают: в *закромах* хранилища, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией с высотой загрузки овощей 1,2–1,5 м; *насытью* в *крупных закромах*, оборудованных активной вентиляцией, с высотой

загрузки 2,5–4 м (иногда до 5–6 м); *сплошной насыпью (навалом)* в хранилищах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5–5 м; в *таре* на поддонах с высотой 8–10 *ящиков* в штабелях и 3–4 рядов *контейнеров*, высота загрузки 3–5 м, хранилище оборудовано принудительной вентиляцией. Продукцию можно также хранить на стеллажах в 3–4 яруса (лук, чеснок) или уложенную в пирамиды (с переслойкой песком для моркови).

Ящичные поддоны устанавливают в камерах штабелями высотой не более 5,5 м. Расстояние между потолком камеры и верхом штабеля должно быть не менее 0,8 м. Расстояние от стен и пристенных колонн камеры, не имеющих смонтированных на них отопительных или охлаждающих приборов, до штабелей – не менее 0,3 м, а при их наличии – не менее 0,8 м. Расстояние между штабелями одной партии должно быть 0,05–0,1 м, а между разными партиями – не менее 0,6 м. В камере шириной до 12 м оставляют боковые проходы шириной 0,6–0,7 м, а в камере шириной более 12 м – центральный проезд шириной 2–3 м.

Ягоды и скоропортящиеся плоды косточковых культур, томаты необходимо хранить в мелкой таре, например, в стандартном деревянном ящике 1–1 вместимостью 8–12 кг и высотой насыпи 5–10 см или укладкой в 1–2 слоя (например, персики и виноград). Для яблок и груш зимних сортов широко применяется деревянный или фанерный ящик 3–1 вместимостью 25–30 кг (размеры 60×40×30 см). На дно ящика рекомендуется насыпать деревянную стружку, а плоды уложить шахматным или диагональным способом для уменьшения степени механических повреждений. Отборные плоды высшего сорта можно завернуть в бумагу, это трудоемкое мероприятие, однако позволяющее продлить сроки хранения и уменьшить потери в массе и качестве.

Картофель и легкие овощи предпочтительнее хранить в крупногабаритных контейнерах СП-5-0,70 вместимостью 400–500 кг, или в полуконтейнерах СП-5-0,45 вместимостью 250–300 кг. Это позволяет более рационально использовать хранилище: на 1 т продукции занимает примерно в 1,5 раза меньше объема, чем при хранении в мелкой таре. При использовании полиэтиленовых вкладышей в ящиках и контейнерах естественная убыль продукции значительно снижается.

Партии плодов и овощей разных помологических или ботанических сортов на длительное хранение должны, как правило, закладываться в отдельные секции или камеры. Допускается хранить в одной камере несколько видов продукции с одинаковыми требованиями к температурно-влажностному и газовому режиму, одного периода

сьема и сроков хранения. Не допускается хранение в одной камере винограда и других плодов, а также различных видов плодов, обладающих ярко выраженным ароматом.

В процессе хранения ведется учет плодоовощной продукции, определяются и списываются по актам естественная убыль и абсолютные отходы.

11. ХРАНЕНИЕ КАПУСТЫ

Капуста отличается относительной устойчивостью к небольшим отрицательным температурам, повышенным влаго- и тепловыделением, поэтому ее быстро охлаждают в хранилище или в специальных траншеях. Для длительного хранения выбирают неповрежденные, плотные головки капусты позднеспелых сортов

В *основной* период хранения поддерживают температуру $-1 \dots 0$ °С и относительную влажность воздуха 90–98 %. Маточники капусты хранят при температуре $1 \dots 2$ °С. Более высокая температура хранения нежелательна, так как активизирует развитие серой плесени. Температура ниже -1 °С опасна, поскольку приводит к образованию *тумака* (побурению и загниванию кочерыги), хотя наружные зеленые листья даже после воздействия температуры $-5 \dots -7$ °С «отходят». Повторное замораживание капуста переносит хуже.

У капусты нет состояния глубокого физиологического покоя. К моменту уборки ее верхушечная почка, которой принадлежит регулирующая роль во всех процессах развития, находится в вегетативном состоянии. Если в это время растения высадить в грунт при благоприятных условиях (в теплице), то рост их продолжится, но цветение и образование семян не наступят. Для завершения дифференциации верхушечной почки необходимо хранение кочанов при пониженной температуре.

Продолжительность периода покоя и лежкоспособность капусты зависят в основном от сортовых особенностей. При температуре хранения 0 °С лежкость составляет для сорта Зимовка 1474 – 120–140 дней, Амагер 611 – 100–110, Подарок и Белорусская 455 – 80–90, Слава 1305 – 40– 50 дней.

На скорость дифференциации почек и, таким образом, на лежкоспособность капусты сильно влияют особенности агротехники. Выращивание рассады лежких сортов в условиях открытого грунта, где молодые растения подвергаются действию пониженных температур (3–5 °С) в

течение 5–10 дней, вызывает ускорение дифференциации верхушечной почки и увеличение количества треснувших при хранении кочанов по сравнению с выращиванием рассады в пленочных теплицах, где поддерживают температуру выше 10 °С.

Усиленное азотное питание капусты в поле также приводит к ускорению дифференциации верхушечной почки и увеличению количества треснувших при хранении кочанов. Усиленное калийное питание действует противоположным образом.

Важной особенностью капусты является ее относительная устойчивость к кратковременному действию отрицательной температуры. Кочаны лежких сортов, например, Амагер 611, выдерживают на корню осенние заморозки до –3 °С, а савойская капуста не повреждается морозами до –5 °С. Срубленные кочаны менее устойчивы к морозу, особенно губительны для них повторные заморозки. Способность «отходить», т. е. восстанавливать тургор и нормальное течение физиологических процессов, в этом случае утрачивается. Продолжительное воздействие отрицательной температуры при хранении может привести к образованию так называемых тумачков – кочанов, внутренняя часть которых темнеет, а затем разлагается, хотя снаружи кочан кажется неповрежденным. Тумаки образуются вследствие того, что внутренняя часть кочана, особенно зона верхушечной почки, наиболее чувствительна к отрицательной температуре. Температура замерзания тканей зоны верхушечной почки находится в пределах –0,8...–1,0 °С, кочерыги –1,5...–1,8, листьев, кочана –3...–4 °С. Кроме того, промораживание кочанов по плотной ткани кочерыги происходит примерно в 1,5 раза быстрее, чем слоев листьев кочана, поэтому внутренняя зона верхушечной почки гибнет раньше, чем наружная. Затем при согревании капусты верхние слои листьев кочана восстанавливают жизнедеятельность, а внутренняя часть начинает разлагаться, в поврежденных тканях образуются повышенные количества спирта, уксусного альдегида, а также темноокрашенные вещества типа меланоидинов и дурно пахнущие продукты разложения белков.

В процессе хранения кочаны капусты выделяют значительное количество теплоты и влаги, в близких условиях – примерно вдвое больше, чем картофель. Интенсивность тепловыделения при температуре в период уборки около 8 °С достаточна, чтобы повышать температуру штабеля кочанов примерно на 1 °С в сутки. Следовательно, если уложить капусту штабелями большого размера, она легко самосогревается. Следует соблюдать рекомендации по размерам штабелей

капусты в буртах и хранилищах в каждой климатической зоне с учетом показателя удельной вентиляционной поверхности.

Влаговыведение у капусты достигает 800–1 000 г/т в сутки осенью и 500–600 г/т зимой. В капустохранилищах воздух быстро насыщается влагой, отпотевают стены, перекрытия и сами кочаны, в результате развиваются грибные болезни.

Производительность системы вентиляции в капустохранилищах бывает более высокой, чем в хранилищах, предназначенных для хранения других видов продукции.

Режим хранения капусты белокочанной и краснокочанной продовольственного назначения подразделяют на два периода: *охлаждение и основной*. Оптимальная температура хранения продовольственной капусты –1 °С. Непродолжительные понижения до –1,5 °С неопасны, но допускать их в течение длительного времени не рекомендуется, это может привести к образованию тумачков. Нежелательно, чтобы температура превышала 0 °С, так как при этом на кочанах начинает развиваться серая гниль.

Относительная влажность воздуха при хранении капусты бывает высокой вследствие интенсивного влаговыведения. В пространстве между кочанами в штабеле она приближается к 97–98 %, а в атмосфере хранилища колеблется в пределах 93–96 %.

Такая влажность способствует сохранению массы кочанов, так как потери влаги на испарение в этих условиях невелики. Однако стремление избежать отпотевания, которое способствует массовому развитию серой гнили и других болезней, вынуждает рекомендовать для хранения капусты менее высокую влажность воздуха – 90–95 %.

Кочаны хорошо сохраняются и при сравнительно низкой влажности воздуха (70–80 %). При этом 1–2 слоя верхних листьев кочана очень сильно усыхают и становятся подобны пергаменту. Но зато эти высохшие листья выполняют функции защитной оболочки, которая предотвращает потери воды и поражение микроорганизмами остальных листьев. Потери массы при этом бывают выше, чем при высокой относительной влажности воздуха, примерно в 1,5 раза, но микробиологической порчи практически не бывает совсем.

Оптимальный состав РГС при хранении капусты: 5 % CO₂, 3 % O₂ и 92 % N₂. В таких условиях даже при температуре 2–3 °С кочаны хранятся 8–9 месяцев при незначительных потерях. В регулируемой атмосфере замедляются процессы дифференциации верхушечной почки, удлиняется период покоя и кочаны не растрескиваются даже при хранении до июля.

Температурный режим хранения маточников отличается от режима хранения продовольственной капусты. В процессе хранения маточников необходимо обеспечить полное формирование генеративных органов будущего семенного куста и, следовательно, высокого урожая семян. Оптимальная температура для этого 1–2 °С, однако в таком случае маточники сильно поражаются болезнями. Исследования показали, что хранение маточников капусты при дифференцированном температурном режиме (до начала февраля при 0–1 °С, а далее при 2 °С) увеличивает выход после хранения здоровых кочерыг, обеспечивает полную дифференциацию верхушечной почки и формирование генеративных органов. В поле такие растения хорошо развиваются и дают высокий урожай семян. Рекомендуется также другой дифференцированный режим хранения маточников капусты (вначале при температуре 1–2 °С для завершения процессов дифференциации почек, а затем до высадки в поле при 0–1 °С для подавления болезней).

В процессе уборки капусты необходимо принимать меры по защите кочанов от механических повреждений. Перевозка капусты розеткой листьев, которые перед закладкой на хранение удаляют, предотвращает повреждение кочанов.

Незначительно повреждается капуста при перевозке в контейнерах, но этот способ связан с высокими затратами на тару и поэтому не нашел широкого применения.

При закладке капусты на длительное хранение следует тщательно отбраковывать кочаны, сильно поврежденные механически, а также пораженные вредителями и болезнями. Кочаны нужно отбирать выравненные, среднего размера. У слишком мелких снятие даже одного слоя листьев при зачистке после длительного хранения означает потерю 5–7 % массы. У крупных кочанов часть массы, приходящаяся на то же количество снятых листьев, значительно ниже, но они быстрее начинают растрескиваться во время хранения и теряют товарный вид.

Закладывают на хранение кочаны с 4–5 плотно прилегающими зелеными листьями. Защищать капусту «добела» в этот период, нельзя – зеленые прилегающие листья более устойчивы к болезням и защищают внутреннюю часть кочана. Но не следует оставлять розеточные листья, хотя они и защищают кочан от механических повреждений при загрузке. Розеточные листья забивают просветы между кочанами. Это уменьшает скважность штабеля капусты, затрудняет воздухообмен, вызывает отпотевание, запаривание продукции и приводит к большим потерям.

В хранилищах с естественной вентиляцией капусту хранят в таре – ящиках-клетках, контейнерах, размещая их штабелями. Этот способ позволяет механизировать погрузо-разгрузочные работы в хранилище (рис. 1). Широкое применение нашел наиболее совершенный и экономичный способ хранения капусты – высоким слоем в хранилищах с активным вентилированием (рис. 2).



Рис. 1. Хранение капусты в таре: *а* – в ящиках клетках; *б* – в контейнерах; *в* – сетках

Кочаны при помощи загрузчика ТЗК-30 или системы транспортеров СТХ-30 загружают сплошным штабелем по всей площади пола хранилища высотой 2,5–3,0 м. Лишь у стен оставляют узкие проходы (около 0,5 м). Такую загрузку применяют для закладки капусты лежких сортов без повреждений и в сухую прохладную погоду. Если же качество кочанов низкое, а убирали капусту в дождливую погоду, то в хранилище оставляют свободным центральный проход или проезд, располагая по обе стороны от него высокие штабеля (до 2,5 м). Боковые штабеля иногда разделяют на отдельные секции длиной 4–8 м на 20–40 т каждая. В этом случае при согревании и порче капусты в ка-

кой-либо секции штабеля можно предпринять необходимые меры (уменьшить слой, перебрать, зачистить и реализовать продукцию). Хранение капусты высоким слоем оказалось эффективным благодаря снижению потерь, увеличению полезного объема хранилищ и возможности механизированной укладки капусты на хранение.



Рис. 2. Хранение капусты насыпью

Заполненные кочанами контейнеры устанавливают в камерах штабелями шириной по 3–4 контейнера, по 4–5 ярусов в высоту. Хорошие результаты дает применение вкладышей в контейнеры из полиэтиленовой пленки толщиной 100–150 мкм. Для того чтобы в нижней части контейнера не накапливался конденсат воды и CO_2 , в дне вкладыша делают перфорацию, площадь которой составляет 25 % площади основания упаковки.

Эффективно хранение капусты в модифицированной газовой среде (МГС) с применением полиэтиленовых упаковок-накидок вместимостью 5–25 т. Контейнеры с кочанами устанавливают в камере хранения штабелями, охлаждают и через 7–10 суток герметично укрывают полиэтиленовыми накидками, в боковые стенки которых вклеены газоселективные мембраны. Через 3–4 недели под накидками создается МГС, содержащая 4–5 % CO_2 и 13–15 % O_2 . В результате потери при хранении уменьшаются на 15–20 %.

В процессе хранения капусты необходимо регулярно контролировать температуру как в хранилище, так и в штабеле продукции. Следу-

ет осматривать кочаны и удалять сильно загнившие, проросшие. Зачищать кочаны до реализации не следует, так как это способствует распространению болезней. При сильном развитии грибных болезней необходимо добиться снижения температуры до $-1 \dots -1,5$ °С.

Перед реализацией кочаны зачищают ножом в соответствии с требованиями стандарта, стараясь не слишком подрубать и срезать листья. В торговую сеть капусту отправляют затаренной в сетки, ящики-клетки, контейнеры. Одному рабочему на зачистку 1 т капусты требуется 10–12 ч, работа ведется в тяжелых условиях в хранилище, где низкая температура сочетается с высокой влажностью воздуха. Создана машина для зачистки кочанов ЗМОК-2, которая подрезает кочерыгу и удаляет загнившие листья. Обслуживают ее 2 человека, производительность 2 т/ч, отходы при работе машины не превышают отходов при ручной зачистке.

Маточники хранят с кочанами, как и продовольственную капусту. Если кочерыга мощная, с достаточным запасом пластических веществ, то ее вырезают из кочана, стараясь не повредить верхушечную почку. Обрезанную часть кочана используют на продовольственные цели, а вырезанную кочерыгу с корнями хранят в качестве маточника.

При хранении капусты наиболее вредоносны следующие болезни: грибные – серая гниль, фомоз; бактериальные – слизистый и сосудистый бактериоз; физиологические – точечный некроз.

Основные меры предотвращения грибных и бактериальных болезней профилактические, т. е. отбраковка больных и поврежденных кочанов в поле. При сильном развитии болезней стараются снизить температуру до возможного предела, а также интенсивным вентилированием уменьшить влажность воздуха.

Точечный некроз проявляется в виде мелких, слегка вдавленных черных пятен (точек) на верхней и нижней сторонах листа, между жилками и на них, на внешних и внутренних листьях кочана. Пятна разлагаются на листе одиночно, группами и вдоль жилок, форма их в основном круглая. Это неинфекционная болезнь, ее вызывает нарушение обмена веществ в клетках. Первые признаки поражения капусты точечным некрозом появляются в поле в период уборки. В процессе хранения заболевание усиливается и наибольшего развития достигает к концу сезона хранения. Как правило, в более сильной степени бывают поражены те кочаны, на которых уже осенью имелись признаки болезни.

Усиленное азотное питание рассады, а затем капусты в поле приводит к более сильному развитию точечного некроза при хранении, ка-

лийное питание снижает заболевание. Внесение навоза позволяет значительно снизить степень поражения кочанов некрозом. На развитие болезни влияет температурный режим хранения, низкие температуры ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$) способствуют более сильному проявлению точечного некроза, при плюсовых температурах ($2-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) поражаемость кочанов ниже.

Для борьбы с точечным некрозом при выращивании рассады увеличивают дозы калийных удобрений в $1,5-2,0$ раза по сравнению с общепринятыми. В поле капусте обеспечивают умеренное азотное и усиленное калийное питание (на подзолистых почвах $\text{N}_{120}\text{P}_{100}\text{K}_{180}$).

При хранении сортов, предрасположенных к заболеванию, поддерживают температуру порядка $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Технология хранения краснокочанной и савойской капусты такая же, как технология хранения белокочанной.

Савойская капуста отличается высоким содержанием сухих веществ и меньшей плотностью кочана (гофрированные листья). Очевидно, в этом причина ее высокой устойчивости к отрицательной температуре. Ее можно хранить при $-2...-3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Брюссельская капуста может храниться до 3 месяцев. Растения убирают целиком, осторожно, не повреждая кочанчики, обрезают все боковые листья, оставляя черешки на $2-3$ см выше кочанчиков, верхушечные маленькие листочки не обрезают. Подготовленные растения укладывают в контейнеры, которые устанавливают в штабель. Хранят брюссельскую капусту при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $90-95\%$.

Отдельные кочанчики можно сохранить до 1 месяца. Они быстро теряют влагу и увядают, поэтому их хранят в ящиках упакованными в полиэтиленовую пленку толщиной 60 мкм.

Хорошие результаты дает хранение кочанчиков брюссельской капусты в РГС, содержащей 6% CO_2 и 15% O_2 , продолжительность хранения 2 месяца.

12. ХРАНЕНИЕ СТОЛОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ

Корнеплоды – двулетние растения (за исключением редиса). У них выработалась способность находиться при пониженной температуре в состоянии покоя. Состояние это, как и у капусты, неглубокое, при благоприятных условиях рост возобновляется. Этот период характеризуют как вынужденный покой. Он нужен растениям для завершения важнейших процессов генеративного развития. Наличие периода покоя в жизни растений позволяет долго хранить корнеплоды.

Для длительного хранения пригодны в основном позднеспелые сорта с продолжительным вегетационным периодом. Убирать эти овощные культуры следует в поздние сроки, когда в корнеплодах накапливается повышенное количество сахарозы. Ботва должна быть подвяленной, обрезается она без травмирования головки корнеплодов, с оставлением коротких сухих черешков.

Сроки уборки влияют на вызревание корнеплодов и их лежкоспособность. Более поздние сроки обеспечивают хорошее вызревание и низкие потери при хранении. Однако при этом нельзя допускать даже легкого подмораживания корнеплодов в поле.

По сохраняемости корнеплоды можно разделить на две основные группы: отличающиеся механической прочностью, прочными покровными тканями и хорошо сохраняющиеся (свекла, брюква, редька, пастернак) и более нежные с тонкими покровными тканями и поэтому сохраняющиеся хуже (морковь, петрушка, сельдерей, турнепс, репа, хрен).

У столовых корнеплодов выделяют следующие периоды хранения: лечебный, охлаждения, основной, весенний.

Общая продолжительность лечебного периода у моркови и столовой свеклы составляет 1–2 недели. Он лучше проходит у моркови при температуре 10–14 °С и относительной влажности воздуха 96–98 %. Для столовой свеклы в этот период рекомендуется поддерживать температуру 10–12 °С и относительную влажность воздуха 90–95 %.

Морковь относят к группе овощей с тонкими покровными тканями, а столовая свекла формирует грубые внешние ткани. Корнеплоды моркови и столовой свеклы способны к образованию раневой перидермы и суберина. Морковь и столовая свекла способны залечивать травмы даже при температуре 0–2 °С, поэтому их можно охлаждать сразу же после доставки в хранилище. В этом случае удельная подача воздуха в насыпь или штабель должна составлять 80–100 м³/(т·ч).

Продолжительность охлаждения столовых корнеплодов в течение суток не имеет большого значения, поэтому допускается включать систему вентиляции в ночные часы на неограниченное время. Активное вентилирование прекращают, если между температурой в хранилище, партией корнеплодов и атмосферным воздухом установится равновесие, а абсолютная разница между ними не будет превышать 2 °С.

Морковь и столовую свеклу размещают на хранение сразу же после уборки или на следующий день. Для этого используют складские по-

мещения с искусственным охлаждением, естественной и активной вентиляцией. В хранилищах с искусственным охлаждением сразу же устанавливают оптимальную температуру и относительную влажность воздуха, а с естественным охлаждением столовые корнеплоды целесообразно закладывать на хранение в более поздние сроки, когда понизится температура в окружающей среде и возникнут условия для их охлаждения атмосферным воздухом.

В основной период у моркови и столовой свёклы наступает состояние покоя, при котором замедляются интенсивность дыхания и обмен веществ. Общая продолжительность состояния покоя у моркови меньше, чем у столовой свеклы. В зависимости от сортовой принадлежности моркови она колеблется от 1,5 до 3 месяцев, а у столовой свеклы – от 2–4 месяцев. Оптимальная температура хранения корнеплодов моркови в этот период составляет 0–1 °С, маточников – 0,5–1,0 °С. Столовую свеклу в основной период хранят при температуре 0–2 °С, а маточники – от 1 до 2 °С. В хранилище поддерживают относительную влажность воздуха 90–95 %. При этом периодически включают систему вентиляции. Удельную подачу воздуха в насыпь или штабель столовых корнеплодов ограничивают на уровне 40–50 м³/(т·ч).

Столовые корнеплоды допускается хранить в условиях РГС и МГС. Для них рекомендуется создавать регулируемую газовую среду следующего состава: 1–2 % CO₂, 2–3 % O₂ и 95–97 % N₂. В условиях РГС морковь допускается хранить более 6 месяцев, а столовую свеклу – 7–8 месяцев. МГС для них создают с помощью полиэтиленовых мешков и вкладышей, которые укладывают в контейнеры и ящики. В них естественным путем образуется газовая среда следующего состава: 5–6 % CO₂, 15–16 % O₂ и 78–80 % N₂.

С наступлением весеннего периода корнеплоды моркови и столовой свеклы вступают в состояние вынужденного покоя. В это время необходимо поддерживать температуру и относительную влажность воздуха, как и для основного периода. Если температура в хранилище быстро повышается по причине атмосферного потепления, ее не удастся удержать в нужном коридоре, то всю партию корнеплодов перегружают в холодильные камеры. Иначе корнеплоды начинают прорастать.

За один месяц до высадки маточников моркови и столовой свеклы в поле температуру в хранилище поднимают сначала до 3–5 °С, а затем до 10–12 °С. Высокая температура ускоряет у них формирование цветоносов и семян.

В хранилищах с естественной вентиляцией свеклу, брюкву, редьку хранят в закромах. Свеклу загружают высотой 1,6–2,0 м, брюкву – 1,5–1,7, редьку и репу – 0,7–1,0 м. В хранилищах с активным вентилярованием эти корнеплоды можно хранить высоким слоем (до 2,5–3,5 м). Загрузку ведут при помощи ТЗК-30 или СХТ-30.

Хорошо хранятся грубые корнеплоды в хранилищах в таре: ящиках, овощных контейнерах. Свеклу и брюкву можно хранить в контейнерах, предназначенных для картофеля.

В небольших хранилищах свеклу и брюкву хранят штабелями, укладываемыми на полу на приподнятом настиле. Размеры штабелей: ширина – 1,0–1,5 м, высота – 0,7–1,3, длина – до 6 м (поперек хранилища в обе стороны от прохода).

Широкое применение нашел способ хранения моркови в типовых контейнерах вместимостью 300 кг с открытым сверху полиэтиленовым вкладышем из пленки толщиной 100–150 мкм. Высокая влажность воздуха (96–98 %) и концентрация CO_2 около 2 % в таких упаковках способствуют продлению срока хранения, сохранению высокого товарного качества корнеплодов и сокращению потерь в 2–3 раза по сравнению с хранением в обычных типовых контейнерах. Полиэтиленовый вкладыш предотвращает перенос спор грибных болезней из одного контейнера в другой при вентиляции, в результате резко снижается развитие болезней (рис. 3).



Рис. 3. Хранение корнеплодов в контейнерах

В хранилищах с активным вентилярованием морковь хранят навалым способом при высоте загрузки до 2,5 м. Загрузку и выгрузку корнеплодов ведут при помощи транспортеров. При использовании активного вентилярования нижние слои корнеплодов моркови могут подвядать, поэтому корнеплодохранилища с активным вентилярова-

нием оборудуют системой искусственного увлажнения воздуха, подаваемого в насыпь продукции.

13. ХРАНЕНИЕ ЛУКА И ЧЕСНОКА

У луковых овощей выделяют следующие периоды хранения: подготовительный, охлаждения, основной и весенний.

Подготовительный период связан с тщательным высушиванием и прогреванием лука и чеснока. Вначале их сушат в течение 24–36 ч активным вентилированием с подогревом воздуха до 30–40 °С. Его удельная подача в насыпь или штабель лука и чеснока должна составлять 400–500 м³/(т·ч). Сушку временно останавливают при влажности кроющих чешуи 20–22 %. После этого их одни сутки прогревают теплым воздухом, нагретым до температуры 40–45 °С, чтобы подавить развитие возбудителей шейковой гнили и ложной мучнистой росы. Затем лук и чеснок сушат до влажности 16–18 %. Правильно высушенные луковицы должны шуршать. После сушки их охлаждают до оптимальной температуры.

В целом сохранность лука значительно выше, чем чеснока. Лучше всего хранится многозубковый чеснок. Яровой чеснок отличается лучшей сохранностью по сравнению с озимым, так как у него более продолжительный период глубокого покоя. Режимы хранения лука и чеснока разного целевого назначения существенно отличаются. На практике выделяют отдельные режимы хранения лука-репки, матки, выборка и севка. Товарный и маточный чеснок также имеет определенные различия по условиям хранения.

Глубокий физиологический покой у репчатого лука и чеснока во многом зависит от сортовой принадлежности. У полуострых и сладких сортов он короче, а у острых – длиннее, поэтому их лежкость выше. С глубоким покоем совпадает основной период хранения лука и чеснока. В этот период товарный репчатый лук острых сортов и чеснок после парафинирования сохраняют при температуре от –3 до –1 °С, а лук полуострых и сладких сортов – от –1 до +1 °С. Для лука в хранилище поддерживают относительную влажность воздуха 70–80 %, а для чеснока – 70–75 %. Такие режимы легче всего установить в холодильной камере.

В процессе хранения лука и чеснока необходимо периодически осуществлять проветривание хранилищ. При температуре атмосферного воздуха 1 °С его выполняют без подогрева. При температуре атмосферы

ного воздуха от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ для вентиляции используют смешанный воздух, а при заморозках ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – только подогретый.

Для продления периода покоя и увеличения сохранности лука и чеснока используют РГС следующего состава: CO_2 – 3 %, O_2 – 2 % и N_2 – 95 %. Перед реализацией товарный лук и чеснок необходимо отеплить. Для этого их последовательно располагают в камерах с возрастающей на $3\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурой. В каждой из них луковые овощи остаются до тех пор, пока не достигнут температуры окружающего воздуха.

Во время теплого режима хранения для лука и чеснока в основной период создают комнатные условия. С этой целью в хранилище обеспечивают температуру $18\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность воздуха 60–70 %.

Лук-матку и маточники чеснока закладывают на хранение при температуре $2\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температуре ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ у них замедляется дифференциация ростовых почек и с опозданием в полевых условиях образуются цветочные стрелки, поэтому снижается урожайность семян. Теплый режим хранения увеличивает сохранность лука-матки и маточников чеснока, ускоряет образование стрелок, цветение и созревание семян в полевых условиях.

За две недели до их высадки в поле температуру в хранилище повышают и проводят прогревание данных партий теплым воздухом, нагретым до $18\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$. После 8–10 суток прогревания маточных луковиц и чесночных головок увеличивается урожайность семян.

Лук-выборок на перо сохраняют так, чтобы растения в поле не стрелковались. У них во время хранения следует полностью остановить дифференциацию ростовых почек. Этот процесс зависит от температуры и запаса питательных веществ. Чтобы предотвратить дифференциацию почек, температуру в хранилище поддерживают ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ либо выше $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Широко практикуют тепловой способ хранения выборка. В хранилище устанавливают температуру $18\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность воздуха 70–80 %. С участием активного вентилирования обеспечивают удельную подачу воздуха $100\text{--}120\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{ч})$. За один месяц до высадки в поле лук-выборок прогревают теплым воздухом температурой до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Удельная подача воздуха увеличивается до $180\text{--}200\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{ч})$.

Для лука-севка применяют три режима хранения: теплый, холодный и комбинированный. Теплый режим применяют в хранилищах, которые оборудованы энергоэкономичными калориферами и установ-

ками активного вентилирования. Они позволяют поддерживать температуру на уровне 20 ± 2 °С или всю партию лука-севка с небольшими перерывами продувают теплым воздухом, нагретым до 25–30 °С. В этом режиме относительная влажность воздуха в хранилище должна составлять 60–70 %.

При холодном режиме лук-севок закладывают на хранение в морозильные камеры. В них поддерживают температуру от –3 до –1 °С, а относительную влажность воздуха доводят до 80–90 %. Данный режим хранения лука-севка является оптимальным. Он обеспечивает максимальный выход кондиционного посадочного материала в весенний период.

Применяют также комбинированный режим хранения лука-севка. Осенью в хранилище устанавливают температуру 18–22 °С, а после наступления атмосферного похолодания ее снижают до отрицательных значений (от –3 до –1 °С). Во время оттепелей и с повышением температуры весной всю партию лука-севка вновь переводят на теплый режим хранения.

Размещают лук в таре (полуконтейнерах, сетчатых и открытых полиэтиленовых мешках, в ящиках и лотках, установленных штабелями), на многоярусных стеллажах или россыпью (навалом) слоем до 3 м при активном вентилировании.

Чеснок более уязвим к потерям влаги при хранении, чем лук. Для сокращения потерь массы и сохранения качества чеснок обрабатывают парафином, после чего он хранится холодным способом в течение 9–10 месяцев. При хранении чеснока в полиэтиленовых пакетах общие потери в три раза меньше, чем при хранении в открытых ящиках.

Наиболее распространен способ хранения просушенного лука в закромах с активным вентилированием при высоте загрузки 2–3 м. При этом севок и лук-матку хранят с естественным охлаждением, а продовольственный лук – в холодильниках или в секциях хранилищ с искусственным охлаждением. Загрузку закромов ведут с использованием транспортеров.

После выхода на оптимальный температурный и влажностный режим в основной период хранения вентилирование насыпи лука проводят ежедневно в течение 1,0–1,5 ч. При непрерывной работе вентилятора усиливаются растрескивание покровных чешуй и оголение лукович.

Эффективно хранение лука в таре. Лук-севок размещают в ящиках-лотках, которые устанавливают в штабеля высотой 2 м и больше. В таких ящиках лук рассредоточен малыми порциями, хорошо провет-

ривается. При хранении лука-матки удобнее использовать тару большей вместимости – ящики со щелями на 20–25 кг. На стандартном поддоне устанавливают по 20 ящиков и формируют грузовые пакеты массой 400–500 кг.

При помощи электропогрузчика формируют штабель пакетов в 3–4 яруса. Вызревший и хорошо высушенный лук продовольственного назначения хранят в контейнерах на 180–200 кг, устанавливаемых в камерах холодильника штабелем по 4–5 в высоту.

Для снижения относительной влажности воздуха в холодильных камерах применяют вымораживание влаги на поверхности охлаждающих батарей. При работе системы подсушивания воздух, имеющий температуру $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность 85 %, забирается из камеры с луком и вентилятором продувается через охлаждающие батареи, при этом температура его понижается на $5\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$ и уменьшается содержание влаги. Затем при помощи электронагревателей, размещенных после охлаждающих батарей, воздух нагревается до температуры $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и подается в камеру хранения, относительная влажность его при этом снижается до 70 %. Применение такой системы осушения воздуха значительно уменьшает потери лука от болезней, на 1,5–2,0 месяцев продлевает срок хранения.

В процессе подсушивания воздуха этим способом влага вымораживается в виде инея на охлаждающих батареях, по мере нарастания «снеговой шубы» уменьшаются холодопроизводительность батарей и их подсушивающая способность. Оттаивание пристенных батарей проводят не реже одного раза в неделю, а воздухоохладителей, подвешенных на перекрытии камеры, – через 2–3 дня.

Хорошо хранится лук в мешках из толстого полиэтилена на 35–40 кг. Открытые мешки устанавливают вертикально на стоечные поддоны, которые ставят электропогрузчиком в камерах хранения в 4–5 ярусов.

После окончания хранения товарную обработку и фасовку лука в сетки ведут на механизированных линиях ЛРЛ-400 и ЛФПЛ-1500, имеющих производительность соответственно 400 и 1 500 кг/ч.

Наиболее опасная болезнь лука и чеснока при хранении – шейковая гниль. Ткань шейки больной луковицы выглядит желто-розовой, водянистой. Постепенно болезнь распространяется по луковице, шейка размягчается и впадает. На пораженных чешуях появляется плотный налет серой плесени. Гниль может развиваться и сбоку луковицы или около донца. Для предупреждения шейковой гнили обеспечивают вы-

зревание луковиц, после уборки лук просушивают и прогревают, при хранении, и поддерживают оптимальный температурный и влажностный режим, не допускают отпотевания луковиц.

14. ХРАНЕНИЕ ПЛОДОВЫХ И ЛИСТОВЫХ ОВОЩЕЙ

Томаты. В зависимости от степени зрелости их хранят разные сроки. Спелые (красные) плоды при температуре 1–2 °С сохраняются 1 месяц, розовые и бурые при температуре 4–5 °С – до 2 месяцев. Молочные и зеленые томаты дозаривают в камерах с *этиленом* при температуре 20 °С и относительной влажности воздуха 90 %. При этом томаты приобретают красную окраску вследствие синтеза *ликопина*.

Важно, чтобы томаты перед уборкой не подверглись воздействию температуры ниже 5 °С и не переохладились, так как это приводит к массовому развитию болезней при хранении, а томаты молочной зрелости и зеленые плоды к тому же теряют способность дозревать.

При созревании томаты потребляют кислород (около 5 л на 1 кг плодов), поэтому помещение, где они хранятся, необходимо периодически вентилировать для подачи свежего воздуха. Свет несколько ускоряет созревание, в темноте плоды медленнее становятся красными, но зато приобретают более ровную окраску.

Лежкие плоды отличаются многокамерностью, имеют мелкоклеточную структуру мякоти и кожицы. Лучше хранятся сорта с повышенным содержанием сухих веществ, протопектина и клетчатки. В процессе хранения содержащиеся в плодах сахара расходуются на дыхание, поэтому при длительных сроках хранения томаты становятся невкусными. В связи с этим хранят лишь сорта с высоким содержанием сахаров. Мелкие и средних размеров плоды хранятся дольше, чем крупные. Желательно отбирать для хранения томаты одинакового размера, диаметром 3,5–5,0 см и массой до 50 г.

На хранение томаты закладывают в ящиках-лотках, которые устанавливают штабелем по 8–10 рядов в высоту.

Замедлить созревание томатов и продлить срок их хранения до 1,5 месяцев можно при использовании РГС, содержащей 2 % CO₂, 9 % O₂, 89 % N₂. Хранят плоды в таких условиях при температуре 8–10 °С.

Ускорить созревание томатов можно при помощи более высокой температуры и газа этилена. Для этого в камеру, загруженную ящиками с томатами молочной зрелости или зелеными, из баллона с редуктором и газовым счетчиком впускают этилен в дозе 1 м³ газа на 2 500 м³

объема камеры. Норма загрузки томатов 60–80 кг/м³, температуру поддерживают на уровне 20–22 °С, относительную влажность воздуха – на уровне 85 %. Томаты обрабатывают этиленом по 8–10 ч в сутки, после чего камеру вентилируют в течение 30 мин для удаления, накопившегося СО₂ и подачи О₂. Затем весь цикл повторяют. В зависимости от степени зрелости томатов расход этилена составляет 10–20 л/т. Плоды в молочной степени зрелости дозревают через 4–5 суток, зеленые – через 6–8 суток. В обычные условия дозревание длится 15–20 суток.

Перец сладкий. Зрелые плоды перца хранят в холодильнике при температуре 0–1 °С и влажности воздуха 90–95 % в течение 2 мес. При хранении сладкий перец чувствителен к низкой температуре и пониженной влажности воздуха. Плоды в технической спелости (зеленые) хранят 1–2 мес. при температуре 9–11 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %. При более низкой температуре они не дозревают, на поверхности появляются вдавленные темно-зеленые пятна. Хранят перец в ящиках емкостью 8–10 кг, но можно и в полиэтиленовых мешочках с толщиной пленки 30–60, или 100 мк с перфорацией в холодильнике и устанавливают в штабеля. Температура хранения – 0–2 °С, относительная влажность воздуха 90–95 %. В таких условиях они хранятся 20–30 дней. Можно также хранить при температуре 10–12 °С в течение 15–20 дней, затем, по мере достижения плодами биологической спелости, температуру хранения снижают до 2–0 °С, а относительную влажность воздуха поддерживают на уровне 87–93 %. Если плоды были заложены без повреждений, не имели микробиологической порчи, то продолжительность хранения достигала 40–60 дней. При температуре 0 °С хорошие результаты дает хранение плодов перца в ящиках, укрытых пленкой, относительная влажность воздуха под пленкой 96–98 %, срок хранения 70 дней.

В производственных условиях также практикуется хранение перца в РГС при концентрации кислорода около 2 %, углекислого газа – 2–3 %. Срок хранения при этом составляет до 100 суток.

Баклажаны. Хранят 1–2 месяца при температуре 8–10 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %. Хранение при более низкой температуре приводит к физиологическим заболеваниям: ослизнению мякоти и образованию темных вдавленных пятен на покровных тканях.

Огурцы. Удовлетворительно сохраняются до двух недель при температуре 6–8 °С и относительной влажности воздуха 85–95 %. В РГС сроки хранения увеличиваются до 1–1,5 месяцев.

Зеленцы огурцов из открытого грунта хранятся 2–3 недели при температуре 6–8 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %. Тепличные огурцы хранят при температуре 10–12 °С. При более низкой температуре у плодов происходят физиологические расстройства, ткани их ослизняются и портятся. Хорошо хранятся зеленцы длинноплодных партенокарпических сортов.

Огурцы хранят в ящиках, выстланных полиэтиленовой пленкой. Зеленцы длинноплодных сортов заворачивают в тонкую полиэтиленовую «усадочную» пленку и пропускают по конвейеру в течение нескольких секунд через камеру с температурой 180–230 °С. Пленка «садится», плотно обтягивая зеленец. Верхушку плода и плодоножку оставляют свободными, в этих местах, а также частично через пленку происходит воздухообмен. Дыхание плода не нарушается в течение длительного срока, испарение влаги почти полностью прекращается. В этой упаковке огурцы сохраняются до месяца даже при высокой температуре и низкой влажности воздуха.

В течение 40 дней можно сохранить огурцы в РГС, содержащей 5 % CO₂, 4 % O₂ и 91 % N₂. Хранение огурцов в одном помещении с яблоками, томатами и другими плодами, выделяющими этилен, вызывает ускорение созревания и их раннее пожелтение.

Тыква. Хранится лучше других культур (несколько месяцев) благодаря прочным покровным тканям и плотной мякоти, в период хранения дозревает. Плоды тыквы лучше всего хранятся при температуре 6–8 °С и относительной влажности воздуха 70–75 %, хорошо сохраняются в комнатных условиях. Применяют закромный и контейнерный способы размещения.

Арбузы. Не дозревают в период хранения, поэтому их закладывают спелыми. Продолжительность хранения 2–3 месяцев при температуре 3–4 °С и влажности воздуха 80 %. Размещение контейнерное и закромное.

Дыня. Плоды сохраняются до 7 месяцев при температуре 2–4 °С и влажности воздуха 70–80 %. Способы хранения: стеллажный, подвешивание в сетках, в таре (ящики, контейнеры).

Зеленные овощи (салат, укроп, петрушка, лук-перо и др.). Это скоропортящаяся продукция, которая сохраняется в открытой таре только в течение нескольких суток и быстро теряет свои товарные качества. Оптимальная температура хранения 0 °С, влажность воздуха 95–98 %.

Для создания модифицированной газовой среды зелень хранят в запаянных пакетах из полиэтилена толщиной 30 мкм. Внутри пакета

создается концентрация углекислого газа 2–3 %, кислорода – 16–17 % и высокая влажность. Пакеты запаивают только после охлаждения продукции для предупреждения образования конденсата. Также до 3 месяцев зеленные овощи хранятся в герметичных пакетах из полиэтиленовой пленки с газопроницаемой вставкой (мембраной).

15. ХРАНЕНИЕ ПЛОДОВ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР

Из всех плодовых и ягодных культур на длительное хранение в наибольшем количестве закладывают яблоки. Продолжительность их хранения зависит от длительности послеуборочного дозревания. Плоды летних сортов хранятся одну-две недели, осенних – 2–3 месяцев, зимних – до 7–9 месяцев.

Хранение в холодильных камерах. Плоды укладывают в тару как с предварительной сортировкой, так и без нее, но в период съема обязательно удаляют нележкоспособные экземпляры. Товарную обработку плодов чаще проводят после хранения перед реализацией.

Общее требование для хранения всех плодов – быстрая загрузка их после съема и стабильность режима в дальнейшем. Срок между съемом и закладкой на хранение должен составлять не более 4–6 ч, для плодов лежкоспособных зимних сортов – 1–2 суток. Яблоки охлаждают в камерах предварительного охлаждения холодильников или передвижных станциях предварительного охлаждения (ПСПО). Охлаждение снижает интенсивность дыхания плодов, замедляет их послеуборочное дозревание, уменьшает развитие микрофлоры.

В камерах в результате усиленной циркуляции холодного воздуха (20–30 объемов в 1 ч) плоды в течение 1 суток охлаждают до температуры 3–5 °С (перед охлаждением она может составлять 18–27 °С). Для быстрого охлаждения контейнеры и поддоны с ящиками устанавливают свободно в два ряда по высоте так, чтобы поток холодного воздуха проходил через всю продукцию. После охлаждения плоды перевозят в камеры длительного хранения.

В период массового поступления продукции возникают трудности с погрузо-разгрузочными работами. Поэтому плоды часто сразу загружают в камеры длительного хранения и там охлаждают. Чтобы охладить плоды за 1 сутки, за неделю до загрузки холодильника охлаждают сами камеры и ежедневно загружают их не более чем на 10 % полной вместимости.

Тару с продукцией устанавливают в камеры холодильника с учетом лежкоспособности плодов и режима хранения. В каждую камеру за-

гружают однородную по качеству и лежкоспособности партию плодов одного помологического сорта (или сходных сортов по режиму и сроку хранения). Нельзя в одном штабеле хранить плоды разных помологических и товарных сортов. Плоды осенних сортов не рекомендуют хранить вместе с плодами зимних, даже если у них совпадает температурный режим хранения. Первые дозревают быстрее и при этом выделяют этилен, который может ускорить созревание плодов зимних сортов.

Если в одну камеру загружают плоды с разной сохраняемостью, более лежкоспособные партии устанавливают в глубине камеры, менее лежкоспособные – ближе к выходу (чтобы можно было вывезти их в первую очередь).

Оптимальная температура хранения яблок – 0–2 °С. Относительная влажность воздуха составляет 90–95 %. Плоды *летних* сортов хранятся всего 1 месяц, *осенних* – 2–3 месяца, *зимних* – 5–10 месяцев (в зависимости от лежкости). *Груши* зимних сортов дозревают во время хранения в течение нескольких месяцев. Лучше всего спелые плоды хранятся при оптимальной температуре 0–1 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %, недозревшие плоды – при температуре 2–4 °С. Несколько иным режим хранения может оказаться в хранилищах с РГС.

Температура должна быть постоянной и одинаковой по всему объему камеры (суточные колебания не более ± 1 °С). Относительная влажность воздуха – 90–95 %. Более низкая приводит к увяданию плодов, более высокая – к физиологическим заболеваниям, появлению плесени и затхлого запаха. Для выравнивания температуры и влажности по высоте камеры проводят рециркуляцию воздуха. Для этого через каждые 4 ч включают вентилятор на 1 ч.

При дыхании плодов, особенно в первое время хранения, выделяются различные газообразные вещества. Чтобы их удалить, к рециркуляционному воздуху добавляют часть наружного (пять-шесть воздухообменов в 1 сутки).

Для хранения яблок широко используются *регулируемые и модифицированные газовые среды*. РГС дает возможность замедлить послеуборочное дозревание и продлить срок хранения, кроме того, повышенное содержание CO₂ и низкое O₂ позволяет предотвратить физиологические расстройства (потемнение мякоти, сердечка). Для каждого сорта яблок существует оптимальное соотношение компонентов газовой среды (табл. 3).

Таблица 3. Оптимальные условия и длительность хранения плодов яблок и груш

Сорт	Состав атмосферы, %		Температура, °С	Продолжительность хранения, месяцы
	CO ₂	O ₂		
Яблоки				
Айдаред	3	3	+2...+3	9
Айдаред	5	5	0...+1	8–9
Антоновка обыкновенная*	2	3–5	+2...+4	5
Банановое	5–7	6	0...+1	8,5
Банановое	0–1	4–5	0...+4	7–7,5
Белорусский синап*	5–7	11	0...+1	8
Белорусский синап*	0–1	4–5	0...+1	8–12
Белорусское малиновое	0–1	4–5	0...+1	7–8
Заря Алатау	2–3	3	0	8–9
Коштеля	5–7	5	0...+1	5,5–6
Мелба	3–5	2–3	0	5–6
Осеннее полосатое	5–6	15–16	0...+2	4
Слава победителям	5	16	0...+1	4
Уэлси	3–5	2–3	0...+2	7–8
Глостер	3	3	0...+2	9
Голден Делишес	3–5	2–3	0...+4	8–9
Джонаголд	4	2,5	+2	9
Джонатан	3	3	+3...+4	9
Лигол	1,5–3	1,5–5	+3	6–7,5
Мекинтош	3–5	3	+2...+4	6–8
Норис	3	2	0...+1	7–8
Ренет Симиренко	3–5	3	+3...+4	8–9
Шампион	1,5	1,5	+3	6
Шампион	2–5	2–3	+2	9
Груши				
Белорусская поздняя	5–6	15–16	0...+1	7–8
Бере слущкая	5–6	15–16	0...+1	6

* Сорта, подверженные загару.

Для длительного хранения в камерах с регулируемой газовой средой пригодны яблоки позднего срока созревания с высокой лежкостью. Их съём производят при такой степени зрелости, которая обеспечивает хорошую лежкость при хранении. При этом главными признаками для определения времени съёма плодов являются: оттенки окраски семян; наличие крахмала, определяемое методом йод-крахмальной пробы; плотность ткани и консистенция мякоти; количество дней между цветением и уборкой урожая; зеленовато-желтая основная окраска кожицы; начало повышения выделения этилена. Съём яблок, предназначенных для хранения в регулируемой газовой среде, проводят только вручную.

Одновременно со съемом проводят предварительную сортировку, удаляя не пригодные для хранения плоды (пораженные болезнями, сельскохозяйственными вредителями, с незарубцевавшимися механическими повреждениями, нестандартные). К качеству плодов, закладываемых на хранение, предъявляются такие же требования, как и при хранении в обычных холодильных камерах. Но при этом для хранения в контролируемой атмосфере не пригодны плоды, имеющие плохую лежкость, очень крупного размера, собранные перезревшими или недозревшими, находившиеся длительное время после съема при температуре окружающей среды без охлаждения, а также выращенные при поливе и внесении удобрений в саду за 2–3 недели до съема. Холодильные камеры до начала закладки плодов должны быть подготовлены. В них проводят уборку, дезинфекцию, истребление крыс, герметизацию, проверку работы охлаждающей системы и т. д. Яблоки загружают в предварительно (за сутки до начала загрузки) охлажденные до температуры от -1 до 0 °С камеры в течение 24 ч после уборки.

В одной камере, как правило, не следует хранить более одного помологического сорта яблок. Но если несколько помологических сортов характеризуются одинаковой лежкоспособностью и степенью зрелости, то совместное хранение допускается. При этом каждая партия яблок размещается отдельно. Тарные единицы размещаются в камере таким образом, чтобы обеспечивалась хорошая циркуляция газовой смеси, не нарушалось направление ее потока. Вдоль стены, находящейся на противоположной стороне от охлаждающей системы, оставляют свободное место, чтобы поступающая из вентилятора газовая смесь могла циркулировать вниз. Между штабелями в направлении основного потока газовой смеси оставляют расстояние около 10 см для обеспечения ее циркуляции. Расстояние от дверного полотна камеры до штабеля должно быть не меньше 60 см. Ящики укладывают на высоту, не превышающую 6 м, ящичные поддоны – 7,5 м. При укладке тарных единиц в штабель средняя плотность загрузки должна составлять $200\text{--}300$ кг/м³, что соответствует $1,6$ т/м².

Кроме перечисленных, при размещении яблок в камерах должны соблюдаться те же требования (расстояния между штабелями и стенами, потолком, приборами, наличие проходов и проездов и т. п.), что и при хранении их в обычных холодильных камерах. Каждая партия яблок сопровождается прикрепленным на видном месте паспортом, в котором указываются те же сведения, что и при хранении в холодильных камерах без регулируемой газовой среды. Загрузку камер произ-

водят в течение 4–5 дней, после чего плотно закрывают двери. Температуру хранения доводят до оптимальной за период, не превышающий одной недели после заполнения камер. Ее поддерживают на заданном уровне в течение всего срока хранения, не допуская колебаний, превышающих ± 1 °С.

Относительная влажность в холодильных камерах с регулируемой газовой средой составляет 90–95 %. Это обеспечивается разницей температур между охлаждающей поверхностью испарителей и газовой смесью в камере, равной 2–4°С. Во время хранения яблок скорость циркуляции газовой смеси между штабелями должна быть не менее 0,25 м/с. Во время охлаждения плодов требуется 40-кратная циркуляция газовой смеси (в час), а после охлаждения – 20-кратная. Сразу после установления оптимальной температуры хранения в холодильных камерах осуществляют регулирование состава газовой среды. Для этого, как правило, требуется 2–3 дня. Химический состав газовой среды в камерах должен поддерживаться в оптимальных для помологического сорта пределах (см. табл. 3). При этом содержание кислорода и двуокиси углерода в камере может оставаться постоянным на протяжении всего периода хранения или изменяться в соответствии с физиологическим состоянием яблок. В последнем случае хранение осуществляется в динамически регулируемой газовой среде. Условия хранения яблок должны контролироваться ежедневно. Регулярно проверяют качество плодов, причем к концу периода хранения частота проверок увеличивается до одного раза в неделю. Образцы для определения качества отбирают через люк в двери. При ухудшении качества яблок необходимо проанализировать вызвавшие его причины (преждевременный или поздний съем плодов, недостаточная циркуляция газовой среды, слишком высокая или слишком низкая температура хранения и др.) и определить продолжительность хранения. Продолжительность хранения зависит от срока, в течение которого плоды сохраняют вкусовые качества и степень зрелости, обеспечивающие хорошее состояние при транспортировании и переработке (см. табл. 3).

При необходимости прекращения хранения яблок следует открыть двери камеры и оставить вентилятор включенным на 1–2 ч. Это приведет к снижению содержания двуокиси углерода в камере, а содержание кислорода станет таким же, как и в окружающей среде, что позволит персоналу работать без защитных масок. Чтобы избежать конденсации влаги на плодах, температуру в камере постепенно повышают до рекомендуемой температуры хранения на открытом воздухе.

В камерах длительного хранения плоды нельзя перебирать, сортировать, фасовать. Все эти операции проводят в цехе товарной обработки. Если такого цеха нет, то для данных целей выделяют одну камеру. Перед реализацией плоды отепляют при температуре 10–12 °С (твердые груши при температуре 18–20 °С для дозревания). Отопленные плоды реализуют в течение двух недель, при более длительном хранении они теряют товарный вид.

При хранении плодов в результате нарушения обмена веществ происходят различные физиологические заболевания, или, как их часто называют, функциональные расстройства. Это не микробиологический процесс, но такие плоды быстрее поражаются грибными болезнями.

Наиболее распространенное заболевание-загар, проявляющийся в побурении кожицы. Загару подвергаются яблоки сортов Антоновка обыкновенная, Розмарин белый, Делишес, Ренет Симиренко и т. д., груши сортов Кюре, Бере Боек и т. д. Появлению этого заболевания способствуют съем недозрелых плодов, высокая влажность и слабая циркуляция воздуха в камерах, повышенная температура и ее колебания. Устранение данных факторов препятствует появлению загара.

Побурение мякоти происходит при подмораживании плодов. У яблок сортов Антоновка обыкновенная, Джонатан, Ренет Симиренко, не устойчивых к низким температурам, возможен низкотемпературный распад ткани. У плодов сорта Мекинтош образуется побурение сердечка. При перезревании наблюдается пухлость мякоти (мучнистость). Часто этим заболеванием поражаются крупные плоды при позднем сьеме, обильном азотном питании.

В результате слабой циркуляции воздуха и высокой его влажности на яблоках появляются углубленные коричневые пятна (мокрый ожог). Это заболевание поражает плоды сортов Джонатан, Уэлси, Мекинтош, Пепин шафранный и других. Уборка яблок в начале съемной зрелости и хранение в камерах с РС не вызывают появления мокрого ожога.

При подкожной пятнистости на плодах появляются мелкие вдавленные пятнышки. Развитию заболевания способствуют избыток азотных удобрений, недостаток кальция в почве, поздний съем. Чаше подкожной пятнистостью поражаются крупные плоды, а также выращенные в затененных местах.

Если в камерах хранения относительная влажность воздуха ниже 80 %, кожица плодов сморщивается, они теряют товарный вид, имеют большую убыль массы. Мелкие или рано снятые плоды увядают чаще. Увяданию подвержены яблоки сортов Уэлси, Северный синап и другие.

На протяжении всего срока хранения производят контроль качества яблок. Проверку проводят визуально по окончании периода охлаждения, а в дальнейшем – не реже двух раз в месяц. Для прогнозирования устойчивости яблок к болезням (при хранении свыше 4 месяцев), начиная со второй половины назначенного срока хранения, ежемесячно от каждой партии отбирают не более 2 кг плодов и выдерживают их при температуре 18–20 °С в течение 5 сут. После этого яблоки разрезают для определения дефектов мякоти. Из партии яблок, предназначенных для промышленной переработки, по окончании периода охлаждения и далее через каждые две недели отбирают не более 1 кг плодов для определения массовой концентрации сухих растворимых веществ в клеточном соке. Результаты контроля качества яблок оформляют актом, на основании которого принимают решение о возможности дальнейшего их хранения.

16. ХРАНЕНИЕ КОСТОЧКОВЫХ И ЯГОД

Косточковые плоды.

Сохраняются недолго. *Сливы, персики, абрикосы*, убранные в период *съемной* зрелости, при хранении достигают *потребительской* зрелости и хранятся от 1 до 2 месяцев при температуре $0 \pm 0,5$ °С и относительной влажности воздуха 85–90 %. *Черешня и вишня*, достигающие полной зрелости на дереве, хранятся 2–3 недели при такой же температуре. В пакетах с МГС и в холодильных камерах с РГС сроки хранения плодов увеличиваются. Плоды косточковых культур хранят в небольших ящиках и лотках, которые устанавливают на поддоны и помещают в камеры штабелями.

Виноград. На длительное хранение (5–7 месяцев) закладывают лежкие сорта столового винограда сразу после сбора и хранят при температуре 0 ± 1 °С и влажности воздуха 90–95 %. При более высокой температуре виноград поражается плесенью, при более низкой – подвергается физиологическим расстройствам. Хорошие результаты получают при хранении в камерах с РГС. Грозди винограда укладывают в один слой в ящики-лотки (около 10 кг), выстланные бумагой. Могут переслаивать грозди опилками и проводить окуривание серой.

Ягоды. Смородина и крыжовник хранятся около одного месяца, *малина и земляника* при оптимальных условиях – лишь несколько суток. Оптимальная температура хранения ягод 0 °С, относительная влажность воздуха 90–95 %. Хранят их в лотках с небольшим слоем

укладки – 5–10 см. Применение РГС значительно увеличивает сроки хранения ягод.

Выделяют два периода хранения смородины: охлаждения и основной.

Продолжительность хранения смородины зависит от трех факторов: сортовых особенностей, метеорологических условий вегетации и сроков уборки урожая. Максимальной лежкостью отличаются дружно созревшие ягоды, которые убраны с кистями в состоянии потребительской зрелости. Без кистей их можно сохранить не более 2–4 суток. При этом у созревшей партии смородины легче поддерживать сохранность по сравнению с незрелыми ягодами. Красную смородину в оптимальном режиме можно сохранить без потерь около 7 недель, черную – до 5 недель, а белоплодные сорта – 3–4 недели.

Свежеубранную смородину необходимо быстро доставить к месту хранения и охладить до оптимальной температуры, чтобы предотвратить перезревание ягод. Их хранение выполняют в холодильных камерах при температуре от $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 85–90 %. Всю партию смородины сразу же снимают с хранения после обнаружения единичных загнивших ягод и появления специфического запаха.

Черную смородину с кистями можно упаковать в полиэтиленовые пакеты по 1–2 кг и поместить на 40–45 суток в холодильные камеры. При температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в них сформируется специфическая МГС. Около двух месяцев допускается хранить черную смородину в РГС следующего состава: 30 % CO_2 , 5 % O_2 и 65 % N_2 .

17. МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

1. Общая характеристика методов переработки плодов и овощей.

К переработанным плодам и овощам относятся готовые к употреблению продукты или полуфабрикаты, требующие небольшой, в основном термической доготовки. Переработка плодов и овощей позволяет сохранить их длительное время, обеспечить снабжение населения плодоовощной продукцией в течение года. При разных способах переработки плодоовощная продукция приобретает специфические свойства в результате добавления соли, сахара, жиров, пряностей, накопления кислот. При этом может увеличиваться калорийность продукта, изме-

ниться и улучшиться консистенция, вкус и аромат. Содержание витаминов и других физиологически активных веществ при правильно выбранной технологии хотя и уменьшается, но остается на достаточно высоком уровне.

Переработка плодов и овощей основана на прекращении биохимических процессов, подавлении фитопатогенной микрофлоры и изоляции продукта от внешней среды. К продуктам переработки плодов и овощей относят: квашение, соление и мочение; сушку; производство плодоовощных консервов в герметичной таре; замораживание; сульфитацию.

Задачей переработки, или *консервирования*, овощей и плодов является сохранение их, но уже не в свежем виде, а в переработанном, при этом, как правило, изменяются химический состав и вкусовые качества плодоовощной продукции, которая приобретает новые потребительские свойства.

2. Классификация способов переработки.

Способы переработки плодов и овощей разнообразны. В зависимости от способов воздействия на сырье и происходящих в нем процессов их разделяют на следующие группы:

1. *Физические* – термостерилизация (при производстве консервов в герметически укупоренной таре), сушка, замораживание, консервирование плодов сахаром.

При сушке из плодов и овощей удаляется влага до остаточного содержания её в овощах от 6–14 %, за счёт этого повышается их калорийность, прекращается развитие микробов. Сушёные плоды и овощи могут сохраняться длительное время. Но при сушке плодов и овощей происходит изменение их состава (потеря витаминов, ароматических веществ), меняется вкус и цвет, снижается усвояемость. При сушке плодов и овощей удаляется значительная часть влаги, увеличивается концентрация клеточного сока, развитие микроорганизмов прекращается. Транспортировка сушеных плодов и овощей по сравнению со свежими удешевляется, срок хранения увеличивается до одного года.

Консервирование в герметичной таре заключается в том, что обработанное и изолированное от окружающего воздуха сырьё подвергают тепловой обработке: стерилизации при температуре +100...+120 °С или пастеризации – при температуре +90...+95 °С, в результате которой уничтожаются микроорганизмы и разрушающие ферменты. Пастеризацию применяют для консервов с высокой кислотностью (маринады, соки из плодов и ягод). Продолжительность термической обработки

зависит от вида и консистенции продукта, объема и вида тары. Для каждого вида консервов устанавливается определенная температура и продолжительность стерилизации. Такие продукты могут храниться без изменения качества длительное время.

Замораживание плодов и овощей происходит в морозильных камерах при температуре от -25 до -50 . Это один из лучших способов переработки, позволяющий сохранить почти без изменения химический состав, вкус, аромат, окраску плодов и овощей. Быстрое замораживание плодов и овощей является прогрессивным способом консервирования, позволяющим практически полностью сохранить их пищевые и биологически активные вещества. Быстрое замораживание проводят в скороморозильных аппаратах при температуре от -30 до -35 °C и ниже. Продолжительность замораживания колеблется от 7 мин до 24 ч и зависит от свежести, размеров, толщины, формы сырья.

2. *Биохимические* (микробиологические) – квашение и соление овощей, мочение плодов и ягод, производство столовых вин.

Консервирование квашением, солением и мочением основано на образовании молочной кислоты при сбраживании сахаров молочно-кислыми бактериями. В количествах 0,7–0,8 % молочная кислота подавляет развитие гнилостных и других вредных микроорганизмов, которые вызывают неприятный вкус и запах продукта. Молочная кислота подавляет деятельность гнилостных микробов и придает продукту новые вкусовые качества. Наряду с молочнокислым брожением при квашении происходит спиртовое брожение, в результате жизнедеятельности дрожжей спирт, соединяясь с молочной и другими кислотами, образует сложные эфиры, которые придают своеобразный аромат продуктам квашения. Квашеные, соленые и моченые плоды и овощи по сравнению со свежими выдерживают более длительный срок хранения без существенных потерь качества.

3. *Химические* – консервирование веществами антисептического действия: сернистой (сульфитация), сорбиновой, уксусной (маринование) кислотами и другими консервантами.

Маринование овощей основано на консервирующем действии уксусной кислоты.

В качестве консервантов применяют ограниченное число химических соединений, допустимых для использования на пищевые цели. Наиболее распространены сернистая (сернистый ангидрид) и сорбиновая кислоты, используют также соли бензойной кислоты. Технологические инструкции по применению химических консервантов преду-

смаатривают строгое нормирование их при приготовлении различных продуктов. Нормируют и остаточное количество консервантов в готовых продуктах.

Флодово-ягодные соки и пюре консервируют сернистым ангидридом (*сульфитация*) в сульфитаторах с механическими мешалками. После перемешивания (15–20 минут) сульфитированный сок перекачивают в закрытые герметизированные емкости. Сернистый ангидрид также можно нагнетать в отстойник через барботер. Содержание сернистого ангидрида в соках не должно превышать 0,1–0,2 %. Могут проводить также мокрую сульфитацию (введение в сырье рабочих растворов сернистой кислоты). Все сырье и полуфабрикаты, консервируемые сернистой кислотой, подвергают последующей тепловой обработке для удаления летучей сернистой кислоты (*десульфитация*).

Для консервирования соков используют также бензойнокислый натрий. Содержание его в соках не более 0,1–0,12 %. Бензоат натрия растворяют в горячем соке и понемногу добавляют в смеситель, где находится основная часть сока. Законсервированный сок перекачивают в отстойники.

В качестве консерванта плодовоовощной продукции широко используют сорбиновую кислоту и ее соли. Она подавляет развитие дрожжей и плесневых грибов, но не действует на бактериальную микрофлору. Сорбиновая кислота в отличие от других консервантов не придает постороннего запаха, ее содержание в продукте не должно превышать 0,05–0,06 %.

Переработанная продукция должна по качеству отвечать требованиям стандартов и санитарным нормам. При переработке любых видов сырья обязательно выполняют все правила ведения технологического процесса и обеспечивают должный технoхимический и микробиологический контроль.

Качество продуктов, вырабатываемых из плодовоовощного сырья, зависит от очень многих факторов:

- от качества сырья;
- от соблюдения технологических мероприятий по подготовке сырья;
- от состава ингредиентов;
- от соблюдения режимов технологии переработки;
- от вида и качества тары.

Качество сырья для переработки нормируется стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами. Однако для всех видов сырья имеются некоторые общие требования:

- сырье должно быть доброкачественным;
- не допускается использование загнивших, заплесневевших партий, в сильной степени поврежденных вредителями и механически поврежденных;

- в сырье должно быть, как можно больше питательных компонентов, вкусовых, ароматических веществ, витаминов, минеральных солей;

- сырье нужно перерабатывать как можно быстрее после уборки (установлены предельно допустимые сроки хранения сырья на сырьевых неохлаждаемых площадках консервных заводов: земляника и малина – 5 часов; вишня – не более 2 часов; томаты, кабачки, баклажаны – не более 36 часов; груши, крыжовник – не более 48 часов; корнеплоды, капуста, лук – не более 72 часов.

При выработке компотов, маринадов, варенья большое значение имеют окраска, форма, привлекательность внешнего вида:

- окраска должна быть яркой, однородной;
- форма правильной, без ребристостей;
- консистенция плотная неразваривающаяся.

Сырье должно быть убрано в оптимальные сроки. Перезревшее сырье мало пригодно: его трудно перевозить, при тепловой переработке наблюдается разваривание.

С помощью вышеназванных методов или в сочетании их друг с другом перерабатывающей промышленностью производится большое разнообразие консервов. Вся консервная продукция подразделяется на следующие группы:

- *овощные консервы* (без соков и томатных консервов) – закусовые (фаршированные, резанные в соусе, салаты, винегреты, закуски, овощная икра); обеденные (первые и вторые блюда); натуральные (сахарная кукуруза, зеленый горошек, стручковая фасоль, консервированные огурцы, натуральные томаты, консервированные кабачки и патиссоны, сладкий натуральный перец, цветная капуста); маринады (томаты, огурцы, чеснок и др.); для детского и диетического питания; полуфабрикаты для общественного питания (соленая зелень, заправки для обеденных блюд, тушеная капуста, пюре из шпината и др.); консервы из квашеных и соленых овощей;

- *томатные консервы, овощные соки, напитки, сиропы и овощные приправы* (сок, пюре, паста, соусы, детские, соусы и приправы);

- *плодовые и ягодные (фруктовые) консервы* – компоты, плоды и ягоды в натуральном соке, повидло, желе, пюре, соусы, пасты, припра-

вы, а также плоды и ягоды, протертые или дробленые с сахаром, варенье, джем, конфитюры, цукаты, плодово-ягодные смеси, плодовые и ягодные соки, сиропы и напитки, консервы для детского, диетического и диабетического питания, маринады;

- *сушеные овощи, грибы, картофель, плоды;*
- *быстрозамороженная продукция* (кроме картофеля);
- *продукты из картофеля;*
- *соленые, квашеные и моченые овощи, плоды, грибы;*
- *плодовые и ягодные полуфабрикаты* – плоды, ягоды, пюре и соки (консервированные диоксидом серы, бензоатом натрия, сорбиновой кислотой), подварки, начинки, пюре-полуфабрикаты, экстракты, сиропы-полуфабрикаты.

3. Подготовка плодов и овощей к переработке.

Для сохранения исходного качества сырья его следует как можно быстрее перерабатывать после уборки. Установлены следующие предельные сроки хранения сырья на неохлаждаемых площадках перерабатывающих предприятий: земляника и малина – не более 5 ч, вишня – 12, томаты, кабачки, баклажаны – 36, яблоки, груши, крыжовник – 48, корнеплоды, капуста, лук – 72 ч. В холодильных камерах сроки хранения сырья могут быть значительными и определяются особенностями плодов и овощей.

При подготовке плодов и овощей для переработки существует много общих операций, не зависящих от вида производимой продукции. К ним относятся мойка, инспекция, сортировка, калибровка, очистка, измельчение и резка, бланширование:

- *мойка* – для приведения загрязненного сырья в должное санитарное состояние;

- *сортировка* – для повышения однородности сырья по качеству (степени зрелости, окраске) и *калибровка* – для выравнивания сырья по размерам;

- *инспекция* – для контроля качества сырья;

- *очистка* – для освобождения сырья от покровных тканей, применяют механическую, термическую и химическую очистку;

- *измельчение* – разрезание на половинки, на части в виде кружков, кубиков, долек, столбиков, стружки;

- *бланширование* – кратковременная обработка сырья горячей водой или паром для инактивации ферментов и предупреждения потемнения плодов и овощей, сохранения витаминов, а также для повышения проницаемости и пластичности растительных тканей и улучшения вкуса и аромата.

Качество продукции также зависит от вида тары, ее подготовки и состояния. Наиболее распространенная *тара* – деревянные бочки, стеклянные бутылки, банки и бутылки, металлическая тара (банки различной вместимости), тара из полимерных материалов и пищевого картона. Тару обязательно моют, дезинфицируют и стерилизуют.

Мойка сырья. Это первая операция в технологическом процессе консервирования. Но иногда ее проводят после сортировки и инспекции. Вода, используемая в консервном производстве, должна отвечать требованиям стандарта на питьевую воду. Для повышения смачивающей способности воды рекомендуют использовать разрешенные поверхностно-активные вещества (ПАВ). Относительно чистые плоды и овощи с нежной консистенцией и ягоды моют в мягком режиме – отмочка и ополаскивание чистой водой. Для мойки томатов, перца, вишен, абрикосов и другой продукции аналогичной консистенции (кроме корнеплодов, бахчевых, кабачков, листовых овощей) применяют элеваторные и вентиляторные машины. Для мойки огурцов, кабачков, баклажанов и других овощей с твердой структурой предусмотрено применение щеточных барабанов и щеточно-моечных машин. Корне- и клубнеплоды моют в жестком режиме с воздействием на сырье механических активаторов на барабанной и моечной машинах (рис. 4, 5).



a

b

Рис. 4. Моечные машины:

a – барабанно-щеточная для овощей; *b* – щеточная

Инспекция, сортировка и калибровка.

Инспекцией называют осмотр сырья с отбраковкой непригодного (битые, заплесневелые, неправильной формы, зеленые и т. п.) к переработке. Инспекцию иногда выделяют в самостоятельный процесс, но чаще совмещают с сортировкой плодов по качеству, степени зрелости,

окраске, размеру. Для этого используют ленточные транспортеры, движущиеся со скоростью 0,05–0,1 м/с, по обе стороны которых на расстоянии 0,8–1,2 м друг от друга стоят работницы так, чтобы они могли легко достать плоды с середины ленты.

Плоды и овощи делят на однородные по размерам партии. Этот процесс называют *калибровкой*.



Рис. 5. Моечные машины: *а* – вентиляторная; *б* – барабанная

Очистка. Это одна из самых трудоемких операций в технологии консервирования пищевых продуктов. При очистке удаляют несъедобные части сырья – плодоножки плодов, чашелистики ягод, гребни винограда, семенные камеры, кожицу некоторых видов сырья. Применяют различные способы очистки: механический, паротермический и химический. *Механическую* очистку широко применяют для картофеля, корнеплодов и других видов сырья (рис. 6). Для снятия кожицы используют терочные устройства с абразивной поверхностью. *Паротермическую* очистку сырья проводят под давлением 0,2–0,3 МПа в течение 10–30 с. При выходе из зоны повышенного давления наружу в результате резкого перепада давления и самоиспарения влаги в подкожном слое кожура разрывается, а затем легко отделяется в моечно-очистительной машине под действием вращающихся щеток и струй воды. *Химическая очистка* – плоды обрабатывают в горячих растворах каустической соды различной концентрации. При воздействии горячей щелочи происходит гидролиз протопектина, которым кожаца прикреплена к поверхности плода, и образуется растворимый пектин. В результате кожаца отделяется от мякоти плодов и легко смывается струями воды.

Для очистки лука используют пневмукоочистки периодического действия, а затем дочищают вручную.

Выпускают машины для чистки и резки яблок, перца. Плодоножки у плодов и ягод можно удалять на вращающихся навстречу друг другу обрезиненных валиках. Удаляют косточки из плодов выдавливанием их на машинах со стержнями-пуансонами, совершающими возвратно-поступательное движение (рис. 7).



Рис. 6. Машины для механической чистки овощей: *а* – SX-80; *б* – МОК-125



Рис. 7. Косточковыбивная машина

Измельчение сырья. Нередко очистку сырья совмещают с последующей операцией – *измельчением*, корнеплоды и картофель режут на брусочки и кубики, кабачки и баклажаны – на кружочки или на кусочки, капусту шинкуют. Эти операции выполняют на машинах, снабженных системой дисковых и гребенчатых ножей. Широко распространены машины для резки овощей в одной плоскости (шинковаль-

ные, сотерезки), а также машины, у которых ножи расположены в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях (для резки на брусочки). Разнообразные механические устройства используют для измельчения сырья на бесформенные кусочки или на однородную пюреобразную массу, что делают, например, перед последующим отжимом мезги на прессах или при подготовке сырья к выпариванию влаги. Здесь применяют всевозможные дробилки (двухвальцовые, одно- и двухбарабанные), плунжерные и дисковые гомогенизаторы, протирочные машины и т. п. (рис. 8, 9).



Рис. 8. Овощерезки: *а* – DVC 160 – машина для переработки овощей и зелени, а также корнеплодов; *б* – овощерезательная машина QC 200



Рис. 9. Протирочная машина для пюре

Предварительной-тепловой обработкой сырья принято называть кратковременное (5–15 мин) воздействие на сырье горячей воды (температура 80–100 °С), паром или горячим растительным маслом. Обработку сырья горячей водой или паром называют *бланшированием*, обработку в горячем растительном масле – *обжаркой*, а легкое, менее продолжительное обжаривание овощей для производства овощных заправочных и обеденных консервов – *пассерованием*.

Предварительная тепловая обработка сырья позволяет изменить объема сырья, размягчить его, увеличить клеточную проницаемость, инактивировать ферменты, способствовать гидролизу протопектина, удалить из растительной ткани воздух, повышать калорийности сырья и придавать ему специфических вкусовых свойств.

18. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

1. Квашение, соление и мочение. Овощи, плоды и ягоды консервируют на основе образования естественного консерванта – молочной кислоты, образующейся в результате сбраживания сахаров молочно-кислыми бактериями. Параллельно с молочнокислым брожением в заквашиваемых продуктах происходит и спиртовое. Дрожжи хорошо развиваются в кислой среде и выдерживают большую концентрацию соли.

При микробиологическом методе консервирования создаются анаэробные условия в продукте, что препятствует развитию в нем большей части вредной микрофлоры. Этого достигают содержанием продукта в собственном соку или растворах соли, сахара, которые создают повышенное осмотическое давление.

Группу квашеных продуктов, в которые вводят значительное количество соли, называют солено-квашеными (капуста, огурцы). В заквашиваемых продуктах развиваются различные группы микроорганизмов, влияющих на ход ферментации (брожения).

На *подготовительной* стадии бурно развиваются аэробные микроорганизмы (дрожжи, палочковидные бактерии и др.), что вызывает обильное пенообразование. Продолжительность стадии 1–3 сут. Аэробные микроорганизмы поглощают кислород и создают условия для развития анаэробов.

Основная стадия начинается развитием молочнокислых кокковидных бактерий, которые становятся основными к концу 2–3 сут. К кон-

цу этой стадии общая кислотность продукта повышается до 0,7–1,0 % (в пересчете на молочную кислоту) и развитие гнилостных бактерий становится невозможным. Кроме молочной, образуется также уксусная кислота, этиловый спирт, эфиры, диоксид углерода, маннит, присутствие которого придает продукту горьковатый привкус.

Через 4–6 сут ферментации кокковую форму сменяют молочнокислые палочковидные бактерии. Они обеспечивают основной процесс ферментации, так как при сбраживании углеводов образуют только молочную кислоту. Наиболее благоприятная температура для их развития составляет 18–21 °С. Содержание молочной кислоты в этот период достигает 1,5–2 %. *Lactobacillus plantarum* усваивает маннит, что устраняет горький привкус продукта. Завершается основная стадия примерно через 3 нед, когда представителей *Lactobacillus plantarum* начинает угнетать накопившаяся молочная кислота. В данный период наблюдается активная жизнедеятельность дрожжей, накапливающих до 1 % спирта, который, соединяясь с кислотами, дает эфиры.

Конечная стадия ферментации начинается после накопления 1,5–2 % молочной кислоты. Среди микроорганизмов преобладают молочнокислые палочковидные бактерии, слабо чувствительные к кислотности. Концентрация молочной кислоты достигает 2,0–2,5 %. Наряду с молочной кислотой в продукте содержатся 0,25 % этилового спирта, маннит, декстран и другие продукты. Брожение заканчивается, когда все углеводы использованы. Однако ферментацию не ведут до конечной стадии, так как лучшие вкусовые качества квашеной капусты отмечаются при содержании молочной кислоты 0,7–1,3 %, что соответствует требованиям стандарта для 1-го сорта.

Развитие нежелательных микроорганизмов стремятся задержать быстрым проведением брожения при более высоких температурах (18–22 °С). Температура выше 22 °С также нежелательна, так как при этом развиваются маслянокислые бактерии, продуцирующие масляную кислоту, портящую продукт.

На практике применяют чистые культуры молочнокислых бактерий (закваски), которые готовят в специальных лабораториях. Она содержит не менее 100 млн бактерий в 1 см³. Срок ее хранения составляет не более 2,5 мес. Перед употреблением закваску можно разбавить двадцатикратным количеством кипяченой и охлажденной воды (0,5 л закваски на 10 л воды). Полученной бактериальной взвеси достаточно, чтобы заквасить 5 т капусты.

Таким образом, при квашении, солении и мочении плодоовощной продукции основным принципом консервирования является ацидоцеаноанабиоз, когда консервантом является молочная кислота, вырабатываемая в процессе жизнедеятельности молочнокислыми бактериями. Осмоанабиоз – вспомогательный принцип, который обеспечивает благоприятную среду для действия молочнокислых бактерий и достигается путем введения в продукт соли. Термоанабиоз – принцип, позволяющий сохранить продукцию длительное время без снижения качества.

Основы приготовления солено-квашеных и моченых продуктов.

Квашением (мочением) называется консервирование овощей и плодов в результате накопления в них молочной кислоты и других побочных продуктов брожения. Квашение – типичный пример ацидоцеаноанабиоза. Создание анаэробных условий в продукте препятствует развитию в нем большей части бактериальной флоры, и особенно гнилостной, для которой необходим кислород. Этого достигают содержанием продукта под гнетом в собственном соку или в приготовленных растворах с добавлением соли, а иногда и сахара.

Для успешного развития молочнокислых бактерий в заквашиваемой среде должно быть достаточно сахаров. Исключительное значение имеет создание повышенного осмотического давления введением в продукт поваренной соли, а в некоторых случаях и сахара. Соль не только является регулятором брожения, но и придает вкус продуктам. Поэтому группу квашеных продуктов, в которые вводят соль, называют солено-квашеными.

Для быстрого накопления молочной кислоты необходима высокая температура – 18–22 °С. Температура выше 22 °С нежелательна, так как при этом развиваются маслянокислые бактерии, которые продуцируют масляную кислоту, портящую продукт.

Технология квашения капусты.

Капусту заквашивают целыми кочанами или чаще нарезанную (нашинкованную или рубленную). Квасят капусту с кочерыжкой или без нее. Существует много рецептов приготовления квашеной капусты. Однако обязательные компоненты в ней – морковь и соль. Добавление моркови (3–5 % массы капусты) обеспечивает достаточное количество сахаров для питания молочнокислых бактерий, улучшает внешний вид продукта, повышает его витаминную ценность. Соль вводят в количестве 1,7 % общей массы капусты и моркови. Часто в капусту добавляют яблоки (до 8 %), в небольшом количестве специи (лавровый лист, черный перец). Для квашения капусты используют *дошники*, деревянные бочки, контейнеры, пленочные материалы.

После подготовки капусту и морковь шинкуют и вместе с солью и другими компонентами укладывают в емкость для квашения, тщательно утрамбовывают и после заполнения тары накладывают подгнетный деревянный круг, надавливая его гнетом или прессом так, чтобы сок закрывал поверхность капусты. Признаком начала брожения служит легкое помутнение сока и появление на его поверхности пузырьков газов. Образующуюся при этом пену удаляют. При температуре 18–22 °С за 5–7 суток образуется до 1 % молочной кислоты (процесс ферментации). Продукт во избежание перекисания охлаждают и хранят при температуре 0...+4 °С.

Квашеная капуста хорошего качества должна иметь светло-соломенный цвет, приятный кисло-солоноватый вкус, приятный специфический аромат, сочную, упругую и хрустящую консистенцию. Концентрация молочной кислоты в ней должна быть 0,7–1,3 %, соли – 1,2–1,8 %.

Технология соления огурцов и томатов.

Партии сырья сортируют по качеству и калибруют по размеру (огурцы делят на зеленцы, корнишоны и пикули). Томаты сортируют также по степени зрелости. После сортирования огурцы и томаты поступают на мойку. Сильно загрязненные плоды замачивают. Пряности хорошо промывают и нарезают на кусочки длиной не более 8 см, хрен измельчают на корнерезке, у чеснока обрезают донце и шейку, промывают и делят его на зубки. Наиболее распространенная рецептура при солении огурцов: укроп – 3–4 %, хрен – 0,5–0,8 %, чеснок – 0,25–0,6 %, перец горький – 0,1 %. Для томатов берут пряностей несколько меньше. Могут также использовать эстрагон, листья петрушки и смородины.

На дно бочки кладут треть порции полагающихся компонентов, затем заполняют огурцами или томатами до половины, после кладут вторую треть пряностей и заполняют бочку доверху. Сверху укладывают оставшиеся пряности так, чтобы укупорочное дно плотно надавливало на их верхний слой. Через шпунтовое отверстие вводят приготовленный рассол. Концентрация рассола зависит от условий хранения, размеров огурцов, степени зрелости томатов и составляет 6–8 %.

Естественная убыль массы при солении огурцов при ферментации составляет 4–7 %. Кислотность готовой продукции (в пересчете на молочную кислоту) должна быть в пределах 0,6–1,2 %. Вкус и запах должны быть приятными, свойственными солено-квашеной продукции, огурцы должны иметь специфический хруст.

Технология мочения яблок.

Используют плоды осенних и зимних сортов. Отсортированные и промытые яблоки укладывают плотными рядами в подготовленные бочки, дно которых могут выстлать пшеничной или ржаной соломой, предварительно обваренной кипятком. Наполненные бочки укупорируют и через шпунтовое отверстие заливают доверху раствором, содержащим 1–1,5 % соли и 2,5–4 % сахара, норма его расхода 800 л/т.

Бочки с яблоками выдерживают 3–5 суток при температуре около 15 °С (до накопления 0,3–0,4 % молочной кислоты), затем направляют на хранение в прохладное помещение. Мочение можно считать законченным, если массовая доля молочной кислоты в растворе достигает 0,6 %. Обычно на это требуется 2–3 недели. Наряду с молочной кислотой в моченых яблоках накапливается небольшое количество спирта, придающего специфический вкус продукту.

Флодово-ягодное виноделие.

Флодово-ягодное вино – продукт, полученный путем спиртового брожения сусла или лузги свежих плодов и ягод с добавлением сахара, а также спирта для некоторых категорий флодово-ягодных вин.

Специфика сырья позволяет вырабатывать сортовые и купажные вина. Сортовые вина вырабатывают из сока одного сорта или смеси соков нескольких помологических сортов одного вида плодов, ягод. В состав купажных вин в зависимости от рецептуры может входить пять-шесть и более виноматериалов из различных плодов и ягод.

Флодово-ягодные вина делят на тихие (не содержащие избытка диоксида углерода) и вина, насыщенные диоксидом углерода.

К тихим винам относятся столовые, крепленые, некрепленые, медовые и ароматизированные.

Вина, насыщенные диоксидом углерода, делят на: игристые (насыщенные CO₂ за счет естественного брожения); шипучие (газированные), полученные путем искусственного насыщения диоксидом углерода.

Флодово-ягодные вина по качеству подразделяются на ординарные и марочные. Срок выдержки марочных вин колеблется от 2 месяцев до 12 месяцев. Ординарные вина выпускают без выдержки.

В флодово-ягодном производстве можно выделить технологические стадии, общие для всех видов выпускаемой продукции, и представленные на рис. 10.

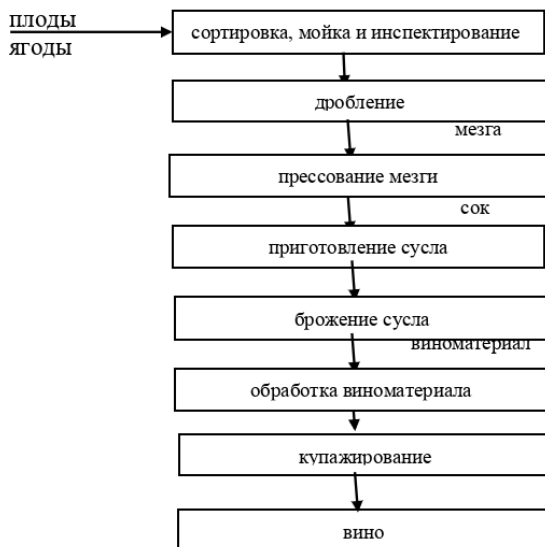


Рис. 10. Схема производства плодово-ягодных вин

Вымытые и отсортированные плоды направляются в дробилку. Измельчение плодов и ягод происходит на однобарабанных ножевых, валковых дробилках и дисковых измельчителях. Полученную измельченную массу (мезгу) нагревают до 45–50 °С и выдерживают не менее 2 ч. Для увеличения выхода сока и улучшения его осветления лузга обрабатывается ферментными препаратами в дозах 0,005–0,03 %.

После настаивания лузгу направляют в стекатель и получают сок-самотек. После чего сок из лузги выделяют прессованием или центрифугированием. Осветление сока производят с помощью центрифуги, отстаиванием, через диатомитовый фильтр.

Осветленный сок подсахаривают, пастеризуют при 70 °С, охлаждают до 20 °С и направляют на брожение. Для сбраживания сока используют дрожжи *Saccharomyces vini*, образующие до 16 % спирта, и дрожжи *Saccharomyces oviformis*, образующие до 18–19 % спирта. Дрожжи вносят в количестве 2–3 % от объема сбраживаемого сусла. Температура брожения 20–22 °С. Продолжительность брожения для различных типов вин может колебаться от 8 (для крепленых вин) до 120 дней (для некрепленых, натуральных вин).

Сбраживание осуществляют в закрытых емкостях (рис. 11), которые заполняют на $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ объема. Емкости закрывают бродильными шпунтами, которые не задерживают выхода наружу углекислого газа, но препятствуют попаданию в чан или бочку наружного воздуха.



Рис. 11. Бродильные емкости

Брожение считается законченным, если в сусле осталось около 0,5 г на 100 мл несброженного сахара. При 2 г сахара на 100 мл и прекращении брожения проводят открытую переливку или продувают сусло воздухом для омоложения дрожжей.

Технологическая обработка плодово-ягодных виноматериалов и вин предусматривает переливки, оклейки, термическую обработку, купажирование и эгализацию.

Переливки проводятся несколько раз с целью отделения виноматериалов от основной массы дрожжей и различных взвесей. После окончания брожения, когда в сусле накапливается 14–17 % об. спирта, виноматериал осветляют отстаиванием и осторожно сливают с осадка, т. е. проводят первую переливку. Вторую переливку проводят через 10–15 дней после первой. Вино после окончания дображивания самоосветляется. В осадок выпадают оставшиеся в нем дрожжи, белковые, красящие и другие вещества. Если в этот период вино не осветлилось, необходимо принимать меры к его быстрейшему осветлению, применяя оклейку и фильтрование.

Для получения прозрачного вина проводят *осветление* (оклейку) виноматериалов или вин различными веществами. С этой целью применяют бентониты – алюмосиликаты. В отдельных случаях оклейку

ведут бентонитом в сочетании с желатином. Кроме этих веществ, применяют полиакриламид (ПАА), способствующий интенсивной коагуляции веществ, выпадающих в осадок. Большое значение в повышении прозрачности и стабильности вина имеет термическая обработка. Обработка виноматериала или вина при t° 65–70 °С разрушает ферменты, способствующие образованию помутнения, уничтожает микроорганизмы и ускоряет осветление вин.

В получении прозрачного и стабильного вина большое значение имеет *фильтрация*. При этом процессе происходит быстрое физическое отделение мути от вина в процессе его прохождения через мелкопористые перегородки. Вместе с мутью, т. е. с осадком, удаляется и значительная часть микроорганизмов. Фильтрация через обеспложивающие пластины дает возможность полностью удалить микрофлору. Для очистки плодово-ягодных вин чаще всего используют фильтры марки ЦМФ, пластинчатые фильтр-прессы типа «Прогресс», тарельчатые фильтры, а также горизонтальную центрифугу ОГШ-321-Н-5.

Спиртование. Плодово-ягодные вина – напитки с небольшим содержанием спирта естественного брода, которые являются биологически нестойкими при хранении. Прочным, не способным к повторному заброживанию, является вино, содержащее 80 консервирующих единиц. За одну консервирующую единицу принимается содержание 1 г сахара в 100 мл вина; 1 % об. спирта приравнивается к 4,5 консервирующей единицы. Поэтому для стабилизации столовые вина пастеризуют или добавляют к нему антисептики (сорбиновую кислоту, сернистый ангидрид). К крепленным винам добавляют спирт.

Требуемое количество спирта постепенно вливают в вино и перемешивают около 2 ч. После этого ставят вино на отдых, а затем переливают и фильтруют. Следует иметь в виду, что спирта необходимо добавлять на 0,3 % больше установленной нормы с учетом снижения спиртозности при технологической обработке вина.

Купажирование проводят с целью доведения виноматериалов до требуемых кондиций по кислотности, по сахарности и содержанию спирта.

Эгализацию проводят при выработке сортовых вин смешиванием разных партий сока одного сорта плодов или ягод для получения однородного качественного виноматериала.

Купаж и эгализацию проводят как на начальных, так и на последующих этапах хранения виноматериала. Эта операции часто совмещают с переливками и оклейками.

После обработки виноматериалов и купажирования следует отдых вина в течение 10 дней, за исключением натуральных вин, которые выдерживаются в течение 210 дней.

После отдыха и выдержки вино направляется на фильтрацию и розлив. Шипучие вина на розлив направляются после предварительной сатурации (насыщение диоксидом углерода).

Вино разливают в чистые стеклянные бутылки и закупоривают корковыми пробками. Для розлива и закупорки применяют машины различных конструкций. На закупорочные бутылки наклеивают этикетки.

Бутылки с вином следует хранить в лежачем положении на полках в подвалах. Лучшей температурой для хранения столовых вин является 8–10 °С, а для крепких – 10–15 °С.

19. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

1. Тепловая стерилизация.

Основана на прекращении биохимических процессов в сырье и на уничтожении болезнетворной микрофлоры воздействием высокой температуры.

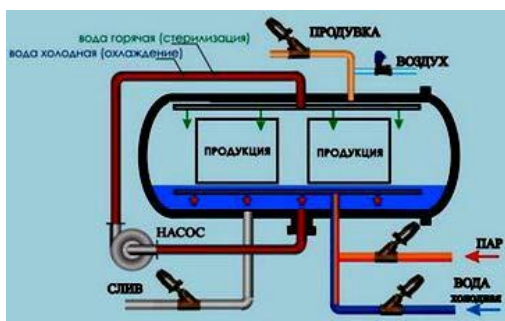
Главной задачей тепловой стерилизации является уничтожение микроорганизмов. Но устойчивость микроорганизмов к тепловому воздействию различна. Если для одних губительно нагревание до 90 °С, то для других требуется более высокая температура (100 °С и более). Особенно устойчивы к высокой температуре спорообразующие бактерии, для уничтожения которых необходимо нагревание до 120 °С.

Стерилизующий эффект при нагревании зависит от свойств продукции, в первую очередь от кислотности клеточного сока (рН) и обсемененности микрофлорой. В кислых продуктах гибель микрофлоры достигается при нагревании до 85–90 °С (*пастеризация*). В кислой среде микроорганизмы погибают быстрее. Поэтому приготовление таких плодово-ягодных консервов возможно в открытых ваннах. Большая часть овощей нуждается в прогревании выше 100 °С в автоклавах (рис. 12) при повышенном давлении (*стерилизация*).

При стерилизации банки с подготовленной продукцией, залитой соответствующей заливкой, устанавливают на деревянную решетку или толстую прокладку из ткани, помещенную на дно ванны. Вода должна доходить до плечиков банок. Банки прикрывают крышками, пригнетая грузом или фиксируя пружинными зажимами.



а



б

Рис. 12. Стерилизация продукции в автоклаве:
а – вид снаружи; б – в разрезе

Нагревание осуществляют так, чтобы вода кипела непрерывно, но не слишком бурно. Температуру контролируют водяным термометром, который вставляется внутрь банки с консервами. Отсчет времени пастеризации начинают с того момента, когда температура продукта достигнет $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По окончании пастеризации банки быстро вынимают из ванны, ставят на деревянный стол и сразу же герметично укупоривают. После укупорки банки переворачивают вверх дном, при этом крышка дополнительно прогревается и проверяется герметичность укупорки.

Для соков и томатопродуктов применяется особый вид тепловой стерилизации – *горячий розлив*. Продукт нагревают до кипения, немедленно разливают в стерильную нагретую тару (не менее 3 л) и укупоривают. Методом тепловой стерилизации получают следующие

группы консервов: овощные натуральные, овощные закусочные, томатопродукты, плодово-ягодные компоты и пюре, плодово-ягодные соки, маринады, при приготовлении которых сочетается консервирующее действие тепловой стерилизации и пищевого консерванта – уксусной кислоты.

В основе приготовления консервов лежит принцип *тепловой стерилизации* (термостерилизации) для создания условий абיוза. Ассортимент консервов, выпускаемых в герметически укупоренной таре, чрезвычайно разнообразен. Из овощей готовят натуральные овощные и закусочные овощные консервы, овощные соки и салаты, из томатов – сок, пюре и пасту. Из плодов и ягод готовят компоты, пюре, соусы, соки.

Учет консервированной продукции, приготовленной в разной таре и в различном ассортименте, ведут в *условных*, или *учетных банках*. За 1 *условную банку* принята масса нетто консервов однородной консистенции и концентрации, равная 400 г. Также применяются объемные условные банки для консервов, содержащих сырье и заливку (сироп, рассол). За 1 *объемную учетную банку* принята банка объемом 353 мл. Объемы произведенной консервированной продукции или производительность консервных заводов и технологических линий обычно измеряется в тысячах (ТУБ) или миллионах (МУБ) условных банок.

Натуральные овощные консервы. Общая технологическая схема производства консервов следующая: подготовка тары и сырья – составление смеси по рецептуре – загрузка в тару и герметизация – стерилизация – термостатирование – бракераж – хранение на складе – транспортирование к потребителю.

Подготовленные овощи заливают 2%-ным раствором поваренной соли. Они предназначаются для приготовления первых и вторых блюд или гарниров, поэтому требуют предварительной кулинарной обработки. Так консервируют *зеленый горошек*, спаржу, сахарную кукурузу, фасоль овощную и др. Стерилизацию проводят в зависимости от вида консервов при температуре 100–121 °С. При температуре 100 °С ее осуществляют в котлах. При более высокой температуре стерилизацию ведут под давлением в *автоклавах*, что более надежно.

Закусочные овощные консервы. Приготавливают в томатном соусе с растительным маслом, что повышает калорийность по сравнению с сырьем в 3–4 раза. Они готовы для употребления в пищу без дополнительной кулинарной обработки. Основным сырьем служат баклажаны,

сладкий перец, кабачки и томаты. Для приготовления фарша применяют морковь, белые корни, лук, зелень (укроп, петрушку, сельдерей). Широко распространена кабачковая и баклажанная *икра* (после обжаривания овощи немедленно измельчают на протирочных машинах, смешивают по рецептуре в смесителях с подогревом до полного растворения соли и сахара и получения однородной массы, затем фасуют в банки, укупоривают и стерилизуют в автоклаве).

Стерилизация овощных консервов в автоклаве при повышенных температуре (110–120 °С) и давлении необходима для уничтожения возбудителя опасной болезни – *ботулизма*. Бактерии, вызывающие ботулизм, активно развиваются в анаэробных условиях (в герметически укупоренной таре), и только воздействие высоких температур способствует их уничтожению.

При нарушении технологии производства (недостаточная стерилизация, плохая герметизация) возможны разные виды порчи консервов. Например, вздутие крышки или доньшка жестяной банки, так называемый *бомбаж*. Природа его может быть микробиологической, химической и физической. Наиболее часто происходит микробиологический бомбаж, причиной которого является плохая стерилизация консервов, приводящая к развитию в них микроорганизмов, выделяющих в процессе жизнедеятельности газы (водород, диоксид углерода), приводящие к вздутию крышек и банок. Порча консервов возникает также и без бомбажа. Это скисание продукта, изменение окраски.

Томатопродукты. *Томатный сок* содержит до 5 % сухих веществ. Получают его отжатием подогретой пульпы (дробленой томатной массы) в прессах (шнековых экстракторах). Затем сок фасуют в тару и стерилизуют при температуре 100 °С. Можно проводить горячий розлив сока в стерилизованные банки. *Томат-юре* содержит от 12 до 20 % сухих веществ. Для его приготовления томатную массу протирают в протирочных машинах и уваривают в паровых выпарных чанах при атмосферном давлении. *Томат-пасту* (30–50 % сухих веществ) уваривают в вакуумных аппаратах под давлением 0,12–0,14 атм. при температуре кипения 45–50 °С, что предотвращает пригорание томатной массы, изменение цвета, вкуса, потери витаминов и в целом ухудшение качества готового продукта. В томатные *соусы* (кетчупы) для придания специфического вкуса и запаха добавляют сахар, специи, уксус.

Фруктово-ягодные компоты. Это консервы из плодов и ягод одного или нескольких (ассорти) видов в сахарном сиропе, подвергнутые теп-

ловой стерилизации и герметически укупоренные для их сохранения. Сахарный сироп улучшает вкус и повышает калорийность продуктов. Качество компотов определяется качеством сырья и технологией производства. Для их приготовления используются *консервные* сорта различных плодов. Концентрация сахарного сиропа установлена технологическими инструкциями и рецептурой и колеблется от 25 до 65 %. Время стерилизации при температуре 100 °С составляет 15–25 минут.

Фруктово-ягодные соки. Наиболее ценные консервы, содержащие много витаминов, сахаров, органических кислот, пектиновых веществ. Вырабатывают следующие виды соков: соки *с мякотью* (частицами тканей плодов), биологически более ценные и питательные, и соки *без мякоти осветленные и неосветленные*.

Производят также концентрированные соки (с высоким содержанием сухих веществ): *экстракты*, полученные путем выпаривания влаги и сгущения, и *сиропы*, консервируемые сахаром.

Общая технологическая схема производства осветленных соков следующая: сортирование сырья – мойка – измельчение (дробление) – извлечение сока – очистка (осветление) – консервирование (стерилизация). Измельчают сырье в специальных дробилках с регулировкой степени измельчения. Измельченную массу продукта, состоящую из мякоти и сока, называют *мезгой*. Сок из мезги выделяют чаще всего *прессованием* в прессах разных конструкций. Применяют предварительный нагрев мезги до 70 °С. Для осветления соки фильтруют, пропуская их в специальных фильтрах через много слоев фильтровального картона, или проводят их *оклейку* глинами-бентонитами, желатином. Затем соки пастеризуют при температуре 85 °С и герметически укупоривают. Соки и нектары, расфасованные в тетра-паки при асептическом консервировании, подвергают вначале тепловому удару – кратковременному (2–3 с) воздействию высокой температуры (120–130 °С) с последующим быстрым охлаждением и герметизацией.

Фруктовые соки с мякотью называются *гомогенизированными* соками, так как мезга с протирачных машин продавливается под высоким давлением (200 атм.) в *гомогенизаторах*. В результате получается мелкодисперсная, не расслаивающаяся при хранении суспензия, состоящая из клеточного сока и частиц мякоти. Перед стерилизацией и фасовкой могут добавляться сахар и антиокислители (аскорбиновая кислота). Такие соки имеют наиболее высокую пищевую и биологическую ценность, так как содержат все ценные вещества плодов и ягод, в частности, пищевые волокна и пектиновые вещества. Их называют «жидкими плодами».

2. Консервирование сахаром или солью.

Основано на создании высокого осмотического давления среды, в результате чего из клеток микроорганизмов выводится влага, протоплазма коагулирует, и они погибают.

Концентрация сахара должна быть очень высокой (не ниже 65 %), однако продукт при этом становится приторно-сладким. Поэтому предпочтительнее вносить меньшее количество сахара и пастеризовать варенье. При использовании соли в качестве консерванта для соления зелени пряных растений концентрация ее должна быть 15–20 %.

При консервировании с помощью соли промытые и измельченные листья зелени пересыпают сухой солью (концентрация 15–20 %) при укладке их в стеклянные банки. Кроме овощной зелени можно консервировать с помощью соли и многие другие виды овощей и плодов. Подготовленные овощи (очищенные и измельченные) заливают соевым раствором с концентрацией не ниже 15 %. Такие заготовки используют чаще всего в качестве полуфабрикатов (после вымачивания) для приготовления маринадов.

Плоды и ягоды для сохранения их природных свойств консервируют сахаром. Для полной консервации таким способом (использование принципа осмоанабиоза) требуется большая концентрация сахара. Например, протертые ягоды смородины смешивают с сахаром в соотношении 1:2. В противном случае для длительного хранения необходима тепловая стерилизация.

Варка варенья. Варенье – питательный, вкусный, но маловитаминизированный продукт. Плоды до варки заливают сахарным сиропом температурой 70 °С и выдерживают 3–4 часа, при этом сырье пропитывается сахаром. Допускается просто пересыпание плодов сахаром, при этом из них активно выделяется клеточный сок. Обычно соотношение сахара к сырью составляет 1:1.

Варят варенье в специальных вакуумных аппаратах или обычных двутельных паровых котлах. При отсутствии указанного оборудования варку ведут на обычных плитах или жаровнях, используя латунные тазы небольшой вместимости – 8–12 кг. Варку ведут в несколько приемов (многократно, минимум – два), между которыми варенье выстаивает в течение нескольких часов и тем самым всякий раз охлаждается. При этом происходит диффузия сахара из сиропа в плоды и ягоды. Во избежание усыхания и разваривания плодов сильное кипение сиропа недопустимо. Каждый период кипения кратковременен (до 10 минут) и в целом продолжается обычно не более 40 минут.

Окончание варки устанавливают по интенсивности стекания сиропа с ложки; показаниям ареометра, рефрактометра (содержание сухих веществ не менее 70–72 %); температуре кипения готового варенья (106–107 °С). Переваренное варенье характеризуется низким качеством, недоваренное быстро портится. Варенье, герметизированное в стеклянной таре, пастеризуют 25 минут при температуре 90 °С и хранят его при температуре 10–15 °С. Сироп в варенье должен быть прозрачным и не засахарившимся. Плоды и ягоды не должны быть разваренными, они должны максимально сохранить свою целостность и объем (коэффициент сохранения объема для плодов семечковых культур не менее 0,85–0,9, а для плодов косточковых культур и ягод – 0,7–0,8).

Приготовление джема и повидла. *Джем* – продукт, полученный увариванием плодов и ягод (возможно до полного разваривания) в сахарном сиропе до желеобразной консистенции (содержит много пектиновых веществ). Сироп обязательно должен желировать. Уваривают джем в один прием в паровых котлах или вакуумных аппаратах. На 100 частей плодов берут 100–150 частей сахара и 5–15 частей желеобразующего сока (при недостатке в сырье пектина). Расфасовывают и хранят джем в стеклянной таре. Лучше провести пастеризацию.

Повидло – продукт уваривания плодово-ягодного пюре с сахаром, имеет однородную желеобразную консистенцию. Пюре получают путем прошпаривания и протираания сырья. Для получения повидла мажущейся консистенции на 125 частей пюре берут 100 частей сахара. Для плотной консистенции (режущейся) берут 150–180 частей пюре на 100 частей сахара. Уваривают повидло до готовности 45–55 минут в паровых котлах или вакуум-аппаратах. Повидло плотной консистенции с содержанием сухих веществ более 72 % хранят в пакетах из пищевой пленки, в ящиках и коробках, переслоенных плотной бумагой. Жидкое повидло с содержанием сухих веществ 66–68 % фасуют в стеклянные или жестяные банки, которые укупоривают, и стерилизуют при температуре 90–95 °С.

3. Быстрое замораживание.

Является прогрессивным и перспективным методом консервирования плодов и овощей. В замороженном при температуре –25–30 °С продукте полностью прекращаются биохимические процессы и развитие микроорганизмов. Быстрое охлаждение до температуры значительно ниже криоскопической приводит к тому, что кристаллизация льда происходит как в межклеточном пространстве, так и внутри кле-

ток. Кристаллы льда очень мелкие, и значительного нарушения оболочек клеток не наблюдается. При оттаивании замороженных фруктов и овощей белки клеток быстро поглощают влагу, и продукт в той или иной мере восстанавливает свою форму.

Продукты высокого качества получаются при замораживании зеленого горошка, перца, фасоли, томатов, моркови, свеклы, картофеля, шпината, грибов, земляники, малины, вишни, слив, смородины, винограда, яблок, груш. Малопригодны для замораживания салат, огурцы, арбузы.

Подготовка сырья состоит из сортировки, мойки, очистки, измельчения и бланширования. Бланшируют овощи (кроме перцев, томатов) и плоды семечковых пород. Не бланшируют ягоды и отдельные виды косточковых (вишня, черешня, слива). Бланширование приводит к инактивации ферментов, в результате чего качество замороженной продукции повышается. Для сохранения цвета и вкуса замороженных плодов при длительном хранении, а также для уменьшения потерь витамина С сырье обрабатывают антиокислителями (0,1–0,2%-ный раствор аскорбиновой, лимонной кислот).

Коробки из плотной бумаги и картона являются наиболее распространенной тарой для замораживания. Применяют замораживание в стеклянной таре (однако это замедляет процесс, так как стекло имеет низкую теплопроводность), а также россыпью (на лентах транспортеров или противнях) с последующей расфасовкой во влагонепроницаемую упаковку.

Для замораживания плодоовощной продукции применяют конвейерные, тоннельные, многоплиточные, флюидозационные и другие скороморозильные аппараты (рис. 13).

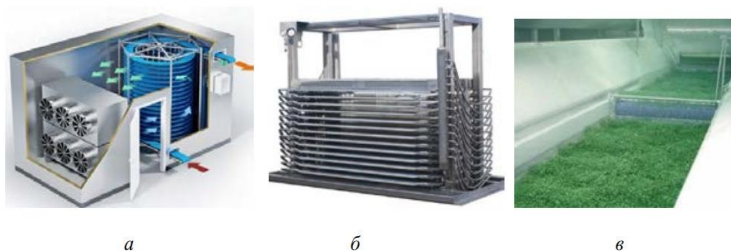


Рис. 13. Морозильные аппараты:
а – конвейерный спиральный; б – многоплиточный; в – флюидизационный

Замороженные продукты хранят при температуре $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ и высокой влажности воздуха до 9 мес., в некоторых случаях (плоды и ягоды в сиропе) – до 12 мес. Перед замораживанием для сохранения натурального цвета и вкуса плодов, а также для уменьшения потерь витамина С их предварительно обрабатывают антиокислителями (растворами аскорбиновой или лимонной кислот, поваренной соли). После стекания раствора плоды укладывают в картонные коробки или целлофановые пакеты и направляют на замораживание. Рекомендуемая температура в морозильной камере $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$. При замерзании плодов происходит полная кристаллизация клеточного сока с образованием льда (принцип криоанабиоза). Хранят замороженные продукты при температуре не выше $-18\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 95–98 %. Более высокие температуры хранения замороженных плодов и ягод могут привести к ухудшению их качества.

В замороженных плодовоовощных продуктах сохраняются все пищевые качества, 80 % витаминов и биологически активных веществ. Энергозатраты при данном способе консервирования значительно ниже, чем при тепловой стерилизации. Поэтому замораживание является экономически выгодным видом переработки плодовоовощного сырья. Могут замораживать плоды (абрикосы, персики), ягоды (земляника, малина), овощные смеси (цветная капуста, брокколи, спаржа, фасоль и горох в бобах, морковь и др.). Непригодны для замораживания арбузы, огурцы, кабачки.

Для получения продукции высокого качества замораживание должно быть быстрым, а размораживание (дефростация) медленным, чтобы исключить резкую сокоотдачу плодов и потерю ими товарного вида. Более быстрое размораживание и использование продуктов возможно с применением установок СВЧ (без внешнего подвода тепла).

4. Сушка плодов и овощей.

Сушка – один из наиболее древних и широко практикуемых способов переработки плодовоовощной продукции. При сушке плодов и овощей из них удаляется большая часть воды, концентрация клеточного сока и осмотическое давление его сильно повышаются. Продукт становится законсервированным, если содержание влаги довести в овощах до уровня 12–14 %, а в плодах – 15–20 %. Благодаря этому развите микроорганизмов, вызывающих порчу продукции, при соответствующих условиях хранения, предотвращается полностью. Сушеные плоды в несколько раз легче свежих, имеют высокую транспортабельность, содержат большое количество питательных веществ и широко используются.

Существует два способа сушки плодов и овощей: воздушно-солнечная и с использованием нагретого воздуха в сушилках. При первом способе не требуется сложного оборудования и расходов на топливо, но готовая продукция не отличается высоким качеством и часто загрязнена. Более эффективен способ сушки с использованием тепла, который имеет несколько модификаций. Наиболее распространен способ соприкосновения сырья с нагретым воздухом – *конвективный метод*. Применяется и *контактный метод*, когда тепло к продукту передается через нагретую теплоносителем поверхность.

Для сушки плодов и овощей применяют сушилки разных типов: шкафные, паровые ленточные, вальцовые, распылительные, сублимационные и др. (рис. 14, 15).

Шкафная сушилка представляет собой камеру, в которой продукт размещают на стеллажах, имеющих сетчатые поверхности. Воздух подогревается с помощью калориферов и высушивает продукт.



a



б

Рис. 14. Типы сушилок: *a* – шкафная; *б* – ленточная

Ленточные сушилки предназначены для сушки картофеля, моркови, лука и других овощей. В камеру вмонтированы валы таким образом, что при натяжении на них лент они образуют 4 или 5 ленточных транспортеров, расположенных один над другим. Каждая лента обогревается трубчатыми паровыми калориферами, вмонтированными между валами (барабанами).

Подготовленное для сушки сырье подается загрузочным транспортером на верхнюю ленту и равномерно распределяется на ней. Для ускорения сушки под лентами установлены ворошители. С верх-

ней ленты сырье сыпается на следующую и, пройдя все ленты полностью, высушивается. Свежий воздух, поступающий снизу сушилки, нагревается калориферами, высушивает сырье и удаляется через вытяжную трубу.

Вальцовые сушилки предназначены для производства хлопьев из картофельного пюре. Сушилки бывают одно- и двухвальцовые. Двухвальцовая сушилка состоит из двух вальцов-барабанов большого диаметра, обогреваемого изнутри паром. На барабаны подается картофельное пюре, которое тонкой пленкой забирается на их горячую поверхность. Барабаны вращаются в противоположные стороны. За один оборот пюре высушивается до влажности 4–6 % и снимается в виде хлопьев с нижней стороны при помощи ножей.



а



б

Рис. 15. Типы сушилок: *а* – вальцовая; *б* – сублимационная

Распылительные сушилки чаще всего применяют для сушки соков. В этих сушилках диспергированный продукт (в виде аэрозоля) подается в поток горячего воздуха, нагретого до 120–180 °С, и почти мгновенно высушивается. Кратковременность сушки обуславливает получение сушеных порошков высокого качества, которые после восстановления дают соки, близкие по свойствам к исходным. В зависимости от способа подачи сушильного агента распылительные сушилки могут быть прямоточные, в которых продукт и воздух движутся в одну сторону, противоточные, где продукт и воздух движутся в противоположные стороны, и комбинированные.

В последние годы внедряется *сублимационная сушка*, при которой воду из плодов удаляют при низкой отрицательной температуре (вымораживанием). При этом методе основная часть влаги сырья удаляется за счет испарения льда без перехода его в жидкое состояние. Сублимационную сушку ведут при температуре ниже 0 °С в вакууме. Происходит сублимация (возгонка) льда. Сырье в это время находится в замороженном состоянии, поэтому не отмечается потерь веществ и качество таким методом высушенных плодов самое высокое. Однако применяемое при этом оборудование сложно и дорого. В последнее время стала внедряться *флюидизационная сушка* (в кипящем слое), когда сырье поступает на сито с небольшим наклоном, которое постоянно встряхивается. Снизу подают горячий воздух с такой скоростью, чтобы сырье отрывалось воздухом от сита и вновь падало на него. При этом сушка идет быстро, и продукция получается высокого качества.

Кроме того, плоды можно сушить *радиационным методом* – под воздействием инфракрасных лучей, токами высокой частоты. Эффективным является и метод вакуумной сушки, когда высушиваемый материал помещают в камеру, из которой выкачивается воздух, а вместе с ним и влага. Скорость удаления влаги из сырья зависит как от способа сушки, так и от характера связи влаги с тканями. В первую очередь и легко удаляется свободная влага, а ее в плодах и овощах более 70 %. Химически связанная вода удерживается наиболее прочно и при сушке остается. Эта влага входит в структуру различных веществ.

Скорость сушки зависит от: влажности и температуры агента сушки (воздуха), скорости его подачи, строения и крупности сырья. Однако повышать температуру сушки можно до строго определенной величины, при сильном нагреве ухудшается качество продукции. При температуре выше 90 °С в плодах начинается карамелизация сахаров.

Полная схема подготовки сырья к сушке включает: сортирование и калибрование, мойка и очистка, измельчение и бланширование.

Коротко рассмотрим два последних этапа. Плоды и овощи измельчают с целью увеличения поверхности и уменьшения толщины, чем достигается быстрое и равномерное высушивание. Кроме того, измельчение нужно согласовывать и с целевым назначением продукта. Цель бланширования – предотвращение потемнения продукта, разрушение ферментов, коагуляция белков, улучшение вкуса, закрепление естественной окраски. На практике продолжительность бланширования и его режим определяют опытным путем. Бланширование проводят до измельчения овощей, чтобы предотвратить потерю ценных веществ.

Сушка плодов и овощей происходит по тем же законам, что и сушка зерна. В силу разности давления влага переходит в воздух из продукта. По мере удаления воды с поверхности она диффундирует из более глубоких слоев. Искусственное поддержание высокой упругости водяного пара в продуктах достигается нагреванием воздуха и вентиляцией.

Температурный режим сушки определяется стойкостью того или иного вида продуктов к нагреванию, что обуславливается их химическим составом. Зеленые сушат при температуре 50 °С, белые корни – 55 °С, морковь – 70–75 °С, свекла и картофель – 75–80 °С, абрикосы – 70–75 °С, яблоки – 80–85 °С, груши, сливы – 75–80 °С. Часто сушку ведут в два приема по температуре. К примеру, вишню сушат сначала при 60 °С, а досушивают при 80 °С, иначе плоды лопаются и вытекает сок.

Вентилирование необходимо для удаления насыщенного влагой воздуха и замены его свежим. При достаточном вентилировании устраняется опасность запаривания. Чем тоньше кусочки и меньше слой насыпи, тем быстрее идет сушка за счет увеличения поверхности. Для большинства видов плодов и овощей толщина кусочков принята около 4–5 мм.

Для сушки яблок и груш используют плоды летних и осенних сортов, которые моют, очищают и нарезают, опускают на 1–2 минуты в 0,2%-ный раствор сернистой кислоты, или 0,1%-ный раствор лимонной кислоты, или 2%-ный раствор поваренной соли.

Чаще всего сушеные сливы (чернослив) вырабатывают вместе с косточкой, так как удаление ее очень сложно. Мелкие персики сушат с косточкой, а крупные – без косточки.

Вишни и черешни сушат с косточкой в день сбора. Из ягод чаще всего сушат черную смородину. Из ягод винограда с семенами после сушки получают изюм, а из бессемянного – кишмиш.

Для искусственной сушки овощей чаще всего используют картофель, свеклу, морковь, лук, капусту.

Ориентировочный выход готовой продукции (%) из: картофеля – 16–20; свеклы – 12–19; моркови – 10–12; белых кореньев – 12–17; капусты – 8–10; зеленных – 4–6; яблок – 10–15; слив с косточками – 18–20; груш – 20–24; вишни с косточками – 18–20; абрикосов с косточками – 18–20; абрикосов без косточек – 14–16.

В сушеных плодах и овощах при хранении могут происходить химические превращения, в первую очередь окисление – потемнение, изменение вкуса и аромата, потеря витаминов. Превращения усиливаются при повышенной температуре хранения (15 °С) и почти полностью прекращаются при 0 °С. Сушеные плоды и овощи гигроскопичны, и их следует предохранять от увлажнения. Для этих целей используют герметическую упаковку. Сушеные плоды и овощи при хранении могут повреждаться вредителями, прекратить развитие которых можно тепловой обработкой, окуриванием SO₂. Хорошие результаты получаются при дезинсекции сухих продуктов радиоактивным облучением.

Обезвоженные плоды, овощи и картофель – достаточно стойкие и малоемкие при хранении и перевозках продукты, удобные для транспортирования. Они обладают высокой питательной и энергетической ценностью, однако содержат меньше витамина С. Это экономически эффективный способ консервирования.

В процессе сушки изменяется химический состав продуктов, образуются темно-окрашенные соединения в результате окислительных реакций. Качество сушеной продукции нормируется стандартами. Наиболее распространенными продуктами являются сухофрукты из яблок, сушеный виноград (*изюм и кишмиш*), сушеный абрикос (*курага, урюк, кайса*), *чернослив*, а также сушеные овощи.

20. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Химическое консервирование.

Резко выраженная сезонность поступления плодоовощного сырья создает сложные условия для его переработки. На завод сразу может поступить такое количество фруктов и овощей, которое в несколько

раз превышает производственные мощности консервного оборудования. В этих случаях одним из возможных способов сохранения скоропортящегося сырья является химическое консервирование.

Консерванты – это химические вещества (кислоты, спирты, соли и др.), обладающие способностью тормозить развитие микрофлоры на пищевых продуктах.

Консерванты должны удовлетворять следующим требованиям санитарного законодательства:

1) консерванты должны быть безвредными для человека, даже при условии длительного применения консервированной пищи;

2) консервирующие средства в применяемых концентрациях не должны ухудшать органолептические качества продукта;

3) расщепляясь в организме человека, консерванты не должны образовывать токсические вещества;

4) консерванты должны оказывать сильное действие на микрофлору, вызывающую порчу продуктов;

5) консерванты должны быть удобны и безопасны в применении;

6) консерванты должны определяться доступными методами, что обеспечит контроль за содержанием их в пищевых продуктах.

Таким требованиям отвечают далеко не все известные консервирующие химические вещества. Практически в пищевой промышленности в качестве консервантов получили распространение бензойная кислота и ее соли (бензоаты), сорбиновая кислота и ее соли (сорбаты), сернистая кислота и ее соли (сульфиты).

Консервирование бензойной кислотой.

Бензойная кислота C_6H_5COOH представляет собой твердое кристаллическое вещество. Бензойная кислота в воде растворяется трудно, поэтому применяются ее соли: бензойноокислый натрий и бензойноокислый калий. Эти соли хорошо растворяются в воде и работать с ними удобнее. На свету кислота и ее соли разлагаются, в связи с этим хранить их надо в темноте. Бензойная кислота подавляет жизнедеятельность микроорганизмов в концентрации 0,05 %, а бензойноокислый натрий – 0,07–0,1 %. Особенно сильно эти антисептики действуют на дрожжи и плесень, в меньшей степени – на бактерии.

Как сама кислота, так и ее соли (бензоаты) обладают консервирующим действием только в кислой среде, поэтому их можно применять для консервирования продуктов, имеющих кислотность не менее 0,4–0,5 % (рН 2,5–3,5). Наличие в продукте значительного количества белковых веществ снижает консервирующее действие бензойной кис-

лоты и бензоата натрия. Бензойная кислота и бензойнокислый натрий в концентрациях, применяемых для консервирования, не оказывают отрицательного влияния на организм человека. Бензойная кислота и бензоаты нелетучи, их нельзя удалить из законсервированного продукта, они так и остаются в нем, и иногда в этих продуктах ощущается привкус консерванта.

Применяются они для консервирования кислых плодово-ягодных соков и пюре. Плоды и ягоды консервировать с ними не рекомендуется, так как они становятся безвкусными и грубыми.

Для консервирования пюре и соков готовят 5 % рабочий раствор бензойнокислого натрия. Для пюре растворяют его в горячей воде, для сока – в соке, доводя содержание консерванта в общем объеме продукта до 0,10–0,12 %. Наполняют смеситель соком или пюре, добавляют раствор бензойнокислого натрия (20 л на 1 т) и тщательно перемешивают законсервированный продукт, переливают в отстойник, выдерживают 15–20 суток, декантируют и фасуют сок в бочки, а пюре – в бочки или бассейны. Сок и пюре, консервированное бензоатом, хранят, как и сульфитированное пюре.

Консервирование сорбиновой кислотой.

Сорбиновая кислота наиболее перспективна из всех химических консервантов. Сорбиновая кислота и ее соли (сорбаты) сильно подавляют развитие дрожжей, плесени и многих бактерий (на молочнокислые и уксуснокислые бактерии почти не оказывают влияния). В отличие от других химических консервантов они не оказывают вредного действия на организм человека и не придают консервируемым продуктам какого-либо привкуса и запаха. Попадая в организм человека, сорбиновая кислота и сорбаты окисляются, распадаясь до CO_2 и воды. Их токсические свойства для микроорганизмов проявляются в концентрации 0,05–0,1 %.

Сорбиновая кислота – белое кристаллическое вещество, плавящееся при 134,5 °С. В холодной воде растворяется слабо. Поэтому ее обычно растворяют в подогретом до 85 °С в продукте, подлежащем консервированию.

Антисептические свойства сорбиновой кислоты и сорбатов в большей степени проявляются в кислой среде. При консервировании продуктов с низкой кислотностью добавляют лимонную или уксусную кислоту. Сорбиновую кислоту применяют для консервирования (без пастеризации) плодово-ягодных соков, повидла, джема, варенья, полуфабрикатов для производства компотов, томатной пасты, квашеной

капусты, соленых огурцов. К этим продуктам сорбиновую кислоту добавляют в виде 10 % раствора на соке, сиропе, пюре, пасте, рассоле. Например, сорбиновую кислоту вначале растворяют в пюре в соотношении 1:10, выдерживают 5–10 мин. Полученным раствором заливают продукт с таким расчетом, чтобы в пюре концентрация сорбиновой кислоты была 0,05 %. В соке плодовых или ягодных с мякотью раствор консерванта в соке вносят одновременно с сахарным сиропом в смеситель или в вакуум-аппарат, перемешивают в течение 10 мин.

После этого продукт нагревают до 85 °С и сразу же фасуют. В соусах фруктовые сорбиновую кислоту в виде раствора добавляют в конце уваривания; к повидлу, варенью и джему – после окончания варки, затем перемешивают при нагревании и продукт фасуют.

Для консервирования томатной пасты раствор сорбиновой кислоты на этой же пасте (1:10) вносят после уваривания при температуре пасты 85 °С и после охлаждения продукта до 30 °С фасуют в луженые металлические фляги или бочки (в бочки добавляют к пасте 4 % поваренной соли).

Для консервирования соленых и квашеных овощей в герметической таре без пастеризации вначале сливают сок (капуста) или рассол (огурцы, томаты), фильтруют сок или рассол, кипятят 1–2 мин, охлаждают до 85 °С, добавляют сорбиновую кислоту при перемешивании и после полного растворения консерванта горячим раствором заливают уложенные в банки овощи, а затем банки укупоривают.

Особенно ценно применение сорбиновой кислоты при выработке протертых или дробленых непастеризованных плодов и ягод с сахаром. В этих случаях расход сахара может быть уменьшен вдвое, т. е. берут его в соотношении 1:1.

Для предотвращения порчи продукция от порчи массовая доля сорбиновой кислоты должна быть в виноградном соке 0,05 %, в остальных консервах и полуфабрикатах 0,05 %, и слабо градусных (не крепленых) винах 0,02–0,03 %. Все виды консервов и полуфабрикатов, законсервированные сорбиновой кислотой, хранят при температуре 0–25 °С.

Сульфитация плодово-ягодного сырья.

Сульфитацией называется способ консервирования плодов, ягод, сока и пюре при помощи сернистого ангидрида (диоксида серы), сернистой кислоты, а также солей сернистой кислоты (бисульфит натрия). Сернистая кислота сильно действует на бактерии и в меньшей степени – на дрожжи.

Сернистый ангидрид является ядовитым для человека. Поэтому сульфитацию применяют только при консервировании полуфабрика-

тов, из которых при приготовлении пищевых продуктов предварительно удаляют сернистый ангидрид. Этот процесс называется десульфитацией.

Для сульфитации плодов, ягод, пюре или соков используют сернистый ангидрид, получаемый в хозяйствах при сжигании серы или вырабатываемый на заводах и поставляемый в хозяйства в стальных баллонах в жидком виде. Сернистый ангидрид в 2,25 раза тяжелее воздуха, при температуре -10°C или давлении 0,4–0,6 МПа (4–6 атм.) находится в жидком состоянии. При низкой температуре газ легко растворяется в воде, образуя сернистую кислоту. С повышением температуры растворимость резко уменьшается, а при нагревании до 60°C и выше сернистый ангидрид быстро улетучивается из растворов. Это и положено в основу десульфитации полуфабрикатов. Считается допустимым остаточное количество сернистого ангидрида в готовом продукте 0,002 %.

Однако продукты из сульфитированного сырья не рекомендуются для детей и больных. Поэтому сернистый ангидрид не является перспективным и в настоящее время заменяется другими консервантами.

Мокрая сульфитация – это сульфитация плодов и ягод раствором сернистой кислоты. Для практических целей рабочие растворы готовят на холодной ($10\text{--}12^{\circ}\text{C}$) воде, в которых концентрация SO_2 составляет 1,5–7 %, весовым или объемным методом, применяя сульфитометр. Содержание SO_2 в растворе определяют йодометрическим методом или по плотности раствора (ареометром).

Сульфитируют абрикосы, груши, вишню, ежевику, землянику, крыжовник, кизил, малину, персики, сливу, черешню, чернику, черную смородину и яблоки. Сырье моют, сортируют по качеству и размеру, у ягод удаляют плодоножки и веточки, яблоки очищают от семенного гнезда и режут на дольки. Подготовленные плоды и ягоды фасуют в бочки так, чтобы сырье заняло не менее 80 % и не более 90 % их вместимости, и через шпунтовое отверстие наливают необходимое количество рабочего раствора сернистой кислоты, чтобы обеспечить конечную концентрацию сернистого ангидрида в пределах 0,1–0,2 %. Количество рабочего раствора и его концентрацию берут с учетом сырья. Так, для сливы, вишни, абрикосов, персиков, черной смородины концентрация сернистого ангидрида 0,15 %, для черешни и яблок – 0,2 % от массы плодов. Концентрация ангидрида в рабочем растворе для черешни без косточек, абрикосов и персиков должна быть 1 %, вишни и сливы 1,5 %, для черной смородины – 5 %. Чтобы ягоды земляники не размягчились, ее сульфитируют с добавлением гашеной извести. На 1 л 2 % раствора сернистой кислоты берут 6 г гашеной изве-

сти, размешивают в течение 5–10 мин, а затем добавляют к землянике. После заполнения бочек раствором кислоты шпунтовое отверстие закрывают пробкой, а бочки осторожно прокатывают 2–3 мин, что ускоряет проникновение сернистого ангидрида в плоды.

Для сульфитации большого количества плодов и ягод используют железобетонные или деревянные чаны и бассейны, для этого внутри их покрывают защитным слоем смолки, парафина.

Наполненные емкости тщательно герметизируют. Общее количество сернистого ангидрида должно составлять 0,25 % от массы плодов. В процессе хранения один раз в месяц проверяют содержание сернистого ангидрида. Его количество не должно быть ниже 0,1 %.

Сухая сульфитация – это сульфитация плодов сернистым газом. Этим способом сульфитируют плоды с плотной мякотью: айву, груши и яблоки, отсортированное сырье укладывают в специальные камеры на рейки, между ящиками также прокладывают рейки; максимально допустимая высота штабеля 1,5 м. Между штабелями от стен оставляют 0,4–0,8 м. Для наблюдения за сульфитацией делают смотровое окно, у которого на полке ставят контрольный ящик с плодами.

Для получения ангидрида используют комовую или черенковую серу. Ее сжигают в специальных жаровнях, установленных на полу вдали от ящиков, из расчета одна жаровня на каждые 2,5 т плодов. В жаровнях сначала разжигают древесный уголь, а затем; загружают серу из расчета 2 кг на 1 т плодов. Двери камеры тщательно закрывают, щели замазывают глиной. Лучше сжигать серу в каскадной печи. Хорошие результаты получают и при подаче в камеры жидкого сернистого ангидрида из баллонов.

Сульфитация должна длиться 16–20 часов (в плодах должно накопиться 0,06–0,12 % сернистого ангидрида). Конец сульфитации определяют по обесцвечиванию плодов в контрольном ящике.

Хранение сульфитированных плодов, ягод, пюре, соков в бочках лучше всего проводить в хорошо закрываемых помещениях при температуре от 1 до 20 °С. Сульфитированные сернистым газом плоды хранят в тех же ящиках, в которых проводили сульфитацию. Ящики устанавливают в плотные штабели в прохладных герметично закрытых помещениях, температура хранения 0–10 °С.

Десульфитацию проводят в двутельных котлах или деревянных чанах, в которые для нагревания продукции подают по барботеру пар. Диоксид серы относится к газам средней растворимости. Повышение температуры до 100 °С и кипячение создают возможность практически полного удаления SO₂. В десульфитированных продуктах консерванта должно быть не более 0,02 %, а в готовом продукте не более 0,002 %.

21. МАРИНОВАНИЕ ОВОЩЕЙ, ПЛОДОВ И ЯГОД

Маринование – это способ консервации овощей, плодов, ягод и грибов, основанный на использовании уксусной кислоты, которая в определенных концентрациях подавляет жизнедеятельность многих микроорганизмов. Для повышения сохранности маринады пастеризуют, вводят в рецептуру поваренную соль, сахар и хранят при пониженной температуре (не выше 4 °С) в герметичной таре без доступа воздуха.

Маринады представляют собой консервы, приготовленные из целых или нарезанных овощей, плодов или ягод одного, или нескольких видов с добавлением пряностей и маринадной заливки, состоящей из водного раствора соли, сахара и уксусной кислоты. В зависимости от концентрации уксусной кислоты различают маринады слабокислые, кислые и острые. Острые маринады готовят из овощей без пастеризации для местного хранения или реализации с массовой долей уксусной кислоты в маринадной заливке 0,91–1,8 %.

Ассортимент овощных и плодово-ягодных маринадов и требования к сырью. К овощным маринадам относят консервы, изготовленные из свежих и соленых (огурцов или томатов) овощей, предварительно подготовленных, фасованных в банки, залитых маринадной заливкой, герметически укупоренных и подвергнутых пастеризации и стерилизации.

Слабокислыми овощными маринадами изготавливаются: баклажаны, кабачки, капуста белокочанная и краснокочанная, огурцы, патиссоны, томаты, тыква, фасоль стручковая, а также маринады-ассорти.

Кислыми изготавливают лук, чеснок, капуста цветная, капуста белокочанная с добавлением свеклы и моркови (в соотношении 90:10 соответственно). Плодово-ягодные маринады из вишни, крыжовника, смородины, груш, черешни и яблок изготавливают слабокислыми, а из слив и винограда готовят как слабокислые, так и кислые маринады. Для производства маринадов используют сырье в технической степени зрелости. Не допускается использование плодов и овощей подмороженных, поврежденных болезнями и вредителями, загнивших и механически поврежденных. Также не допускаются в производство: баклажаны, огурцы, патиссоны и кабачки перезревшие с огрубевшими семенами; капуста белокочанная с зелеными, пожелтевшими, вялыми и загрязненными листьями; морковь с белой или желтой мякотью, с жесткой и волокнистой сердцевиной; свекла столовая бледно-красного цвета со

светлыми кольцами и с грубыми волокнистыми нитями; фасоль стручковая вялая, недозревшая или перезревшая с пятнами на поверхности створок; томаты перезревшие, мятые, треснувшие, с ожогами и пятнами на поверхности плодов; капуста краснокочанная с недозрелыми кочанами слабой окраски или пожелтевшими листьями; капуста цветная с разросшимися соцветиями, неплотной поверхностью головки диаметром менее 7 см.

Подготовка сырья и технологический процесс производства маринадов. Поступающее на переработку сырье после проверки на соответствие требованиям нормативно-технической документации поступает на мойку, калибровку, инспекцию и передается на дальнейшие операции в зависимости от вида сырья.

У *баклажанов* обрезают плодоножки и чашелистики с прилегающей частью плода не более 10 мм и бланшируют 7–10 минут в кипящей воде или в растворе щелочи 1,5–2,0%-ной концентрации для удаления горечи. После бланширования во избежание разваривания баклажаны сразу же охлаждают холодной водой. У *кабачков* обрезают плодоножки и остатки завязи с прилегающей частью плода не более 10 мм. Молодые плоды длиной до 110 мм консервируют в целом виде, а диаметром 45–60 мм нарезают кружочками толщиной 15–25 мм.

Кочаны *белокочанной и краснокочанной капусты* очищают от верхних зеленых листьев, промывают под душем, высверливают кочерыгу и ополаскивают. Подготовленные кочаны шинкуют на полоски не более 5 мм и бланшируют 1 минуту в кипящей воде при соотношении воды и капусты 2:1.

Лук репчатый очищают от покровных сухих чешуй, обрезают шейку и донце, бланшируют в кипящей воде 2–3 мин и охлаждают. Луковицы диаметром менее 40 мм маринуют в целом виде, а крупные нарезают на кружки толщиной 2–3 мм. *Чеснок* замачивают в горячей (85–90 °С) воде в течение 20–30 мин, удаляют донце и кроющие чешуи. У молодого чеснока удаляют донце и маринуют целыми головками или отдельными дольками. У корнеплодов *моркови* обрезают остатки ботвы и тонкую часть корня, удаляют кожицу механическим, химическим или паротермическим способом, бланшируют 2–4 мин паром или в горячей воде и нарезают в виде звездочек, пластинок или кружков толщиной 3–4 мм. *Свеклу столовую* обрезают от остатков ботвы и тонкой части корнеплода и бланшируют в паротермических агрегатах для инактивации окислительных ферментов и предупреждения потемнения мякоти корнеплода. Продолжительность тепловой

обработки зависит от сортовых особенностей и размеров корнеплодов. Бланширование заканчивают, когда температура внутри корнеплода достигнет 70 °С. Бланшированную свеклу очищают от кожицы механическим способом, быстро промывают холодной водой и нарезают (при необходимости) лапшой с размером граней 5×10 мм длиной до 60 мм, или пластинками толщиной 5–10 мм, или кусочками с размером граней 10×30 мм, а также половинками или четвертинками в зависимости от размера корнеплода. *Патиссоны* освобождают от плодоножек и остатков завязи и крупные плоды нарезают на равные доли (сегменты).

Перец сладкий очищают от плодоножки вместе с семяносец и семенами, ополаскивают холодной водой и при необходимости нарезают на две части или пластинки шириной не менее 30 мм, бланшируют паром в течение 15–30 с или в горячей воде 30–60 с и быстро охлаждают холодной водой. Головки *цветной капусты* очищают от листьев, разделяют на отдельные соцветия, промывают и бланшируют 2–3 мин для улучшения цвета в водном растворе поваренной соли и лимонной кислоты (на 100 л воды берут 1 кг соли и 50 г кислоты). После бланширования капусту немедленно охлаждают и до фасования в тару выдерживают 2–4 ч в 4%-ном растворе поваренной соли для предотвращения потемнения соцветий. *Огурцы свежие* калибруют, удаляют плодоножки и бланшируют в горячей воде при температуре 50–60 °С в течение 3–5 мин в зависимости от размера. Вода в бланширователе должна меняться каждые 2 ч. После бланширования огурцы быстро охлаждают и крупные плоды режут на кружки толщиной 20–30 мм. *Тыкву* очищают от кожицы и семян и нарезают на кубики с размером граней 10–30 мм или лапшой толщиной 5–10 мм и длиной до 60 мм. Нарезанную тыкву бланшируют в кипящей воде 3–4 мин.

Томаты маринуют в любой степени зрелости – зеленые, бланжевые или красные, как правило мелкие. У плодов удаляют плодоножки, инспектируют, моют и без бланшировки укладывают в тару.

У *слив, вишни, черешни* удаляют плодоножки. Для предупреждения растрескивания сливы бланшируют при температуре 80–85 °С в течение 2–3 мин, а потом быстро охлаждают для предупреждения разваривания.

Яблоки и груши диаметром не более 55 мм маринуют в целом виде с кожицей и без кожицы. Крупные плоды разрезают на половинки или на четыре части, удаляя семенную камеру, плодоножку и кожицу, а иногда маринуют и с кожицей. Яблоки в течение 5 мин, а груши – до

10 мин (в зависимости от зрелости) бланшируют в кипящей воде, чтобы разрушить ферменты и избежать образование флорафенов, вызывающих потемнение продукта. Мелкие яблоки после удаления плодоножки бланшируют в воде не более 3 мин при температуре 100 °С.

Смородину белую, черную, красную маринуют целыми ягодами без плодоножек или гроздьями. *Виноград* маринуют целыми ягодами без гребней или небольшими гроздьями. Зелень *петрушки, укропа, сельдерея* после инспекции и мойки в душевых машинах режут на кусочки длиной 40–60 мм. *Перец черный горький* и *перец душистый* инспектируют, для снижения бактериальной обсемененности стерилизуют в автоклаве в сухом виде в герметически укупоренных стеклянных банках в течение 50 мин при температуре 120 °С. *Лавровый лист* заливают не менее 5–6-кратным количеством холодной воды и в таком состоянии оставляют при комнатной температуре на 30–40 мин. Затем воду сливают и заливают вторично таким же количеством воды на 5–10 мин, после чего лист ополаскивают и используют для приготовления маринадной заливки. *Сахар* и *соль* просеивают через сито с электромагнитом для удаления металлических и других примесей. Бутылки с *уксусной кислотой* отмывают водой от пыли, вскрывают и проверяют целостность горловины и концентрацию кислоты. Приготовление маринадной заливки включает три операции:

- 1) приготовление водного раствора из соли и сахара;
- 2) приготовление вытяжки из пряностей;
- 3) смешивание вытяжки, сахарно-солевого раствора и уксусной кислоты.

Вытяжку из сухих пряностей готовят настаиванием их на воде или на 20%-ном растворе уксусной кислоты. При настаивании пряностей на воде (на 1 000 кг овощных маринадов) берут в кг: корицы – 0,3; гвоздики – 0,2; перца душистого – 0,2; перца черного – 0,16; лаврового листа – 0,4. На 1 000 кг плодово-ягодных маринадов берут в кг: корицы – 0,45; гвоздики – 0,18; перца душистого – 0,2. Пряности загружают в котел из некорродирующего металла, заливают водой из расчета на 1 кг пряностей 8–10 кг воды и доводят до кипения, после чего раствор выдерживают 12–24 ч в герметичных условиях, затем вновь доводят до кипения, охлаждают и фильтруют. Подготовленные *соль* и *сахар* отвешивают в соответствии с рецептурой, загружают в сборник из нержавеющей стали, добавляют необходимое количество воды, перемешивают до полного растворения, доводят до кипения, кипятят 5–10 мин и фильтруют. К полученному раствору добавляют вытяжку

из пряностей, 80%-ную уксусную кислоту и воду в количестве, необходимом для доведения заливки до первоначального объема.

Подготовленные плоды и овощи плотно укладывают в стеклянные или жестяные лакированные банки вместимостью не более 3 000 см³. При фасовании капусты для лучшего распределения заливки в маринаде ее подают в два приема: половину на дно банки, половину сверху после укладки капусты. Измерения pH проводят в каждой партии заливки перед укупориванием банок. Температура заливки должна быть не ниже 85 °С. Наполненные банки укупоривают лакированными крышками из белой жести. Стерилизацию или пастеризацию готовых маринадов проводят строго по технологической инструкции. Продолжительность операции – от 5 до 30 мин при температуре 85–116 °С и давлении 78–216 Па в зависимости от вида маринада и вместимости тары.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства : учеб. пособие / Г. А. Жолик [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 575 с.
2. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2004. – Ч. 2. – 140 с.
3. Бурак, Л. Ч. Современные методы обработки и консервирования плодовоовощного сырья: учеб. пособие для вузов / Л. Ч. Бурак. – СПб.: Лань, 2023. – 488 с.
4. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / под ред. В. И. Филатова. – М.: Колосс, 2004. – 724 с.
5. Колобов С. В. Товароведение и экспертиза плодов и овощей: учеб. пособие / С. В. Колобов, О. В. Памбучхиянц. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2009. – 400 с.
6. Киртаева, Т. Н. Хранение и переработка плодов и овощей: учеб. пособие / Т. Н. Киртаева. – Уссурийск: ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, 2015. – 90 с.
7. Бочкарев, В. В. Уборка и хранение картофеля, корнеплодов и овощей: учебное пособие / В. В. Бочкарев, Н. В. Кияшко, В. П. Обухов; ФГО ВПО Приморская государственная сельскохозяйственная академия. – Уссурийск, 2008. – 132 с.
8. Криворот, А. М. Технология хранения плодов / А. М. Криворот. – Минск: УП «ИВЦ – Минфина», 2004. – 262 с.
9. Иванова, Т. Н. Технология хранения плодов, ягод и овощей / Т. Н. Иванова, В. С. Житникова, Н. С. Левгерова. – Орел, 2009. – 199 с.
10. Мелихов, А. А. Хранение и переработка плодов и овощей: учеб. пособие / А. А. Мелихов. – Минск: Ураджай, 2000. – 160 с.
11. Шигапов, И. И. Технология хранения и переработки плодов и овощей: краткий курс лекций / И. И. Шигапов, М. М. Гафин. – Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021. – 103 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Особенности химического состава плодов и овощей	10
2. Лежкость плодов и овощей	11
3. Принципы хранения (консервирования) продуктов по Я. Я. Никитинскому.....	14
4. Плоды и овощи как объект хранения	19
5. Физические свойства плодов и овощей.....	20
6. Физиологические и биохимические процессы, происходящие в плодах и овощах при хранении	22
7. Микробиологические процессы, происходящие при хранении плодов и овощей	28
8. Факторы, влияющие на качество и лежкость плодов и овощей	30
9. Режимы хранения плодов и овощей	32
10. Способы хранения плодов и овощей, типы хранилищ	36
11. Хранение капусты.....	39
12. Хранение столовых корнеплодов	46
13. Хранение лука и чеснока.....	50
14. Хранение плодовых и листовых овощей.....	54
15. Хранение плодов семечковых культур.....	57
16. Хранение косточковых и ягод.....	63
17. Методы переработки плодоовощной продукции	64
18. Микробиологические методы консервирования	74
19. Физические методы переработки плодов и овощей	82
20. Химические методы переработки плодов и овощей	95
21. Маринование овощей, плодов и ягод	101
Библиографический список	106

Учебное издание

Почтовая Наталья Леонидовна
Камедько Татьяна Николаевна

ХРАНИЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

КУРС ЛЕКЦИЙ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 14.04.2026. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 6,28. Уч.-изд. л. 5,61.
Тираж 50 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.