

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Аналитический обзор



Москва 2020

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес

ЖУРНАЛ

«ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» –

ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!

Ежемесячный полнокрасочный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI.

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2020 г. с доставкой по Российской Федерации – 8712 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9936 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО);

ИНН 5038001475/КПП 503801001

ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,

р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 0445250000.

В назначении платежа указать код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46758000.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефонам: (495) 993-44-04, (496) 531-19-92;

E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ
ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Аналитический обзор

Москва 2020

УДК 631.243.5
ББК 41.47
С56

Рецензенты:

В.Ю. Ланцев, д-р техн. наук, проф. (ФГБОУ ВО МичГАУ);
А.В. Ещин, канд. техн. наук, доцент
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)

**Мишуров Н.П., Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинко О.В.,
Войтюк В.А., Цымбал А.А. Современные методы хранения пло-
довой продукции: аналит. обзор.** – М.: ФГБНУ «Росинформагротех»,
2020. – 80 с.

ISBN 978-5-7367-1568-8

Приведены сведения о состоянии хранения плодовой продукции, рассмотрены факторы, влияющие на качество плодов при хранении, а также основные проблемы, возникающие при хранении фруктов. Дан сравнительный анализ современных методов и технологий хранения фруктов, определены перспективные направления и тенденции развития методов хранения плодовой продукции.

Предназначен для работников и специалистов органов управления АПК, участников комплексных научно-технических проектов подпрограммы «Развитие питомниководства и садоводства» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, научных работников, аспирантов, студентов, сельскохозяйственных консультантов.

**Mishurov, N.P., Kondratyeva, O.V., Fedorov, A.D., Slinko, O.V., Voityuk, V.A.,
Tsybmal, A.A.** *Current Techniques for the Storage of Fruit Products, Analytical Overview*
(Moscow: Rosinforma-grotekh) (2020)

Information on the state of storage of fruit products is given, factors affecting the quality of fruits during storage, as well as the main problems encountered during storage of fruits, are discussed. A comparative analysis of current techniques and processes for storing fruits is provided, promising areas and trends in the development of techniques for storing fruit products are identified.

It is intended for workers and specialists of agricultural sector management bodies, participants in comprehensive scientific and technical projects of the subprogram titled “Development of nursery and horticulture” of the Federal Scientific and Technical Program for Agriculture Development for 2017-2025, scientists, graduate students, students, and agricultural consultants.

ISBN 978-5-7367-1568-8

УДК 631.243.5

ББК 41.47

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение населения Российской Федерации качественной и в необходимых объемах (в соответствии с рациональными нормами потребления) отечественной плодовой продукцией является одной из важнейших задач агропромышленного комплекса. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 утверждена новая Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, в которой уровень самообеспечения (соотношение объемов производства и внутреннего потребления отечественной сельскохозяйственной продукции) фруктами и ягодами составляет не менее 60% [1, 2]. По данным Минсельхоза России, в 2018 г. сбор плодов и ягод составил 3,3 млн т (на 22% выше уровня 2017 г.) [3]. Достигнутый уровень производства фруктов не позволяет полностью удовлетворить потребности населения в этой продукции [4]. Ежегодная потребность населения в Российской Федерации в плодах и ягодах в соответствии с рациональными нормами потребления, утвержденными приказом Минздрава России от 19 августа 2016 г. № 614, из расчета 100 кг на человека в год составляет 13,8 млн т, в том числе в свежих яблоках – 7,3 млн т (50 кг на человека в год). Удовлетворение потребностей населения страны в свежих плодах и ягодах – около 50%, что значительно отстает от показателей развитых стран. Дефицит яблок в соответствии с рациональными нормами потребления достигает порядка 5 700 тыс. т.

По данным Федеральной таможенной службы, в страну в 2018 г. импортировано 1721,1 тыс. т плодов и ягод, в том числе 855,3 тыс. т яблок. Общая стоимость этой продукции превышает 500 млн евро. Закрытие дефицита в производстве свежих плодов и ягод, в том числе яблок, является целью на ближайшую перспективу в развитии отечественного садоводства. Важнейшими условиями успешного развития отрасли садоводства являются оснащенность современными холодильниками и применение прогрессивных технологий хранения. По оценке Минсельхоза России, суммарная мощность имеющихся 182 плодохранилищ составляет 444 тыс. т. При этом значительная их часть имеет высокую степень износа и не использует современные эффективные технологии хранения. По предварительным расчетам

регионов, требуемая мощность плодохранилищ с учетом инвестиционных планов составляет 928,4 тыс. т, дефицит – 485 тыс. т. В настоящее время отрасль садоводства обеспечена холодильными емкостями менее чем на 40% [5]. Необходимо не только увеличивать производство плодов и ягод, но и обеспечивать их длительное хранение.

Для создания конкурентоспособных технологий, в том числе для хранения плодовой продукции, постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП) [6].

Проблема эффективного хранения плодовой продукции имеет комплексный характер, потери достигают 35-40%, кроме того, функционирует лишь 70% от необходимого количества хранилищ, из них только 30% имеет искусственное охлаждение, недостаточно используются газовые методы хранения, пункты предварительного охлаждения и холодильники в зонах производства плодов [7].

Внедрение современных технологий и оборудования должно обеспечить функциональное хранение плодовой продукции на всех этапах с соблюдением индивидуальных требований к режиму хранения. С учетом того, что обеспечение условий формирования конкурентоспособных научных результатов ФНТП включает в себя создание открытого источника информации о научном и научно-техническом заделе в рассматриваемой области, подготовка аналитического обзора о современных методах хранения плодовой продукции является весьма актуальной. Результаты работы будут содействовать реализации подпрограммы «Развитие питомниководства и садоводства» ФНТП.

1. СОСТОЯНИЕ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ САДОВОДСТВА

Хранение плодовой продукции в значительной степени определяет эффективность конечного продукта, т.е. всей отрасли садоводства.

Анализ информационных источников показывает, что на пути от производителя до конечного потребителя теряется не менее 40% сельскохозяйственной продукции, в то же время недостаточно внимания уделяется развитию распределительной логистики в АПК: хранения, транспортировки и сбыта плодоовощной продукции [8].

Правильная организация хранения позволяет длительное время сохранить качество продукции и свести к минимуму потери ее массы [9]. Из 4 млн т фруктов и овощей, производимых ежегодно в стране, потери при хранении составляют более 30%. Многие способы и методы хранения плодовой продукции достаточно консервативны, однако новые исследования российских ученых позволили усовершенствовать существующие технологии. В результате увеличилась продолжительность хранения свежих овощей и фруктов, появились новые способы охлаждения и хранения продуктов, что значительно улучшает их качество [10].

По расчетам аналитиков компании «Интерагро», дефицит мощностей хранения картофеля, овощей и фруктов в России составляет 26,3 млн т. Для качественного хранения всех произведенных в стране овощей, фруктов и картофеля необходимо мощности такой емкости ввести в эксплуатацию.

Специалисты компании отметили, что доля современных хранилищ, предназначенных для длительного хранения (от пяти до девяти месяцев), составляет не более 25% имеющихся. Дефицит емкости современных хранилищ находится на уровне 2,7 млн т [11, 12].

Необходимо отметить, что расчетные и прогнозные данные, характеризующие состояние отрасли садоводства по обеспечению сохранности плодов и ягод в течение длительного времени и с минимальными потерями качества и массы, в разных информационных источниках отличаются.

По оценке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, имеющиеся мощности картофеле- и овощехранилищ состав-

ляют 7 млн т, а плодохранилищ – 450 тыс. т. Этих мощностей хватает для хранения около 30% выращенного урожая картофеля и овощей и только 10-15% плодов [8, 12]. Еще треть выращенного урожая потребляется в сезон уборки [11]. На рис. 1 показан ежегодный ввод мощностей за 2016-2020 гг.



Рис. 1. Ежегодный ввод мощностей по хранению, тыс. т [11]

В 2016 г. было введено мощностей для хранения картофеля и овощей на 258,3 тыс. т (23 шт.), плодов – 159,2 тыс. т (12 шт.), оптово-распределительных центров (ОРЦ) – 120 тыс. т (3 шт.). В конце 2016 г. было объявлено о приостановке Госпрограммы о возмещении САРЕХ. По этой причине объемы ввода мощностей в 2017 г. сократились почти в 2 раза [12].

Производители планировали к концу 2018 г. ввести объекты с мощностью хранения 447 тыс. т картофеля и овощей, 81 тыс. т плодов, 103 тыс. т – оптово-распределительных центров. По предварительным данным, в 2019 г. мощности хранения российских оптово-распределительных центров планировалось увеличить в 3 раза – до 311 тыс. т. Государство выделило на подобные проекты 602 млн руб., а их сметная стоимость составила 3,7 млрд руб. В 2019 г. для реализации механизма льготного кредитования под 1-5% годовых планировалось выделить 7 млрд руб., что в 11,5 раз больше, чем было выделено в 2018 г. (610,6 млн руб.) [11].

Компания «Интерагро» среди трендов в развитии ОРЦ и хранилищ в 2018 г. отмечала:

- ▶ создание Федеральной сети ОРЦ до 2030 г. в рамках развития «Внешэкономбанка»;
- ▶ принятие решения об использовании ОРЦ для наращивания экспорта овощей и фруктов;
- ▶ формирование Единой системы движения потоков продукции и строительство новых ОРЦ вдоль пути ее следования;
- ▶ закрытие подпрограммы господдержки по возмещению части (20%, для Дальневосточного федерального округа – 25%) капитальных затрат для ОРЦ;
- ▶ снижение объема финансирования подпрограммы возмещения CAPEX для хранилищ [11].

В России климатические условия позволяют выращивать только один урожай в год, в то время как потребителям свежие фрукты требуются круглый год. Для обеспечения населения страны плодовой продукцией и усиления позиций на рынке отечественным аграриям необходимо развивать мощности для хранения продукции. Однако, по оценке Минсельхоза России, текущие возможности для хранения урожая – 182 плодохранилища вместимостью 444 тыс. т, из них менее 40% оснащены холодильными емкостями. Для сравнения, в странах Европейского союза этот показатель равен 85% [13].

Согласно прогнозу для обеспечения планируемого роста объема производства яблок, по данным Плодоовощного союза, к 2025 г. мощность плодохранилищ должна достигнуть 1,8 млн т. Для этого предлагается комплекс мероприятий, среди которых увеличение доли возмещения прямых капитальных затрат до 50%, предоставление грантов на строительство плодохранилищ – не менее 60% от проектной стоимости объекта с привязкой закладки многолетних насаждений к возведению собственных плодохранилищ или их аренде. Это позволит увеличить продолжительность сезона для местных производителей и повысить среднюю цену реализации продукции, следовательно, рентабельность отрасли садоводства [13].

Необходимо отметить, что современная практика хранения плодов и овощей располагает разнообразными способами обеспечения их сохранности – от самых простых, не требующих значительных

капитальных вложений и специальных приемов, до весьма сложных, включающих в себя применение автоматического регулирования режима хранения. При выборе наиболее приемлемых способов хранения плодовой продукции учитываются экономическая эффективность, необходимые сроки хранения, наличие материально-технической базы и др. Для научно обоснованного выбора того или иного способа хранения фруктов необходимо знать возможности, преимущества и недостатки каждого из них [14].

Таким образом, на основе анализа и обобщения информационных источников следует отметить, что в нашей стране хранение плодовой продукции находится на недостаточно высоком уровне, чтобы обеспечивать население ежегодно в течение длительного времени свежими фруктами: не хватает мощностей для хранения продукции (фруктохранилища, холодильники) с использованием современных методов и инновационных технологий, недостаточна государственная поддержка [15, 16].

2. ФАКТОРЫ, СОХРАНЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Качество плодовой продукции при хранении зависит от многих факторов. Изначально качество плодов закладывается в саду, при этом на него оказывают влияние применяемые технологии. Современные интенсивные технологии производства плодов должны быть адаптированы к природно-климатическим условиям зон возделывания, обеспечивать стабильность плодоношения, оптимальную урожайность, высокое качество плодов. При их применении необходимо исключить форс-мажор и стресс-факторы. Инновационные технологии требуют точного выполнения всех необходимых агротехнических мероприятий с учетом фенологических фаз развития плодовых культур как при выращивании посадочного материала, так и производстве плодов [15-17].

Хранение плодовой продукции является одним из этапов ее движения от производителя до потребителя, цель которого – обеспечение стабильности исходных свойств продукции или их изменение с минимальными потерями. При хранении плодовой продукции необходимо прежде всего не допускать типичных ошибок, таких как перегрузка на хранение некачественных плодов, нарушение технологии, непрофессионализм сотрудников [18].

Сохраняемость продукции при хранении – одно из важнейших свойств, благодаря которому возможно доведение продукции от изготовителя до потребителя независимо от их местонахождения, если сроки хранения превышают сроки перевозки [19].

За критерий сохраняемости плодов практически принимают сроки их хранения и размеры потерь, которые зависят от видовых и сортовых признаков (природные особенности), условий выращивания, степени зрелости, вида и степени поврежденности, режима хранения, перевозки и других факторов. Сроками хранения следует считать время, в течение которого плоды в нормальных условиях сохраняют свои потребительные свойства и имеют минимальные потери, а не любой срок, который может исчисляться до момента их порчи [16].

По срокам хранения при оптимальных условиях плоды можно разделить на три группы: плоды с длительным сроком хранения (в

среднем от трех до шести-восьми месяцев): яблоки, груши зимних сортов и виноград поздних сроков созревания (некоторые столовые сорта), лимоны, апельсины, клюква, гранаты, орехи; плоды со средним сроком хранения (в среднем от одного до двух-трех месяцев): яблоки, груши и виноград со средним сроком созревания, айва, рябина, брусника и др.; плоды с коротким сроком хранения (в среднем 15-20 дней): большинство косточковых, ранние сорта яблок, груш и винограда, смородина, крыжовник и некоторые другие ягоды [20].

На основе анализа информационных источников следует отметить, что при хранении качество плодов существенно теряется, при этом потери могут составлять от 30 до 100%.

К основным проблемам, возникающим при хранении плодов, относятся загар, побурение сердцевины, подкожная пятнистость и др. Также плоды часто поражаются микробиологическими заболеваниями, но при использовании современных технологий их доля может быть уменьшена до 3-5%. По статистическим данным, 1% общих потерь плодов может составлять 50 млн руб. при объеме производства 100 тыс. т. Поэтому необходимо совершенствовать систему управления сохранения плодов на всех этапах их жизненного цикла [21].

При этом важно соблюдать режим хранения, т.е. совокупность условий, при которых плодовая продукция сохраняет свое качество. Для каждого вида фруктов необходим определенный режим хранения, зависящий от его состава и свойств. При правильном режиме хранения не только сохраняется качество продукции, но и снижаются потери.

При хранении плодов контролируются такие основные факторы, как температура, кислород, углекислый газ, относительная влажность воздуха, летучие соединения в атмосфере хранения. Поэтому для каждого вида и сорта плодовых культур выявляют оптимальные условия хранения [21, 22].

Кроме того, к факторам, сохраняющим качество пищевых продуктов, относятся тара и упаковочные материалы, условия и сроки транспортирования, хранения и реализации. Правильная упаковка предохраняет продукцию от механических повреждений, загрязнения и других воздействий окружающей среды и существенно влияет на сохранение качества при транспортировке, хранении и реализа-

ции фруктов. К таре предъявляют определенные требования: она должна быть прочной, достаточно легкой, чистой, сухой, безвредной, не передавать продуктам посторонних запахов и привкусов.

Для сохранения качества плодовой продукции большое значение имеет соблюдение необходимых условий хранения и транспортировки на всем пути ее продвижения от места производства до потребителя. Внедрение новых видов тары и упаковки, правильная организация хранения плодов в местах производства, использование новейших способов транспортировки и хранения способствуют наиболее полному сохранению качества плодовой продукции [19].

Условия хранения представляют собой совокупность внешних воздействий окружающей среды, обусловленных режимом хранения и размещением продукции в хранилище. Режим хранения зависит от температуры, влажности воздуха, света, упаковки и других факторов.

Температура является наиболее значимым показателем режима хранения. По мнению специалистов, для большинства продуктов наиболее благоприятной является температура, близкая к 0°C, так как при такой температуре замедляется развитие микроорганизмов и не изменяются физические свойства продуктов. При высокой температуре продукты, как правило, высыхают и теряют в массе. Для каждого вида продуктов необходима определенная температура хранения, которая зависит от природы продукта и его свойств. Например, мороженные продукты рекомендуется хранить при температуре не выше -6°C во избежание размораживания. Для многих продуктов могут быть рекомендованы различные температурные режимы и сроки хранения. Единой оптимальной температуры хранения всех видов продукции не существует из-за многообразия свойств, обеспечивающих их сохраняемость.

Температура хранения должна быть постоянной, нежелательны резкие ее перепады, при которых происходит конденсация воды на продуктах [19].

При холодильном хранении оптимальной считается температура между криоскопической и критической.

Криоскопическая температура – это температура начала льдообразования в плодах. Температуры от 0°C до криоскопической на-

зывают близкриоскопическими, а ниже криоскопической – субкриоскопическими.

Для многих плодов оптимальной температурой хранения является близкриоскопическая (на $0,5^{\circ}\text{C}$ выше точки замерзания). Цитрусовые, бананы, дыни и другие плоды из-за различного рода физиологических заболеваний хранят при температурах, значительно выше точки их замерзания [15].

Понижение температуры хранения ниже криоскопической приводит к подмораживанию плодов, в результате чего они теряют потребительские и товарные качества, присущие свежим плодам. При температуре ниже криоскопической возникают функциональные расстройства, проявляющиеся в поверхностном и внутреннем побурении плодов, отмирании тканей и др., что ухудшает их качество и стимулирует развитие фитопатогенной микрофлоры [23].

В процессе хранения большое значение имеет влажность воздуха: при высокой влажности на продуктах могут развиваться плесени, при низкой – происходит высушивание. При хранении продуктов определяют *относительную влажность воздуха* – процентное отношение фактического количества водяных паров в воздухе к количеству, необходимому для полного насыщения при данной температуре. Величина относительной влажности при хранении зависит от свойств продукта. Для каждого вида фруктов она определенная: продуктам с высоким содержанием влаги (фрукты, овощи) требуется высокая относительная влажность (80-90%), иначе они высушаются: теряют в массе, ухудшается их товарный вид. Сухие продукты (сухофрукты) хранят при относительной влажности 70-75%, при больших значениях они отсыревают и теряют свои качества. Относительная влажность воздуха изменяется с колебаниями температуры, поэтому при хранении продуктов необходимо их избегать [19]. Относительная влажность воздуха при хранении плодов и овощей влияет на интенсивность испарения влаги и рост микроорганизмов. При хранении большинства плодов и овощей относительная влажность составляет 90%. При высоких ее значениях (до 90%) понижение температуры на $0,6-0,7^{\circ}\text{C}$ может вызвать выпадение конденсата на поверхности продукта, в результате чего увеличивается микробная порча. Допустимые отклонения темпера-

туры не должны превышать $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, а относительная влажность – $\pm 1-2\%$ [23].

В табл. 1 приведены режимы для длительного хранения фруктов на складе [24] и расчетный срок хранения [25].

Таблица 1

**Температурно-влажностные режимы
для длительного хранения фруктов [10]**

Продукция	Температура хранения, $^{\circ}\text{C}$ [24]	Относительная влажность воздуха, % [24]	Расчетный срок хранения, сутки [25]
1	2	3	4
Абрикосы	0...+1	90-95	14-30
Авокадо	+4...+12	85-90	14-60
Айва	0...+1	90	60-90
Ананасы зеленые	+10	85-90	14-30
Ананасы зрелые	+7	85-90	14-30
Апельсины оранжевые	+1...+2	85-90	60-120
Апельсины желтые	+3...+4	85-90	60-150
Апельсины недозрелые	+5...+6	82-90	До 150
Арбузы	+2...+3	85-90	До 60
Бананы зеленые	+14...+16	85-90	10-20
Бананы зрелые	+13...+14	85-90	5-10
Бузина	0...+1	90-95	7-14
Брусника	0...+1	85-90	До 90
Виноград	0...+1	85-95	90-180
Вишня	0...+1	90-95	10-25
Гранаты	0...+1	90	60-180
Грейпфрут	0...+1	85-90	90-365
Груши летние	0...+1	90	30-60
Груши зимние	-1...-2*	90	120-180
Дыни	0...+1	85-90	60-210
Ежевика	0...+1	90-95	До 5
Земляника	0...+1	85-95	До 7
Инжир свежий	0...+1	85-90	7-14
Инжир сушеный	0...+4	50-60	270-365
Киви	0...+1	90-95	90-150
Клубника	0...+1	90-95	До 10
Клюква	0,5...+4	90-95	60-120
Крыжовник	0...+1	85-95	14-30
Лайм	+7...+8	85-90	40-60

1	2	3	4
Лимоны желтые	+2...+3	85-90	30-120
Лимоны незрелые	+4...+8	82-90	30-120
Малина	0...+1	85-95	До 5
Манго	+10...+12	85-90	14-35
Мандарины желтые	+1...+2	85-90	До 30
Мандарины незрелые	+2...+6	82-90	До 45
Маслины свежие	+5...+10	85-90	30-45
Нектарин	0...+1	90-95	14-30
Папайя	+7	85-90	7-21
Персики	0...+1	85-95	30-45
Слива свежая	0...+1	90-95	До 30
Слива сушеная	0...+5	55-60	150-240
Смородина	0...+1	85-95	15-60
Финики обработанные	-17...0	70-75	180-365
Хурма	0...+1	90	90-120
Черешня	0...+1	85-95	10-25
Черника	0...+1	85-90	До 14
Яблоки летние	0...+1	85-95	60-120
Яблоки зимние	-1...+1*	85-95	150-365

* Температура в массе продукции [25].

Для поддержания в камерах хранения плодов требуемых температуры и относительной влажности воздуха необходимо *кондиционирование* [23]. Установку кондиционирования воздуха рассчитывают на базе балансов тепла и влаги, которые составляют для режима стационарного длительного хранения (с исключением периода начального охлаждения) на самый жаркий и самый холодный месяцы возможного периода хранения плодов.

В камерах хранения плодов и овощей следует применять систему воздушного охлаждения с принудительной циркуляцией воздуха, позволяющей интенсифицировать теплообмен, что особенно важно для первоначального охлаждения продукции, а также способствующей созданию равномерной температурно-влажностной среды в грузовом объеме камеры и штабелях хранящихся плодов, удалению ток-

сичных для растительных тканей летучих веществ, выделяемых при метаболизме. Циркуляция воздуха количественно характеризуется такими параметрами, как кратность (отношение количества подаваемого воздуха к объему незагруженной камеры) и скорость движения воздуха. В период охлаждения плодов и овощей требуется повышенная кратность циркуляции воздуха (30 и более объемов). При установившемся режиме (в период длительного хранения) кратность циркуляции составляет 7-15 объемов в час, оптимальная скорость движения воздуха в период охлаждения и хранения соответственно равна 2,5-3 и 0,1-0,3 м/с.

Для воздушного охлаждения применяют воздухоохладители (постаментные, подвесные) с автоматическим управлением режимов работы (в том числе и оттаивание), которые располагают вне камер или в камерах на антресолях либо подвешивают к строительным конструкциям под потолком, либо в верхней части стен. Воздух подают и распределяют по одноканальной и бесканальной системам воздухораспределения. Одноканальную подразделяют на систему с эжекторным распределением воздуха с помощью сопел (эффективна лишь при гладких потолках в камере) и систему с раздачей воздуха через окна. Нагнетательные каналы размещают под грузовым проходом в камерах площадью до 300 м² посередине, в камерах меньшей площади – у продольной стены [23].

Большое значение при хранении продовольственных товаров играет *освещение*. Свет отрицательно влияет на сохраняемость продуктов – ускоряет прогоркание жиров, повышает интенсивность дыхания, вызывает разрушение красящих веществ и многих витаминов, обесцвечивает окрашенные продукты. В то же время он замедляет микробиологические процессы, препятствует развитию насекомых, поэтому на складах рекомендуется рассеянное дневное или искусственное освещение.

Также большое значение при хранении продуктов имеет *состав воздуха*. Высокая концентрация углекислого газа подавляет развитие микроорганизмов, а кислород воздуха обуславливает окисление жиров, эфирных масел, снижает содержание витаминов, изменяет органолептические свойства продукта [19]. Для удаления образующихся при хранении продуктов лишних водяных паров и газов необходима

вентиляция воздуха, что способствует понижению температуры воздуха в помещении. Различают вентиляцию естественную, принудительную и активную [23].

Упаковка защищает продукцию от внешних воздействий, повышенной или пониженной температуры, влажности воздуха, от света, посторонних запахов, микроорганизмов. Упаковочные материалы должны быть эластичными, легкими, дешевыми, сухими, негигроскопичными.

Необходимо учитывать при хранении порядок укладки и размещения продукции. При укладке продукции в штабель его высота зависит от вида тары и свойств продуктов. Следует выдерживать санитарные нормы размещения продукции. Неправильная укладка может привести к приобретению посторонних запахов и др. Также при размещении продуктов важно учитывать очередность их поступления (вновь поступившие продукты не должны загоразивать ранее полученные) и сроки хранениякладываемой продукции [19].

На продолжительность хранения плодов, а также их внешний вид, структуру и вкус оказывают влияние почвенно-климатические и агротехнические условия выращивания, степень зрелости, условия упаковки и перевозки [23]. Эти факторы необходимо также учитывать при хранении плодовой продукции.

Совместимость продуктов при хранении. При хранении пищевых продуктов должно исключаться их взаимное отрицательное влияние друг на друга. Сухие продукты, такие как сухофрукты, не должны находиться рядом с продуктами, содержащими много влаги [19].

Большинство продуктов для поддержания оптимальных условий хранения необходимо хранить отдельно, но обычно это экономически невыгодно. Поэтому при большом их количестве практические соображения требуют смешанного хранения охлажденных продуктов. Различия в условиях хранения создают проблему их смешанного размещения в холодильной камере. Как правило, в таких камерах температура хранения немного выше оптимальной. Такой подход сводит к минимуму вероятность повреждения более восприимчивых продуктов. Хотя более высокая температура сокращает срок хранения некоторых продуктов, но это обычно не представляет серьезной проблемы при краткосрочном хранении [26].

Учитывая необходимость обеспечения качества продукции при хранении, учеными проводятся исследования по влиянию раздельного и совместного хранения, например плодов различных сортов яблони на их восприимчивость к загару [27].

Одна из проблем, связанная со смешанным хранением, – поглощение продуктами посторонних запахов. Некоторые продукты выделяют ароматы, которые поглощаются другими продуктами в той же самой камере. Необходимо предотвращать совместное хранение таких продуктов даже в течение короткого времени.

При хранении фруктов и овощей, таких как яблоки, груши, перец, томаты, основной проблемой является выделение этилена в процессе хранения. Особенно много этилена выделяют зрелые плоды. Под его влиянием ускоряется созревание плодов и происходит потеря ими товарных качеств.

При температуре 0°C ускорения созревания почти не наблюдается, однако оно резко усиливается при повышении температуры. Поэтому овощи и фрукты, выделяющие этилен, необходимо хранить отдельно от других овощей. Огурцы и перец, у которых желательно сохранить зеленый цвет, не следует хранить с яблоками, томатами и другими плодами, выделяющими этилен [26]. В табл. 2 приведены некоторые группы плодов, совместимых при краткосрочном хранении.

Кроме вышеуказанных факторов, по мнению специалистов на основе проведенных исследований, на качество и длительность хранения яблок оказывают влияние *сроки съема плодов*. Рекомендуется закладывать в фруктохранилища плоды яблони, убранные только в оптимальные сроки. Для этого перед уборкой урожая в зависимости от климатических условий года необходимо определять плотность мякоти плодов и содержание в них крахмала [28].

Оптимальная степень зрелости определяется следующими методами: биологический (число дней от цветения до созревания), климатический (сумма активных температур, количество осадков, гидротермический коэффициент), органолептический (вкус, аромат), физический (размер плода, количество семян, окраска семян, окраска плода), химический (химический состав плода: содержание крахмала, сахаров, кислот, общее содержание сухих веществ).

Таблица 2

**Совместимость свежих фруктов и дыни
в течение десяти дней хранения [26]**

<i>Температура 0-2°C, относительная влажность 85-95%</i>				
Абрикосы	Дыня канталупа (мускусная)	Крыжовник	Смородина	Ягода бузины
Авокадо спелые		Личи	Финик	Ягода логанова
Айва	Ежевика	Малина	Хурма	
Виноград	Инжир	Нектарин	Черная смородина	
Вишня	Киви	Персик	Черника	
Гранат	Клубника	Резаные фрукты	Чернослив	
Груша	Кокос	Слива	Яблоки	
<i>Температура 7-10°C, относительная влажность 85-95%</i>				
Авокадо незрелые	Дыни Хуан Канарские	Тамаринда		
Ананас		Яблоко сахарное		
Апельсины	Клюква			
Арбуз	Кумкват			
Грейпфрут	Лайм			
Груша-кактус	Лимон			
Гуава	Мандарин			
Дуриан	Оливки			
<i>Температура 13-18°C, относительная влажность 85-95%</i>				
Анона	Манго			
Атемойя	Нефелиум			
Бананы	Папайя			
Дыня (зимняя, креншо, медовая, персидская)	Черимола			

Когда в плодах закончились процессы роста, накопления органических веществ, наступает съемная зрелость и они пригодны для перевозки, технической переработки или длительного хранения, но

еще не приобрели полностью характерных для них вкусовых качеств, определить степень зрелости и срок съема плодов семечковых можно только по совокупности различных признаков [28].

Придавая большое значение определению оптимальных сроков съема яблок для закладки на хранение, российские ученые продолжают исследования по их обоснованию. Так, в работе С.А. Родикова «Методическое обоснование определения оптимального срока съема яблок в саду» [29] на основе проведенных исследований показаны новые методические подходы к решению основных проблем при уборке и хранении яблок. Разработана новая методика прогнозирования и определения оптимального срока съема яблок в саду. Предполагается, чтобы яблоки созрели, должно пройти определенное количество временных циклов. Отмечается, что на продолжительность созревания оказывают влияние температурные и влажностные условия вегетационного периода. Сигналом к уборке плодов является минимальная интенсивность физиологических процессов в них [29].

Обеспечить сохранность плодовой продукции в первоначальной свежести позволит правильный выбор подходящей технологии хранения, а также холодильников, в которых предусматриваются камеры хранения с автоматическим регулированием температуры от -2 до $+7^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью воздуха 70-95%, камеры дозревания фруктов и овощей с автоматическим регулированием температуры от 8 до 20°C и относительной влажностью воздуха 80-90%, помещение обработки фруктов и овощей (переборка, фасовка и упаковка) с автоматическим регулированием температуры от 12 до 15°C без регулирования относительной влажности воздуха, камеры отепления с температурой от -2 до $+20^{\circ}\text{C}$, фумигационные камеры (на распределительных холодильниках) [30].

Необходимо также отметить, что при хранении осуществляется управление процессами созревания плодовой продукции в послеуборочный период, и от того, как это выполняется, зависит конечный результат [21]. При этом следует знать, что основой управления качеством плодов в период хранения и доведения до потребителя являются современные знания [31]. Поэтому важное значение для сохранения качества плодовой продукции при ее хранении имеют применяемые при этом способы и технологии.

3. МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Под методом хранения продукции понимается совокупность технологических операций, обеспечивающих ее сохраняемость путем создания и поддержания заданных климатического и санитарно-гигиенического режимов, а также способов размещения и обработки. Назначением методов хранения является сохранение потребительских свойств продукции без потерь или с минимальными потерями в течение обусловленных сроков.

В зависимости от характера и направленности технологических операций различают три группы методов хранения, основанные:

- ▶ на регулировании различных показателей климатического режима хранения;
- ▶ на разных способах размещения;
- ▶ на разных видах и способах обработки.

Методы, основанные на регулировании различных показателей климатического режима хранения, – наиболее обширная группа методов хранения продукции. Она представлена четырьмя подгруппами показателей климатического режима, которые регулируются с помощью специального оборудования (системы: охлаждения, увлажнения, воздухообмена, создания и поддержания газовой среды) или естественных средств. Подгруппа методов регулирования газовой среды в зависимости от способов создания и поддержания заданного газового состава воздуха делится на два вида: регулируемая газовая среда и модифицированная газовая среда.

При регулируемой газовой среде кислород частично удаляется путем сжигания, поглощения определенными веществами или с помощью селективных мембран, ограниченно пропускающих O_2 . Модифицированная газовая среда образуется в упаковках, ограничивающих доступ воздуха за счет дыхания живых субъектов. При дыхании поглощается кислород и выделяется углекислый газ, поэтому модифицированная газовая среда характеризуется постоянным снижением концентрации O_2 и увеличением CO_2 . На практике хранение в газовой среде применяют для свежих плодов и овощей [32, 33].

В решении проблем обеспечения населения свежей плодовой продукцией актуальными являются разработка и освоение прогрессив-

ных технологий хранения и транспортирования свежих плодов, ягод и овощей. По своим биологическим особенностям наиболее длительно (6-11 месяцев) способны храниться плоды яблони, продолжительность хранения которых ограничивается преимущественно из-за поражения физиологическими и грибными заболеваниями, снижения качества, что стимулирует исследования по разработке новых и совершенствованию существующих технологий хранения. С учетом результатов по изучению физиолого-биохимических процессов, происходящих в плодах в послеуборочный период, разработано несколько технологий их хранения: простейшая – обычная атмосфера (естественное охлаждение, искусственное охлаждение) (ОА); модифицированная атмосфера (МА, состав атмосферы зависит от генотипа сорта, свойств пленки и др., O_2 – 13-19 %); стандартная регулируемая атмосфера (РА, O_2 – 1,5-2,5%); регулируемая атмосфера с ультранизким содержанием кислорода (УСК, O_2 – 0,8-1,2%); самая совершенная – динамичная регулируемая атмосфера (ДРА, O_2 – 0,4-0,6%) [34].

Хранение плодов в ОА экономически выгодно, но с увеличением сроков хранения (без послеуборочной обработки плодов различными препаратами) значительно увеличиваются потери продукции (до 10%), существенно снижается ее качество, что негативным образом отражается на эффективности хранения. Хранение плодов в РА более эффективно, чем в ОА, за счет меньших потерь продукции и лучшего ее качества. При этом с увеличением сроков хранения (до пяти месяцев) уровень рентабельности повышается в 2,7 раза (с 68% в ОА до 186% в РА) [35].

На практике в настоящее время для хранения плодов применяются различные методы и технологические приемы, направленные на максимальное снижение потерь и сохранение качества продукта [36]. Наиболее подходящая технология хранения плодовой продукции выбирается в зависимости от финансовых ресурсов, объема ее хранения, вида и состояния закладываемых на хранение плодов, необходимости проводить их дополнительную сушку перед хранением, использования определенных видов техники и многих других факторов [10, 37].

Таким образом, в мировой практике известны следующие базовые технологии хранения плодов:

- ▶ обычная регулируемая модифицированная атмосфера (используется практически во всех передовых хозяйствах за рубежом и в нашей стране);
- ▶ классическая регулируемая атмосфера;
- ▶ атмосфера с ультранизким содержанием кислорода;
- ▶ динамичная регулируемая атмосфера (активно адаптируется и внедряется в нашей стране);
- ▶ регулируемая атмосфера с высоким содержанием CO_2 (используется в основном для ягодных и косточковых культур);
- ▶ регулируемая атмосфера с низким содержанием кислорода и ультранизким содержанием CO_2 (позволяет сохранить высокое качество плодов) [21].

3.1. Хранение в обычной атмосфере

Хранение плодов в обычной атмосфере (ОА) является классической технологией хранения фруктов, особенно яблок. Традиционные технологии хранения яблок основаны на их высокой лежкости. Эти фрукты способны дозревать в процессе хранения, попутно улучшая товарный вид и пищевые качества [38].

При использовании классической технологии контейнеры с фруктами размещаются в зоне с низкими температурами – от 0 до 7°C. Отдельные сорта можно помещать в холодильные камеры с температурой от -2 до 0°C. При этом влажность среды хранения должна поддерживаться на уровне 85-95%.

В качестве мест хранения используют наземные склады и подземные бункеры, в которых поддерживается постоянная температура хранения яблок (4°C). Такой режим обеспечивается за счет теплоустойкости стен и 30-кратного воздухообмена; колдеры – хранилища с охлаждаемой вентиляцией, когда приточный поток воздуха проходит сквозь плоды. Воздух охлаждается за счет низкой температуры за пределами помещения. Контроль за микроклиматом осуществляется с помощью дифференцирующего термостата, определяющего объемы забора холодного воздуха. Тепловое оборудование не используется; холодильники – теплоизолированные хранилища, в которых атмосфера охлаждается с помощью специального теплового оборудования [38]. Такие условия хранения яблок обеспечивают их

сохранность на протяжении четырех-шести месяцев. При этом некоторые сорта сохраняют товарный вид в течение очень короткого срока, а в шестимесячный период могут сохраняться только особые сорта фруктов.

Таким образом, классические технологии хранения плодов сопряжены не только с сокращением видового разнообразия сортов, но и риском потери интереса потребителей к продукту [38]. Это вызывает необходимость разрабатывать и применять современные технологические решения для длительного хранения плодовой продукции.

В ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина» проводились исследования по разработке новой технологии защиты плодов яблони от подкожной пятнистости и других физиологических заболеваний при хранении. Использовали плоды сорта яблони Синап Орловский с высокой восприимчивостью к подкожной пятнистости, средней – к загару и CO_2 , ожогам кожицы. Целью исследований является разработка инновационной технологии управления подкожной пятнистостью и другими послеуборочными патологическими заболеваниями [39].

Для увеличения срока хранения плодов ягодных культур в ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» проведены исследования по совершенствованию технологии путем интенсификации процесса предварительного охлаждения [40]. Отмечается, что для производителей плодовой ягодной продукции наиболее экономичной и доступной технологией предварительного охлаждения при хранении ягод является воздушное охлаждение. Его можно осуществлять в специальных холодильных камерах хранения или секциях стационарных плодохранилищ. Степень охлаждения ягоды зависит от используемого способа и режима предварительного охлаждения. Установлено, что наибольшее влияние на процесс предварительного охлаждения ягод оказывают начальная температура воздуха в камере хранения, скорость воздуха, влажность продуваемого воздуха, температура и влажность ягод. Оптимальный режим предварительного охлаждения ягоды: для земляники садовой – температура охлаждающего воздуха – $+1,1^\circ\text{C}$, влажность воздуха – 90%, средняя скорость воздуха – 8 м/с, время охлаждения – 60 мин; для смородины черной и красной – температу-

ра охлаждающего воздуха – +1,0°C, влажность воздуха – 95%, средняя скорость воздуха – 8 м/с, время охлаждения – 60 мин. При этом температура ягоды будет колебаться от +2 до +4°C. Предлагаемый способ предварительного охлаждения позволил сохранить ягоды земляники садовой 10 суток (рекомендуемый срок – 7 суток), смородины черной – 14 суток (рекомендуемый – 12 суток). При этом хорошо сохраняются товарные показатели и пищевая ценность ягод [40].

3.2. Технология хранения с обработкой плодов ингибитором образования этилена

Инновационным подходом в решении проблем по увеличению сроков хранения плодовой продукции и при этом снижению потерь является применение ингибиторов образования этилена.

При закладке плодов на хранение одним из обязательных контролируемых параметров является степень их зрелости. Чем ближе состояние плодов к съемной зрелости и чем медленнее они уходят из него, тем длиннее их срок хранения. В связи с этим после уборки плодов важнейшей задачей является торможение их созревания для увеличения продолжительности хранения, сохранения качества и уменьшения потерь [41].

Главные причины созревания плодов – выделение и накопление ими этилена, химического соединения, ускоряющего многие физиологические процессы в плодах, в том числе созревание. Проводятся научные исследования с целью поиска химических соединений, позволяющих остановить или замедлить естественный процесс выделения плодами этилена.

При хранении плодовой продукции все более широкое применение находит ингибитор этилена 1-метилциклопропен (1-МЦП), который синтезирован учеными из Института им. Д.И. Менделеева и даже в незначительных дозах (0,5-1,0 ppm) обладает очень сильным ингибирующим свойством и позволяет продлить срок хранения, снизить потери и сохранить высокое качество плодов [41]. Препарат 1-МЦП ингибирует биосинтез этилена, накопление продуктов окисления фарнезена, в результате плоды лучше сохраняют твердость, содержание органических кислот, растворимых сухих веществ. Обработка плодов этим препаратом обеспечивает их комплексную

защиту от загара, грибных гнилей, побурения кожицы от механических повреждений. Обработанные плоды сохраняют устойчивость к физиологическим заболеваниям и при доведении их до потребителя [41]. Послеуборочная обработка плодов препаратом 1-МЦП позволяет уменьшить потери от загара, способствует сохранению качества при хранении даже в условиях обычной атмосферы (ОА).

На основе 1-МЦП разработаны способы обработки и специальные композиции (препараты), которыми обрабатывают плоды для увеличения срока хранения.

Так, способ [42] обработки урожая плодов, фруктов, ягод, овощей и зелени перед закладкой его на хранение или перед транспортировкой в рефрижераторах включает в себя выделение 1-МЦП в атмосферу хранилища или рефрижератора из порошкового препарата, содержащего 1-метилциклопропен, за счет взаимодействия порошкового препарата с водным раствором активирующего реагента с последующими обработкой урожая газообразным 1-МЦП и хранением или перевозкой обработанного урожая в обычной или регулируемой газовой среде при пониженной температуре. Способ характеризуется тем, что в качестве активирующего реагента используются водные растворы лимонной, муравьиной, уксусной, винной и щавелевой кислот или любые их смеси при их массовом содержании в активирующем растворе от 0,5 до 50%. В дополнение к порошковому препарату 1-МЦП в активирующий раствор одновременно с ним вводят карбонат или бикарбонат лития, натрия, калия, кальция или магния или любые их смеси и метилцеллюлозу при массовом соотношении (активирующий раствор):(порошковый препарат 1-МЦП):(карбонат или бикарбонат или их смесь):(метилцеллюлоза), равном 5-50:1:0,5-50:0,001-0,5. Процесс выделения газа ведут в течение 0,5-4,0 ч с последующей выдержкой урожая в атмосфере 1-МЦП при температуре 0-20°C в течение суммарно до 24 ч, считая с момента начала выделения газа 1-МЦП. Таким образом, начало обработки урожая совпадает по времени с началом выделения газа из порошкового препарата 1-МЦП, входящего в состав сухой перемешанной композиции или в спрессованные таблетки. Дополнительным преимуществом способа является возможность начинать перевозку сразу после начала выделения газа в кузове фуры-рефрижератора после закрытия дверей [42].

Считается, что в настоящее время наиболее эффективным препаратом, содержащим 1-МЦП, является Фитомаг [43].

Препарат Фитомаг, основным действующим веществом которого является 1-метилциклопропен, запатентован в Российской Федерации и Республике Беларусь [41], а в Институте им. И.В. Мичурина на базе отечественного препарата Фитомаг созданы технологии хранения плодов [21, 44].

Препарат прошел регистрационные испытания в Российской Федерации, Беларуси и Украине. Содержащаяся в нем концентрация 1-МЦП ничтожно мала и безопасна для здоровья человека и окружающей среды. Препарат прошел также широкую производственную проверку в Агрофирме «Сад-Гигант» (Краснодарский край) и ЗАО «15 лет Октября» (Липецкая область) Российской Федерации и подтвердил свою высокую эффективность для продления сроков хранения плодов яблони в обычной и регулируемой атмосфере.

Высокую эффективность показало применение препарата Фитомаг также при хранении плодов белорусского промышленного сортимента яблони. Послеуборочная обработка препаратом плодов яблони сортов Антоновка обыкновенная, Алесья, Белорусское сладкое, Вербнае, Всеялина, Дарунак, Имант, Надзейны и оценка его влияния на товарные показатели, органолептические и физико-химические характеристики плодов позволили определить условия и методику обработки.

Содержание в препарате Фитомаг вещества 1-метилциклопропен – 30 г/кг; норма расхода препарата – 0,1 г/м³; сроки применения – после загрузки плодов на хранение не позднее одной недели с момента сбора урожая; количество обработок – однократно; условия обработки – в герметичной холодильной камере, предварительно охлажденной (до загрузки) до температуры +10°С.

Методика обработки заключается в следующем. После загрузки яблок в камеру устанавливают генератор, в пластиковую пятилитровую емкость которого наливают воду в зависимости от объема обрабатываемой продукции, и подключают к источнику питания (220 В). Затем добавляют необходимое количество твердого гидроксида натрия для получения 0,2%-ного раствора. Через 10-15 мин, необходимых для растворения гидроксида натрия, добавляют рас-

считанное количество препарата Фитомаг. После этого лицо, проводившее обработку, немедленно покидает камеру и герметично ее закрывает.

Через одни сутки постоянной работы генератор отключают, а камеру с обрабатываемыми плодами вскрывают.

При необходимости хранения продукции в камере обработки проводят ее интенсивное проветривание с помощью вентиляторов-воздухоохладителей в течение 15 мин, затем выводят на температурный режим хранения, соответствующий конкретному помологическому сорту яблони.

При проветривании не допускается длительное присутствие персонала в камере и коридоре плодохранилища, куда выходит воздух с газообразным 1-метилциклопропеном.

При хранении продукции в другой камере плоды перевозят грузочными средствами и закладывают на хранение при необходимой температуре.

В течение периода хранения проводят постоянный контроль за внешним и внутренним состоянием продукции. Съем продукции с хранения необходимо осуществлять при возникновении повреждений грибными болезнями и физиологическими расстройствами, а также при резком ухудшении качественных характеристик (твердость мякоти, плотность плодов, увядание).

Экономический эффект от применяемой обработки формируется за счет большего объема товарной продукции на выходе с хранения и более высокой цены при ее реализации в более поздние сроки [41].

Для эффективного хранения и гарантированного доведения до потребителя плодов груши ученые на основе проведенных исследований рекомендовали специализированным садоводческим хозяйствам комплексную систему, включающую в себя:

- ▶ сорта, характеризующиеся высокой лежкоспособностью плодов (Осенняя Яковлева, Мраморная, Январская);
- ▶ послеуборочную обработку ингибитором этилена Фитомаг, которая снижает или исключает развитие многих физиологических заболеваний (побурение кожицы от старения, распад от старения, внутреннее побурение тканей, побурение сердцевины, разложение тканей от механических повреждений) и грибных гнилей;

► выбор оптимальных условий и продолжительности хранения с учетом генетических особенностей сорта [45].

Следует отметить, что при слишком раннем сборе или излишне ранней разгрузке из хранилища применение 1-МЦП может негативно сказаться на вкусовых качествах фруктов. Сбор урожая для дальнейшей обработки 1-МЦП должен происходить примерно на неделю позже по сравнению со сбором для нормального хранения в СА-хранилище [46].

Таким образом, послеуборочная обработка плодов препаратом 1-МЦП (1-метилциклопропен) ингибирует синтез этилена (гормон созревания плодов, снижающий качество плодов при хранении), снижает потери от загара, способствует сохранению качества при хранении в условиях обычной атмосферы (ОА), с ультранизким содержанием кислорода и динамичной атмосферы, нивелирует их недостатки и усиливает возможности. Ученые ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина» в ООО «Сады Баксана» (Кабардино-Балкарская Республика) исследовали и изучили влияние способов и технологий хранения на качество плодов, определение оптимальных сроков хранения при использовании различных технологий, обеспечивающих максимальное сохранение качества и защиту от физиологических заболеваний плодов различных сортов яблок. В результате исследований доказано, что во всех атмосферах, кроме динамичной, плоды поражаются загаром и другими заболеваниями в той или иной степени [21]. Использование ингибитора биосинтеза этилена является инновационным подходом к совершенствованию существующих и разработке новых технологий хранения и транспортировки плодово-ягодной продукции.

3.3. Современные методы хранения плодов

Все более актуальными и важными задачами становятся поддержание и улучшение качества собранного урожая плодовой продукции, в том числе за счет применения современных методов хранения, так как потребность рынка в высококачественных свежих фруктах и овощах постоянно возрастает. Технологией, позволяющей значительно увеличить продолжительность хранения продукции и сохранить ее качество, является хранение в регулируе-

мой атмосфере [9, 47]. Этот метод в последние годы получает все большее распространение. Он основан на том, что в газовой среде, окружающей плоды, создают повышенное содержание углекислого газа и пониженное содержание кислорода. В результате в плодах замедляется интенсивность дыхания, повышается их устойчивость к болезням, увеличиваются сроки хранения, снижаются потери массы продукции [48]. Хранение плодов в регулируемой атмосфере осуществляется несколькими способами: в герметичных холодильных камерах с регулируемой газовой средой (РГС), пленочных контейнерах с газообменными вставками, в полиэтиленовых пленках. Наиболее перспективным является хранение в герметических камерах с РГС, но это требует значительных затрат. Хранение плодов в камерах с РГС осуществляется при температуре 0-4°C и относительной влажности воздуха 90-95%. Допустимый газовый состав в камерах: углекислого газа – 5-9% и кислорода – 16%; углекислого газа – 5% и кислорода – 3%; углекислого газа – 0% и кислорода – 3% [48].

Хранение в регулируемой атмосфере позволяет увеличить выход стандартной продукции, продлить срок хранения, но для этого необходимы значительные расходы на строительство камер и определенный газовый состав для каждого сорта плодов и овощей, что требует загрузки в камеры продукции только одного сорта.

Модифицированная газовая среда в отличие от регулируемой атмосферы образуется в результате дыхания самих плодов и овощей, помещенных в полиэтиленовые емкости. Простейшей разновидностью газового хранения является хранение в пакетах из полиэтилена толщиной 35-60 мкм. Благодаря дыханию самих плодов повышается концентрация CO_2 и снижается концентрация O_2 . Углекислый газ через пленку диффундирует в окружающую среду, а кислород – в пакет. В пакете повышается содержание влаги. Высокая влажность внутри герметичных пакетов предупреждает увядание плодов и овощей, но в то же время может способствовать прорастанию спор микроорганизмов. Степень испарения влаги можно регулировать перфорацией пленки (отверстиями в пленке), но это снижает ее прочность, поэтому лучше подходят пленки с мелкими отверстиями (с булавочный прокол) [49].

Подбирая толщину пленки и размер пакетов, можно добиться создания внутри них подходящего газового состава для сохранения определенного сорта плодов [48].

Кроме хранения в пакетах, существует еще несколько способов создания модифицированной газовой среды: хранение в ящиках или контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами; хранение в ящиках плодов, завернутых в пленку; хранение в штабелях, укрытых сверху пленкой; хранение в полиэтиленовых контейнерах с диффузионными вставками.

Контейнеры из полиэтилена толщиной 150-200 мкм, емкостью 300-1000 кг представляют собой большие мешки, в одну из стенок которых вставлена силиконовая (диффузионная) пленка площадью 0,2-0,3 м². Она пропускает СО₂ в 5-6 раз быстрее, чем О₂, в результате в контейнерах устанавливается необходимый газовый режим. Контейнеры с плодами размещают в стационарных хранилищах без охлаждения или с охлаждением. Использование контейнеров позволяет внедрить метод газового хранения в любом хранилище.

Метод создания модифицированной газовой среды простой, дешевый, однако продолжительность хранения увеличивается незначительно. Также недостатком данного метода является образование конденсата на внутренних стенках пленки. Поэтому очень важно охладить плоды перед загрузкой и строго регулировать температуру без резких перепадов [48, 49].

Применение технологий хранения яблок с использованием регулируемой атмосферы в сочетании с Фитомагом, разработанных учеными ФНЦ им. И.В. Мичурина, позволяет замедлить процессы старения плодов и снизить развитие многих заболеваний, продлить сроки хранения до семи-девяти месяцев при максимальном сохранении исходного качества продукции, в том числе твердости. Разработанные технологии эффективно используются во всех крупных садоводческих предприятиях страны, занимающихся хранением яблок [50].

В литературе с описанием данной технологии можно встретить употребление терминов «регулируемая атмосфера (РА)» (*controlled atmosphere CA*) и «регулируемая газовая среда (РГС)» [47, 51, 52, 53, 54, 55].

Многими специалистами отмечается, что термин «регулируемая атмосфера (РА)» является более точным и правильным по отношению к распространенному ранее термину «регулируемая газовая среда» (РГС). Суть этой технологии хранения заключается в создании среды с определенными характеристиками, учитывающими температурный режим хранения, относительную влажность воздуха, состав атмосферы в камере хранения, в частности содержание в ней кислорода и углекислого газа [47].

Для хранения овощей и фруктов склады оснащаются системами организации регулируемого микроклимата и контролируемой атмосферы, что позволяет значительно увеличить продолжительность хранения продукции и сохранить ее качество. Хранение фруктов и овощей в условиях регулируемой газовой среды осуществляется в специальных плодохранилищах, холодильных камерах, полиэтиленовых контейнерах [10].

Фруктовая продукция хранится в контейнерах в холодильных камерах, где установлено дополнительное оборудование: газогенераторы, датчики РГС воздуха, адсорберы. Это оборудование управляется специальными программами, что позволяет автоматически создавать и поддерживать в камере РГС с низким содержанием кислорода и контролировать уровень этилена и углекислого газа, влияющих на биохимические процессы в продукции. При этом необходимо отметить, что в хранении плодовой продукции ключевыми факторами являются температура, относительная влажность и дезинфекция [56].

В современных плодохранилищах применяют воздухоохладители «фруктовой» серии, которые могут обеспечить необходимую влажность в процессе хранения. Системы автоматизации обеспечивают регулирование производительности при изменениях температуры и нагрузки, что позволяет сэкономить до 20% электроэнергии, а система мониторинга помогает оперативно анализировать работу оборудования, собирать и архивировать информацию. Постоянный контроль позволяет предупредить вероятность повреждения компонентов холодильной установки, тем самым обезопасить эксплуатацию холодильной системы [10].

3.3.1. Хранение в регулируемой атмосфере (РА)

Как отметил академик РАН В.А. Гудковский, в настоящее время существуют три основные системы хранения фруктов с регулируемой атмосферой: классическая регулируемая система; с ультранизкой концентрацией кислорода; динамическая регулируемая атмосфера [52].

Для хранения овощей и фруктов максимально длительное время с обеспечением наилучшей сохранности качества плодов без использования химической обработки применяется технология хранения в регулируемой атмосфере (РА). Она основана на создании и поддержании в объеме хранения определенного состава атмосферных газов, отличающегося от обычного атмосферного воздуха измененным процентным содержанием кислорода, азота и диоксида углерода, с целью максимального замедления процессов дыхания и приостановления созревания плодов. Так, концентрация O_2 , в отличие от обычной атмосферы, снижается с 21 до 1-2,5%, а концентрация CO_2 – до 1-3,5% [10].

Понижение в холодильной камере концентрации O_2 и повышение CO_2 приводят к значительному замедлению всех метаболических процессов, протекающих в плодах. В результате сроки их хранения продлеваются на два-три месяца, потери снижаются в 2-3 раза, максимально сохраняются вкусовые и пищевые свойства. Яблоки и груши можно хранить до следующего урожая. В странах с развитым садоводством (Италия, Голландия, Бельгия, Германия, Англия, США и др.) практически весь коммерческий урожай яблок и груш, предназначенных для потребления в свежем виде, хранится в регулируемой атмосфере [49, 57, 58, 59].

Широкие исследования по применению новых методов и технологий, позволяющих увеличивать сроки хранения и при этом сохранять качества плодов и ягод, проводятся в Республике Беларусь [60].

Результаты исследований подтверждают, что уборка плодов в оптимальные сроки способна обеспечивать наибольшую продолжительность их хранения. Разработана методика, позволяющая заблаговременно (за две-три недели) с точностью до одного-двух дней, устанавливать эти сроки по выделению и накоплению этилена в плодах. Отмечается, что степень поражения плодов физиологическими заболеваниями при хранении можно также прогнозировать. Тест-

прогнозы позволяют за две-три недели до предполагаемого срока уборки узнать о степени вероятности развития таких болезней хранения, как внутреннее побурение, распад при старении, пригнетное побурение, поверхностный ожог кожицы. Также подтверждено продление срока лежкости плодов применением послеуборочной обработки одним из современных средств – ингибитором синтеза этилена 1-метилциклопропеном.

Результаты исследований белорусских ученых показали, что при хранении в условиях регулируемой атмосферы выход здоровых плодов увеличивается до 42,1%, существенно снижается уровень их увядания, сокращаются общие потери от различных заболеваний. Уровень рентабельности при этом возрастает в зависимости от сорта на 113,1-123,3% по сравнению с хранением в обычной атмосфере, а общий экономический эффект составляет 210,3-227,3 долл. на 1 т хранимой продукции [60].

Реакция сортов на условия хранения изменяется во времени, поэтому наблюдение и точное измерение скорости дыхания плодов в хранилище позволяют автоматически регулировать и изменять состав атмосферы соответственно требованиям сорта. Использование динамической регулируемой атмосферы с изменяемыми параметрами на протяжении всего периода хранения требует не только глубоких знаний физиологии плодов, но и соответствующей материальной базы. Необходимо использовать комплексы оборудования с программным обеспечением: установки по измерению физико-химических показателей (твердость мякоти, содержание крахмала и сахара) в плодах яблони и груши, мини-спектрофотометры для определения окраски плодов, установки для определения прочности мягких фруктов (слива, вишня, черешня – рис. 2), ягод и др. [60]. Используются четыре типа газовой среды (табл. 3).

Во многих развитых зарубежных странах способ регулирования атмосферы применяется в 100% всех емкостей хранения. Заключается он в резком снижении содержания кислорода в охлажденной камере хранения за счет замены его азотом (от генератора азота или из баллонов) и поддержании определенного количества выделяемого плодами углекислого газа с помощью адсорберов. В зависимости от вида продукции формируется атмосфера хранения

со следующим содержанием газов: 94% азота, 1-3% кислорода, 2-5% углекислого газа (для сравнения: в нормальной атмосфере 78% азота, 21% кислорода, 0,9% аргона, 0,03% углекислого газа и следы других газов). Влажность воздуха должна быть обеспечена на уровне 90-95%, а температура устанавливается в зависимости от вида и помологического сорта продукции (0-6°C). Хранение плодов в регулируемой атмосфере подразумевает создание атмосферы с измененным газовым составом с заданными концентрациями кислорода, углекислого газа и азота и поддержание сравнительно низкой температуры и высокой относительной влажности воздуха.



Рис. 2. Хранение черешни в регулируемой атмосфере

Таблица 3

Типы газовых сред для хранения плодов и ягод [60]

Тип газовой среды	Концентрация газов в атмосфере хранения, %	
	углекислый газ	кислород
Обычная (нормальная) (ОА)	0,03	21
Модифицированная (МА)	5-10	11-16
Регулируемая (РА)	3-5	2-3
Регулируемая с ультранизким содержанием кислорода (ultra low oxygen) (РА с УСК)	2-3	Менее 2

Технология регулируемой атмосферы требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат, которые на 25% превышают расходы на обычное холодильное хранение. Однако за счет более длительного хранения и соответственно высоких цен реализации достигается существенный экономический эффект (40-60% дополнительной прибыли). Сроки окупаемости капитальных вложений – три-четыре года, а при больших объемах закладки – менее двух лет. Однако следует отметить, что применение регулируемой атмосферы экономически оправдано и целесообразно для наиболее лежких, ценных и привлекательных для потребителя сортов.

Преимущества хранения плодов в регулируемой атмосфере по сравнению с обычным холодильным хранением:

- ▶ значительное увеличение выхода стандартной продукции (на 10-35%);
- ▶ продление сроков хранения на три-четыре месяца и более;
- ▶ поддержание высокого качества плодов;
- ▶ снижение потерь от болезней при хранении более чем в 2 раза;
- ▶ хранение восприимчивых к низким температурам плодов, экономия энергоресурсов;
- ▶ возможность закладки на хранение партий плодов с разной степенью зрелости (съемной и потребительской);
- ▶ длительное сохранение товарного вида и возможность более продолжительной обработки плодов после выгрузки из хранилища вследствие их замедленного созревания.

Хозяйствам рекомендуется:

- ▶ строительство новых объектов с регулируемой атмосферой производить по типовым проектам с применением сэндвич-панелей, закрепляемых на металлоконструкции каркаса;
- ▶ изоляцию камер в существующих зданиях при реконструкции делать путем напыления полиуретановой пены на стены;
- ▶ использовать раздвижные двери со смотровым окном, обеспечивающие надежный уровень газо-, паро- и теплоизоляции и возможность контроля за состоянием хранимой продукции.

Техническое оснащение плодохранилищ состоит из холодильного и технологического оборудования для создания газовой среды. В комплект последней входят генератор азота, адсорбер углекислого

газа, конвертор кислорода, компенсационные мешки, гидрозатворные клапаны и контрольно-измерительная аппаратура (большая часть такого оборудования производится за рубежом).

Следует отметить, что реконструкцию имеющихся плодохранилищ целесообразно выполнять под хранение в нормальной атмосфере с модернизацией или заменой устаревшего холодильного оборудования, а новые плодохранилища строить для создания регулируемой атмосферы по типовому проекту модульного типа. За один модуль может быть взята отдельная камера емкостью 100 т (для более удобного расчета, снижения общих капиталозатрат и экономичного использования площади и нагрузок на оборудование).

Затраты на строительство и хранение можно снизить на 25-30%, для чего рекомендуется:

- ▶ использовать отечественные металлоконструкции и сэндвич-панели «Изобуд»;
- ▶ приобретать более дешевое холодильное оборудование российского производства;
- ▶ отказаться от генераторов азота и перейти на использование баллонного азота;
- ▶ отказаться от конверторов (сжигателей) кислорода и регулировать уровень кислорода посредством дыхания плодов («биотехническая» технология хранения).

Для предпродажной доработки продукции современное хранилище должно быть укомплектовано сортировальной линией производительностью, достаточной для двух-трехсуточной переборки и фасовки одной вскрытой камеры.

Только максимальное использование достижений науки и практики по вопросам хранения, комбинирование различных способов товарной обработки и длительного хранения плодов с заданными параметрами качества, отбор однородных партий для различных сроков и способов хранения на основе прогноза их лежкости позволят минимизировать потери и значительно продлить сроки реализации свежей плодово-ягодной продукции [60].

Прогрессивная технология хранения фруктов в регулируемой атмосфере в последние годы начинает все более широко использоваться в нашей стране. Это осуществляется как путем строительства

новых холодильников с регулируемой атмосферой, так и реконструкции существующих или производственных зданий под эту технологию [10].

В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50528-93 Яблоки свежие. Хранение в контролируемой атмосфере, который устанавливает правила на хранение свежих яблок в холодильных камерах с регулируемой атмосферой и общеобменной вентиляцией. В стандарте отмечается, что хранение в камерах с регулируемой атмосферой основано на поддержании оптимальных температуры, относительной влажности и состава газовой среды. В результате такого метода хранения замедляются метаболические процессы в плодах и задерживается созревание, тогда как питательная ценность и товарный вид сохраняются. Таким образом удлиняется срок хранения. За счет снижения содержания O_2 и повышения концентрации CO_2 подавляется развитие патогенных микроорганизмов и физиологических заболеваний. Стандарт является общим руководством по хранению яблок в камерах с регулируемой атмосферой. В связи с многочисленными факторами, влияющими на качество яблок и их лёжкость, оптимальные условия хранения в камерах с регулируемой атмосферой различаются в зависимости от сорта и района производства яблок. В стандарте приведены требования к оптимальным условиям хранения в камерах с регулируемой атмосферой основных сортов яблок, районированных в России, меры предупреждения заболеваний плодов, признаки и методы определения степени зрелости яблок, убираемых для хранения [61].

Условия съема плодов и закладки на хранение. Для длительного хранения в камерах с регулируемой атмосферой пригодны плоды в основном зимних сортов с высокой лёжкоспособностью. Съём яблок для хранения в камерах с регулируемой атмосферой проводят при такой степени зрелости, которая обеспечивает хорошую лёжкость при хранении. Главными признаками, по которым определяют время съема для определенного сорта, являются: оттенки окраски семян, наличие крахмала (определяется методом йод-крахмальной пробы), плотность ткани и консистенция мякоти, количество дней между цветением и уборкой урожая, основная окраска кожицы (зеленовато-желтая), начало повышения выделения этилена. Съём яблок, предназначенных

для хранения в камерах с регулируемой атмосферой, проводят только ручную. Одновременно со съемом выполняют предварительную сортировку для удаления плодов, непригодных для хранения: пораженных болезнями и сельскохозяйственными вредителями, с незарубцевавшими механическими повреждениями, нестандартных. Яблоки убирают и транспортируют для хранения в ящиках или ящичных поддонах. Для длительного хранения в камерах с регулируемой атмосферой непригодны плоды, имеющие плохую лежкость, очень крупного размера, собранные перезревшими или недозревшими, находившиеся длительное время после съема при температуре окружающей среды без охлаждения, выращенные при поливе и внесении удобрений в саду за две-три недели до съема.

Требования к хранилищам. Хранилище, предназначенное для хранения яблок в камерах с регулируемой атмосферой, состоит из камер максимальной вместимостью 50-300 т (объем 1200-1500 м³). Камеры оснащены изоляцией для предотвращения улетучивания газа, дверями, образующими герметическую изоляцию, и приборами для регулирования состава газовой среды. После уборки яблоки должны быть загружены в охлажденные камеры в течение 24 ч [61].

Промышленное хранение яблок в регулируемой атмосфере. Особенность хранения яблок в фруктохранилище с регулируемой атмосферой – это возможность сохранять свежий вид без дополнительной обработки химическими средствами. В условиях подобного хранения фрукты сохраняют свежесть даже зимой [62].

Данная инновационная технология отличается возможностью понижения уровня кислорода в хранилищах и повышения соотношения углекислого газа в процентах. Они просто дышат медленнее, впадая в состояние некой «спячки», а их процесс «старения» затормаживается.

В складском помещении поддерживаются 90%-ная влажность и контролируемая температура (от -2 до 7°C), одновременно с этим меняются пропорции компонентов атмосферы хранения [38]. Условия длительного хранения фруктов на складе предполагают создание так называемой регулируемой атмосферы в хранилище [63].

На рис. 3 показана схема реализации технологии хранения яблок в регулируемой атмосфере [64].

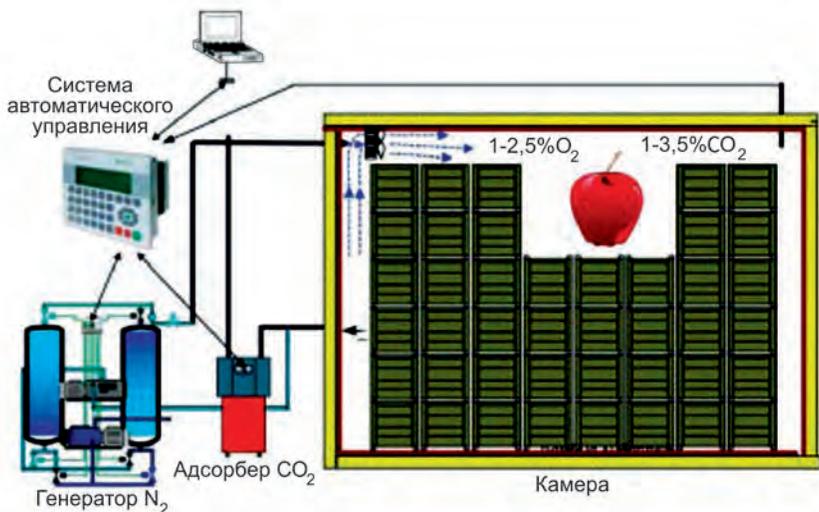


Рис. 3. Схема технологии хранения плодов в регулируемой атмосфере

Классический состав воздуха заменяется средой с обедненным содержанием кислорода и повышенным содержанием углекислого газа и азота. Содержание кислорода не превышает 5%, а доля углекислого газа может колебаться от 1 до 10%. Остальная часть воздушной массы формируется из дешевого азота. В табл. 4 приведены рекомендуемые технологии и сроки хранения плодов яблони [38].

Таблица 4

Рекомендуемые технологии и сроки хранения яблоч

Сорт	Технология, срок хранения, дни					
	ОА	ОА+1МЦП	РА	РА+1МЦП	ОА+Bi-On	РА+Bi-On
1	2	3	4	5	6	7
Антоновка обыкновенная	До 30*	90-120	Н. д.	Н. д.	90-100	Н. д.
Мартовское	До 45*	150-280	-	200-210	190-200	200-220
Синап	До 50-60*	150-180	-	180-250	150-180	Н. д.
Лобо	До 90	150	210	210-230	110-120	220-230

1	2	3	4	5	6	7
Гала	До 70	130	180	200-210	130-150	210-230
Голден Делишес	До 70-80	150	180	240-250	140-150	250-270
Гренни Смит	-	150-180	240	240	150-160	250-260
Ренет Симиренко	До 90*	150-160	200-220	240-280	150-190	250-300
Ред Делишес	До 70	140-160	-	240-280	160-180	240-280
Ред Чив	До 70*	150-180	-	220-250	160-190	250-270
Корей	до 70*	130-150	-	200-220	140-160	200-220

Примечание. ОА – обычная атмосфера; РА – регулируемая атмосфера; 1МЦП – 1-Метилциклопропен (базовый препарат группы пестицидов в составе СмартФреш и Фитомаг); Vi-On – ультраадсорбирующий поглотитель этилена.

* При превышении сроков хранения имеется вероятность поражения плодов загаром.

Уменьшая содержание кислорода с 21 до 5% (и менее), можно добиться консервации процесса распада тканей фрукта. Повышенное содержание углекислого газа позволяет стабилизировать созревание фрукта, сохранить цвет плода, а также подавляет развитие вредоносных грибов и плесени.

Яблоки, лишённые природного окислителя, остаются в том же состоянии, что и на момент сбора урожая. Азотистые и пектиновые вещества, углеводы и органические кислоты, фенольные соединения и витамины, пигменты и липиды – все они теряют шанс на естественную трансформацию после взаимодействия с кислородом, а избыток двуокиси углерода закрепляет этот эффект.

Следует отметить, что любой склад с регулируемой атмосферой имеет следующие преимущества: длительные сроки хранения яблок; минимальные потери; возможность хранения сортов с фобией к низким температурам – в камере с регулируемой атмосферой ее можно увеличить до 3-4°C без всяких последствий; легкая переносимость

процесса разгрузки и выгрузки – ткань яблока сохраняет естественную упругость; отсутствие «загара» на поверхности кожицы, пятен гнили внутри тканей яблока и других традиционных дефектов, снижающих коммерческую ценность урожая [38].

Для получения подобного хранилища с регулируемой атмосферой можно использовать обычный холодильный склад, дооборудовав его следующими элементами: герметичными воротами, обеспечивающими стабильность создаваемой внутри склада атмосферы; генераторами азота (для повышения содержания азота в складском помещении); аппаратурой для быстрого и сверхбыстрого удаления кислорода из атмосферы склада (с момента сбора плодов с яблони сроки загрузки фруктов в хранилище с регулируемой атмосферой лучше сократить до 24 ч, так как каждые последующие сутки уменьшают время хранения на две-три недели); адсорберами избыточного углекислого газа и газообразных продуктов, выделяемых яблоками (этилен и др.); увлажнителями и осушителями, поддерживающими рекомендованный уровень влажности среды.

Чтобы стены и перекрытия хранилища могли обеспечить нулевую (или близкую к ней) газопроницаемость, их необходимо обработать специальными составами или защитить особыми материалами.

Температура в камере хранения поддерживается с помощью теплового оборудования холодильного склада.

Плоды хранятся в контейнерах – ящиках для хранения яблок, обычно вмещающих от 20-30 до 250-300 кг фруктов. Для обеспечения воздухообмена стенки ящика не должны быть сплошными, а контейнеры занимать не более 80% общего объёма склада. На складах с регулируемой атмосферой, как правило, используют схему загрузки со сплошным штабелем, перед смотровым окном герметичных ворот оставляют контрольные ящики (для визуального контроля сохранности плодов).

Помещение склада перед укладкой штабелей обрабатывают специальными составами, уничтожающими зачатки колоний грибков и плесени.

Дополнительно для хранения яблоки обрабатывают – сорта с проблемной для хранения структурой (тонкой кожицей и сочной мякотью) – воском, покрывая плоды тонким слоем протектора, смешан-

ного с фунгицидами. Это позволит сохранить плотность яблока и его окраску.

Кроме воска, можно использовать особый состав на основе пищевой соды, йода, крахмала и йодистого калия, которые растворяют в воде. Йодполимерная плёнка, появляющаяся на поверхности яблока, смывается обычной водой. Аналогом воска может рассматриваться также любой пищевой жир, смешанный с допускаемым санитарными нормами антисептиком. Например, яблоки можно хранить в бумаге, обработанной вазелиновым маслом. Применение этих составов позволяет увеличивать сроки хранения фруктов даже при использовании классических технологий, уменьшая потери от физиологических болезней [38].

Одно из решений данных проблем предлагает компания «ИНФРОСТ», осуществляющая оснащение фрукто- и овощехранилищ при длительном хранении в регулируемой атмосфере, которое позволяет значительно сократить потери плодовой продукции.

Процесс предварительного охлаждения является основным условием и залогом сохранения качества продукции, например ягод, при закладке на продолжительное хранение или для дальнейшей переработки. Один из вариантов – применение скороморозильных туннелей (рис. 4) [65].



Рис. 4. Скороморозильные туннели

3.3.1.1. Технология хранения в регулируемой атмосфере с ультранизким содержанием кислорода

Наиболее распространённым режимом хранения в регулируемой атмосфере в разных странах является режим с ультранизким

содержанием кислорода УСК (Ultra Low Oxygen). Для реализации этой технологии применяются холодильные камеры необходимой герметичности и соответствующее технологическое оборудование: генератор азота для первоначального снижения в камерах концентрации O_2 , адсорбер CO_2 и систему автоматического управления, осуществляющую периодическое измерение концентрации CO_2 и O_2 [65].

С точки зрения технологической реализации наиболее высокий уровень создания регулируемой атмосферы предусматривает не только ультранизкую концентрацию кислорода (1-1,5%), но и снижение содержания выделяющегося в процессе созревания фруктов и овощей этилена. Уровень диоксида углерода (CO_2) не превышает 2%, углекислого газа – менее 1-2%. Эти значения зависят от сорта, района выращивания, степени зрелости плодов и других факторов [65].

Камеры должны загружаться продукцией как можно быстрее. При этом реализуются технологии быстрого уменьшения концентрации кислорода (Rapid Controlled Atmosphere) и сверхбыстрого снижения уровня кислорода (Initial Low Oxygen Stress). Встроенная система газового анализа позволяет в автоматическом режиме управлять работой оборудования и осуществлять построение графиков режимов в камерах. При наличии модемной связи возможно дистанционное управление работой оборудования [10].

Проекты фруктохранилищ с регулируемой атмосферой реализованы компанией «Инфрост» в г. Острогжске Воронежской области (7000 т), в г. Нальчике Кабардино-Балкарской Республики (7000, 3600, 1800 т), в г. Сызрани Самарской области (2400 т), в г. Майкопе Республики Адыгея (3000 т), в пос. Константиновка Саратовской области (1700 т), в пос. Дубовое Тамбовской области (1300 + 1200 т) и др. [53].

3.3.1.2. Хранение в динамической регулируемой атмосфере

Следующим существенным шагом в совершенствовании технологии хранения в УСК является динамическая контролируемая атмосфера ДРА (Dynamic Control Atmosphere) – в объеме хране-

ния создаются газовые концентрации, изменяющиеся в зависимости от состояния плодов [66]. Суть технологии заключается в том, что с помощью специальных датчиков на основе метода флуоресценции постоянно измеряется физиологическое состояние плодов, и на основе этой информации обеспечивается поддержание в камере минимально допустимой концентрации кислорода, обычно 0,4-0,6%. При хранении яблок уровень кислорода может понижаться до 0,5%, создавая плодам стрессовые условия дыхания. По мере того как в плодах начинает накапливаться этиловый спирт, условия хранения возвращают к режиму УСК. В течение всего периода хранения проводят несколько стрессовых периодов, что позволяет сохранить плоды без проявления на них ожоговых заболеваний, которым подвержены некоторые сорта яблок. Таким образом, технология обеспечивает естественную (не химическую) защиту плодов от загара, максимальное сохранение твердости, сочности и других показателей их качества при длительном хранении.

Эта запатентованная технология интенсивно внедряется в передовых странах (прирост более 40% в год). Для ее реализации на каждую камеру устанавливаются специальные измерительные устройства (IRIS), которые через интерфейсный блок соединяются с компьютером с установленной на нем специальной программой [10].

В разных странах используют различные методы контроля динамической регулируемой атмосферы: в Голландии предлагают контроль по коэффициенту дыхания, в Италии – по спирту, в Канаде – по флуоресценции хлорофилла. Последний способ может быть опасным, так как трудно выбрать такую пробу, которая по своему спектральному составу соответствовала бы всем плодам в камере хранилища. Проба по содержанию спирта лучше, так как она дает возможность анализировать плоды из любой точки камеры и делать выборку. При этом данный способ контроля самый дешевый, а по флуоресценции хлорофилла – самый дорогой (дорогие датчики). Самый надежный способ – по коэффициенту дыхания, он недорогой, но точный. В этом случае анализируется вся камера (с помощью

специальных микрокамер, измеряющих соотношение кислорода и углекислого газа) [52].

В России ученые ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина» по технологии с регулируемой динамической системой отработали набор показателей, контролируемых для каждого сорта яблок: Голден Делишес, Гренни Смит и Ред Чиф. Уже ведется хранение этих сортов в динамической регулируемой атмосфере. Важно, чтобы все плоды были сняты с дерева и загружены в камеру за два-три дня. Применение системы позволяет замедлить созревание примерно 70% сортов яблок после извлечения их из хранилища на две-три недели [52].

Компанией «Besseling Group» (Нидерланды) разработана система управления, определяющая физиологическое состояние плодов на основе флуоресценции хлорофилла и минимально возможного уровня кислорода – Фруктовый Наблюдатель™ – Fruit Observer™. Она определяет точку реакции хлорофилла и повышает уровень кислорода до безопасного, возвращает плоды к аэробному дыханию. Определив наиболее низкий уровень кислорода, появляется возможность хранить плоды немного выше этого порога и избежать их повреждения. Минимально возможный уровень кислорода отличается в зависимости от сорта, сезона и качества плодов.

Преимущества хранения в ДРА при использовании системы управления Фруктовый Наблюдатель™:

- ▶ отсутствие необходимости постоянного контроля специалистами за состоянием плода. Система, постоянно контролируя активность плодов, автоматически оптимизирует уровень кислорода и углекислого газа;

- ▶ наиболее надежная и точная система, что обеспечивает сохранность качественного и сочного плода товарного вида;

- ▶ возможность использования с оборудованием любого производителя РГС и более длительного хранения плодов по сравнению с РА / ОА;

- ▶ увеличенный срок хранения плодов после ДРА, непосредственно перед реализацией [66].

Научные исследования методов хранения фруктов в динамической регулируемой атмосфере (ДРА) проводятся в Научно-исследовательском центре по плодоводству в регионе Бодензее (Германия) [46].

При этом обеспечиваются следующие условия хранения в ДРА:

- ▶ содержание кислорода понижается до «анаэробного компенсационного пункта»;
- ▶ условия хранения устанавливаются в соответствии с реакцией фруктов (интерактивно);
- ▶ использование максимально возможных установок (отсутствие «степени безопасности»).

В табл. 5 приведены значения критической концентрации кислорода для некоторых сортов яблок, полученные в результате исследований.

Таблица 5

Критическая концентрация кислорода для различных сортов яблок, обнаруженная в процессе исследований [46]

Сорт яблок	Критическая концентрация кислорода, %
Голдэн Делишес	0,25-0,40
Эльстар, Идарэд, Майгольд	0,30-0,40
Бребурн	0,40-0,50

Критическая концентрация кислорода контролировалась путем:

- ▶ измерения флуоресценции хлорофилла;
- ▶ измерения продуктов брожения (этанол, ацетальдегид, этилацетат);
- ▶ определения коэффициента респирации (RQ).

На рис. 5 показан концепт хранения яблок в режиме ДРА.

Необходимые условия для успешного хранения в режиме ДРА:

- ▶ газонепроницаемые помещения;
- ▶ специальные CO₂-адсорберы повышенной мощности, приемлемые для низкого уровня концентрации CO₂ (<1%);
- ▶ N₂-генератор: достаточно оснащённый, приемлемый для оптимального O₂-впрыскивания;



Рис. 5. Концепт хранения плодов яблони в режиме ДРА

- ▶ по возможности гомогенно укомплектованные камеры (сорт, уровень спелости, качество);
- ▶ регулярный контроль атмосферы хранения, актуальный уровень концентрации O_2 – всегда приблизительно на 0,2% выше выявленного сенсорами ДРА критического значения [46].

При хранении яблок в регулируемой атмосфере после обработки 1-МЦП работа холодильных агрегатов и оборудования регулируемой атмосферы тесно связана с процессом замедления дыхания плодами. После обработки яблоки находятся в состоянии глубокого сна, процесс дыхания значительно слабее, соответственно снижается и выделение тепла, сопровождающее процесс дыхания. Значительно уменьшается и выделение углекислого газа, что влияет на работу холодильного оборудования и расход электроэнергии. По данным немецких специалистов, экономия электроэнергии составила более 1000 кВт·ч в течение восьмимесячного срока хранения яблок (полученная экономия на издержках – около 40%), при этом потеря массы обработанных плодов была в 2 раза меньше, чем необработанных [67].

3.4. Сравнительный анализ технологий по хранению плодов в регулируемой атмосфере

Как свидетельствует специфика современных технологий хранения и предпродажной подготовки яблок, в обычных условиях ($N_2 = 79\%$, $O_2 = 21\%$, $T = 20^\circ\text{C}$) продолжительность хранения – максимум один месяц, в холодильной камере ($N_2 = 79\%$, $O_2 = 21\%$, $T = 1-2^\circ\text{C}$) – три-четыре, в регулируемой атмосфере ($N_2 = 93-98\%$, $O_2 = 1-2\%$, $CO_2 = 1-5\%$) – восемь-десять месяцев [68].

В результате исследований, проведенных учеными ФНЦ имени И.В. Мичурина, установлено, что технология ОА+1-МЦП эффективна для хранения плодов в течение пяти месяцев, УСК+1-МЦП, ДРА, ДРА+1-МЦП – для длительного (шесть-девять месяцев) хранения. Существенных преимуществ по сохранению качества плодов технологий ДРА и ДРА+1-МЦП по сравнению с УСК+1-МЦП учеными не обнаружено. Для хранения плодов яблони сорта Гренни Смит использовать технологию УСК без 1-МЦП ученые не рекомендуют, сроки хранения плодов по технологии ОА необходимо ограничить двумя месяцами из-за высоких рисков поражения их загаром. Единственной технологией, способной обеспечить защиту от загара контрольных (необработанных 1-МЦП) плодов сорта Гренни Смит, оказалась динамичная атмосфера (ДРА). Таким образом, хранение плодов в ДРА может стать важным маркетинговым элементом органического производства плодовой продукции [21]. Так, в хозяйстве «Сад – Гигант» (Краснодарский край) хранят яблоки с достаточно высоким качеством до двух и более лет [21], обрабатывая Фитомагом.

В результате исследований учеными разработаны высокоточные технологии управления качеством плодов в период хранения и доведения до потребителя, обеспечивающие продление сроков хранения при максимальном сохранении исходного качества продукции для 26 сортов яблони Южного и Северо-Кавказского федеральных округов и 17 сортов яблони Центрального федерального округа. Выявлены оптимальные температурные режимы, уровни содержания O_2 и CO_2 , условия обработки препаратом Фитомаг, обеспечивающие устойчивость или минимизацию потерь, вызванных «стрессовыми» факторами хранения. Эффективная продолжительность хранения

плодов, обеспечивающая максимальное сохранение качества при хранении и доведении до потребителя (имеются исключения) при использовании технологий: ОА (контроль) – один-четыре месяца, ОА+Фитомаг – четыре-семь, РА (контроль) – четыре-семь месяцев для 35% изученных учеными сортов не рекомендуется для 65% сортов (ввиду высоких рисков поражения плодов загаром), РА+Фитомаг – шесть-девять месяцев [34, 69].

На основании многочисленных исследований, проведенных на базе ФНЦ имени И.В. Мичурина, ЗАО «15 лет Октября», ОАО «Агроном-Сад» (Липецкая область), ООО «Сад Гигант» (Краснодарский край), ООО «Сады Баксана» (Кабардино-Балкарская Республика), учеными выявлены возможные заболевания и причины потери качества плодов яблони, возникающие при хранении, которые необходимо учитывать, выбирая технологию. Основные из них для сортимента яблони Южного, Северо-Кавказского и Центрального федеральных округов приведены в табл. 6 [69].

Таблица 6

Основные заболевания и другие причины потери качества плодов яблони при хранении в условиях ОА и РА* [69]

Сорт	Заболевания и другие причины потери качества плодов
1	2
<i>Сортимент Южного и Северо-Кавказского федеральных округов</i>	
Айдаред	СО ₂ – повреждения кожицы, подкожная пятнистость, разложение от старения, загар, низкотемпературное побурение мякоти
Бреберн	Внутреннее СО ₂ – побурение, подкожная пятнистость, загар
Гала	Подкожная пятнистость, разложение от старения, побурение сердцевины, потеря твердости, увядание
Голден Делишес	Увядание, подкожная пятнистость, «бронзоватость кожицы», побурение кожицы от старения, СО ₂ – повреждения кожицы, загар, потеря твердости, антракноз
Гренни Смит	Загар, подкожная пятнистость, внутренние и внешние СО ₂ – повреждения, солнечный ожог, стекловидность, потеря цвета, маслянистость кожицы
Джонаголд	Загар, подкожная пятнистость, разложение от старения, гниль сердечка, потеря твердости, маслянистость кожицы

1	2
Корей	СО ₂ – ожог кожицы, подкожная пятнистость, загар, «бронзоватость кожицы»
Моргендуфт	Загар, подкожная пятнистость, разложение от старения, СО ₂ – ожог кожицы
Моди	Гниль сердечка, загар, маслянистость кожицы, альтернариоз
Пинк Леди	Загар, подкожная пятнистость
Пинова	Маслянистость кожицы, увядание, загар, СО ₂ – ожог кожицы, стекловидность
Ред Делишес и его клоны*	Загар, подкожная пятнистость, разложение от старения, стекловидность, СО ₂ – ожог кожицы, гниль сердечка, солнечный ожог, потеря твердости
Ренет Симиренко	Загар, подкожная пятнистость, разложение от старения, СО ₂ – ожог кожицы, антракноз
Старкрымсон	Загар, подкожная пятнистость, разложение от старения, СО ₂ – ожог кожицы
Топаз	Некроз у плодоножки, разложение от старения, потеря твердости
Флорина	Разложение от старения, подкожная пятнистость, гниль сердечка
Фуджи	Стекловидность, побурение мякоти от старения, подкожная пятнистость, загар, гниль сердечка, солнечный ожог, внутренние и внешние СО ₂ – повреждения, потеря твердости
Чемпион	Потеря твердости, некроз у плодоножки, подкожная пятнистость, разложение от старения
Эльстар	Потеря твердости, разложение от старения, подкожная пятнистость
<i>Сортимент Центрального федерального округа</i>	
Антоновка обыкновенная	Загар, мокрый ожог, низкотемпературное разложение, побурение сердцевины от старения, разложение от старения, потеря твердости
Богатырь	Загар, гниль, СО ₂ – ожог кожицы, подкожная пятнистость, мокрый ожог, разложение от старения
Беркутовское	Загар, СО ₂ – ожог кожицы
Ветеран	Загар, разложение от старения, потеря твердости, маслянистость кожицы

1	2
Жигулевское	Разложение от старения, побурение сердцевины от старения, CO ₂ – ожог кожицы, стекловидность, амбарная парша
Куликовское	Загар, разложение от старения, потеря твердости
Лобо	Потеря твердости, мокрый ожог, CO ₂ – ожог кожицы, побурение сердцевины от старения, увядание
Лигол	Подкожная пятнистость, CO ₂ – ожог кожицы, загар
Мартовское	Загар, мокрый ожог, низкотемпературное разложение, побурение сердцевины, маслянистость кожицы, потеря твердости
Мекинтош	Загар, CO ₂ – повреждения, разложение от старения, побурение сердцевины, потеря твердости
Память Мичурина	Загар, подкожная пятнистость, CO ₂ – повреждения, побурение сердцевины, разложение от старости
Ренет курский золотой	Загар, увядание
Россошанское полосатое	Амбарная парша, загар, подкожная пятнистость, разложение от старения, CO ₂ – повреждения, побурение сердцевины
Северный синап	Загар, подкожная пятнистость
Синап орловский	Загар, подкожная пятнистость, CO ₂ – повреждения
Спартан	Побурение сердцевины от старения, разложение от старения
Хани Крисп	Подкожная пятнистость, мокрый ожог, низкотемпературное разложение, низкотемпературное побурение сердцевины и мякоти, внутренние и внешние CO ₂ – повреждения, подкожная пятнистость

* Клоны сорта Ред Делишес: Ред Чиф, Суперчиф Сандридж, Эрован, Джеромин, Ред Кап, Ред Велокс.

В результате исследований учеными выявлены оптимальные температурные режимы, уровни содержания O₂ и CO₂ и рекомендованы условия и сроки хранения плодов яблони для Южного, Северо-Кавказского и Центрального федеральных округов (табл. 7).

Таблица 7

**Рекомендуемые условия и сроки хранения плодов яблони
при использовании различных технологий хранения [69]**

Сорт	Условия хранения			Технологии и сроки хранения, месяцы			
	T, °C	O ₂ , %	CO ₂ , %	ОА (кон- троль)	ОА+1- МЦП	РА (кон- троль)	РА+1- МЦП
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Сортимент Южного и Северо-Кавказского федеральных округов</i>							
Айдаред	2,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-4,0	5,0-6,0	5-6	7,0-8,0
Бреберн	1,0-1,5	3,0-4,0	6,0-7,0	Не реко- менду- ется	Не реко- менду- ется
Гала	1,0-1,5	1,2-1,5	1,2-1,5	2,0-3,0	4,0-5,0	4-5	6,0-7,0
Голден Дели- шес	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	2,5-3,5	5,0-6,0	6-7	8,0-9,0
Гренни Смит	0,5-1,0	0,8-1,2	0,8-1,0	1,5-2,5	5,0-6,5	Не реко- менду- ется	8,0-9,0
Джона- голд	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	2,5-3,5	4,0-5,0	Не реко- менду- ется	7,0-8,0
Корей	0,0-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-4,0	5,0-6,0	5-6	6,0-8,0
Морген- дуфт	1,0-1,5	1,2-1,5	2,0-2,5	2,0-3,0	4,0-5,0	Не реко- менду- ется	6,0-7,0
Моди	1,5-2,0	1,2-1,5	1,0-1,2	3,0-4,0	4,0-5,0	5-6	7,0-8,0
Пинк Леди	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-4,0	5,0-6,0	Не реко- менду- ется	8,0-9,0
Пинова	1,0-2,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-4,0	4,5-5,5	5-6	7,0-8,0
Ред Дели- шес и его клоны*	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	2,5-3,5	5,0-6,0	Не реко- менду- ется	7,0-9,0
Ренет Си- миренко	1,0-1,5	1,2-1,5	1,2-1,5	2,5-3,5	5,0-6,0	Не реко- менду- ется	7,0-9,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Стар-крымсон	1,0-1,5	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-3,5	4,0-5,0	Не рекомендуется	7,0-8,0
Топаз	1,0-1,5	1,2-1,5	1,2-1,5	2,0-3,0	4,0-5,0	4-5	5,0-6,0
Флорина	1,0-1,5	2,0-2,5	0,8-1,5	2,0-3,0	4,0-5,0	4-5	7,0-8,0
Фуджи	1,5-2,0	1,5-2,0	1,2-1,5	2,5-3,0	5,0-6,0	Не рекомендуется	7,0-9,0
Чемпион	1,5-2,0	1,2-1,5	1,2-1,5	2,0-3,0	4,0-5,0	Не рекомендуется	5,0-6,0
Эльстар	1,2-1,5	1,2-1,5	2,0-3,0	2,0-3,0	4,0-5,0	4-5	5,0-6,0
<i>Сортимент Центрального федерального округа</i>							
Антоновка обыкновенная	3,0-3,5	1,2-1,5	1,2-1,5	До 1,0	2,5-3,0	Не рекомендуется	2,5-3,5
Богатырь	1,5-2,0	1,2-1,5	1,2-1,5	До 3,5	6,0-7,0	6-7	8,0-9,0
Беркутовское	05,1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	2,5-3,0	5,0-6,0	Не рекомендуется	7,0-8,0
Ветеран	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-3,5	5,0-5,5	Не рекомендуется	6,0-7,0
Жигулевское	0,5-1,0	1,2-1,5	0,8-1,0	2,5-3,0	4,5-5,5	5-6	7,0-8,0
Куликовское	0,5-1,0	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	4,0-5,5	Не рекомендуется	7,0-8,0
Лобо	1,5-2,0	2,0-2,5	1,2-1,5	3,0-3,5	5,0-6,0	5-6	7,0-8,0
Лигол	1,0-1,5	1,2-1,5	1,2-1,5	3,5-4,0	5,0-5,5	5-6	7,0-8,0
Мартовское	3,0-3,5	1,2-1,5	1,2-1,5	До 1,5	5,0-6,0	Не рекомендуется	7,0-8,0
Мекинтош	2,0-2,5	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-3,5	4,5-5,5	5-6	7,0-8,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Память Мичурина	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	До 3,0	4,0-5,0	Не рекомендуется	6,0-7,0
Ренет курский золотой	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-3,5	5,0-6,0	Не рекомендуется	7,0-8,0
Россошанское полосатое	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-3,5	5,0-6,0	Не рекомендуется	6,0-7,0
Северный синап	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-3,5	6,0-7,0	Не рекомендуется	8,0-9,0
Синап орловский	0,5-1,0	1,2-1,5	1,2-1,5	2,0-3,0	5,0-6,0	Не рекомендуется	7,0-8,0
Спарган	1,-1,5	1,2-1,5	1,2-1,5	3,0-4,0	5,0-6,0	5-6	7,0-8,0
Хани Крисп	2,5-3,5	Не рекомендуется	Не рекомендуется	4,0-5,0	7,0-8,0	Не рекомендуется	Не рекомендуется

* Клоны сорта Ред Делишес: Ред Чиф, Суперчиф Сандридж, Эрован, Джеромин, Ред Кап, Ред Велокс.

Таким образом, результаты исследований отечественных ученых способствуют внедрению инновационных технологий хранения плодовой продукции. Современная система хранения плодов, сочетающая условия ОА, УСК, ДРА с использованием ингибитора биосинтеза этилена и без него, позволяет в максимальной степени реализовать потенциал лежкоспособности плодов, обеспечивать население страны высококачественной плодовой продукцией до девяти месяцев в году [21].

Эффективность внедрения инновационных технологий хранения плодов подтверждена производственным опытом садоводческих предприятий Самарской области. Необходимо развивать инновационную технологию хранения плодов преимущественно в динамической регулируемой атмосфере, что может быть реализовано благода-

ря полноценному и своевременному финансированию, прежде всего за счет государственной поддержки науки и производств, связанных с инновациями [35].

При выборе технологии необходимо иметь в виду финансовые расходы, преимущества и недостатки технологий, возможные риски. Так, динамическая контролируемая атмосфера (ДРА) позволяет увеличить срок хранения фруктов, но такое хранилище более дорогое, чем хранилище с обычной регулируемой атмосферой (РА), – оно требует дополнительных инвестиций и оснастки [70]. Важно не забывать, что динамический контроль атмосферы – более рискованный процесс, чем обычная регулируемая среда, так как при динамическом контроле атмосфера в камере доводится до критически низкого для фруктов уровня кислорода, который будет разным, например для яблок определенного сорта. Задача этой системы – понижая кислород, довести яблоки до «стрессового» состояния, а затем вернуться обратно к режиму РА или УСК. Благодаря этому методу достигаются лучшее качество, более длительный срок хранения при более высоких показателях плотности фруктов. При этом есть большое опасение, что оператор, контролирующий параметры атмосферы в камере хранилища, что-то упустит, а это приведёт к повреждению яблок, находящихся в камере. Следовательно, большой объем продукции будет потерян [70]. Поэтому необходимо в каждом конкретном случае рассчитать эффективность применения той или иной технологии хранения плодовой продукции.

3.5. Хранение замороженной плодовой продукции

Один из наиболее распространенных способов хранения быстропортящихся плодов и овощей – технологический процесс быстрого замораживания. Основным требованием, предъявляемым к этому способу, является обеспечение условий, при которых мягкие ягоды, овощи и фрукты (земляника, ежевика, малина и др.) не мнутся, сохраняется их целостный вид, исключается возможность смерзания отдельных ягод и кусочков плодов и получается сыпучий замороженный продукт, который удобно фасовать и перерабатывать. Технология, удовлетворяющая данным требованиям, реализуется в специальных скороморозильных аппаратах, использующих явление

флюидизации («сжижения»): слой из большого количества ягод или кусочков продукта, насыпанных на сетчатый конвейер, под воздействием интенсивного вертикального потока воздуха начинает вести себя как жидкость – происходит выравнивание толщины насыпанного слоя по поверхности конвейера, и частицы внутри слоя постепенно перемешиваются. В таком состоянии каждая ягода интенсивно и со всех сторон омывается потоком холодного воздуха, что обеспечивает ее быстрое замораживание, а из-за постоянного перемешивания не происходит смерзания соприкасающихся ягод и кусочков (рис. 6). Для замораживания используют сырье только высокого качества, отсортированное, помытое, без дефектных экземпляров. Некоторые виды сырья для инактивирования ферментов перед замораживанием бланшируют. Замораживание как способ хранения и консервирования основано на обезвоживании тканей плодов и овощей путем превращения содержащейся в них влаги в лед. Лед образуется при температуре от -2 до -6°C , а в некоторых видах овощей от -1 до -3°C . Чем быстрее происходит процесс замораживания, тем больше образуется кристаллов, меньше их размеры, выше качество продукта. Плоды, ягоды, овощи замораживают при температуре -35 - 45°C , для хранения доводят температуру продукта до -18°C и далее хранят при этой температуре [71].



Рис. 6. Внешний вид ягод после заморозки

Флюидизационные аппараты, выпускаемые различными фирмами (наиболее известные «Frigoskandia» (Швеция), «Starfrost» (Англия) и др.), похожи и включают в себя следующие основные компоненты: теплоизолированный корпус, прямолинейные транспортные сетчатые контейнеры, охлаждающий воздух, теплообменник, центробежные вентиляторы, систему управления. Все внутренние конструктивные элементы, включая воздухоохладитель, выполняются из высококачественной нержавеющей стали. Флюидизационные скороморозильные аппараты являются высокопроизводительными устройствами, обеспечивающими замораживание больших объемов продукции – от 600 кг/ч до 20 т/ч. Диапазон продуктов, замораживаемых в таких аппаратах, очень широк. Это различные ягоды (ежевика, земляника, малина, смородина), резаные плоды (яблоки, груши, персики, абрикосы, сливы, дыни), овощи (зеленый горошек, бобы, резаный лук, картофель, морковь, кукуруза), дикорастущие лесные ягоды.

Развитию этого перспективного направления большое внимание уделяют в Республике Молдова, где уже работают предприятия, промышленно производящие замороженную плодоовощную продукцию в г. Кэушень (на основе быстрозамораживающего тоннеля производительностью 2 т/ч), г. Купчине (тоннель – 1,5 т/ч), в г. Слободзее (тоннель – 1 т/ч). Началось производство быстрозамороженных продуктов в г. Сороки на консервном заводе «Альфа Нистру» (тоннель производительностью 3,5 т/ч) [71].

В России этот вид продукции будет все больше востребован с развитием сети супермаркетов и наличием специальных витрин и торгового оборудования, предназначенного для реализации быстрозамороженных плодоовощных продуктов. В этой связи представляет интерес разработанная технология производства замороженных плодово-ягодных смесей функционального назначения [72].

3.6. Хранение сушеной плодовой продукции

Существует несколько промышленных технологий сушения продуктов: конвективная, кондуктивная, сублимационная, высококачественная, современная экологически чистая инфракрасная. Особого внимания заслуживает инфракрасная (ИК-технология), так как дан-

ная технология обезвоживания позволяет сохранить 85-90% витаминов и других биологически активных веществ исходного продукта. При последующем непродолжительном замачивании сушеный продукт восстанавливает все свои натуральные свойства: цвет, естественный аромат, форму, вкус, при этом не содержит консервантов, так как высокая плотность инфракрасного излучения уничтожает вредную микрофлору в продукте, благодаря чему он может храниться около года без специальной тары, в условиях, которые исключают образование конденсата. В герметичной таре данный сухопродукт может храниться до двух лет без ощутимой потери своих свойств. В зависимости от исходного сырья объем сушеного продукта уменьшается в 3-4 раза, а масса – в 5-9 раз, что является положительным фактором при необходимости складирования и транспортировки. Таким образом, применение ИК-технологии позволяет производить сушеные продукты такого качества, которого нельзя достичь при других известных методах сушения.

Для пищевой промышленности при производстве продуктов быстрого приготовления (супы, каши, кетчупы, майонез, кондитерские изделия и др.) наибольший интерес представляют сушеные: лук, петрушка, морковь, паприка, баклажаны, томаты, тыква, кабачки, ежевика, черная смородина и др.

Предприятий-производителей оборудования для сушки пищевых продуктов немного. Выпускаются в основном шкафы для конвективной сушки (рис. 7). Различные виды сушильного оборудования предлагают фирмы «Кимо-Бизнес», «Тронка-Агротех», «Энергия-Инвест» (г. Киев); «Технолог АП», НПО «Росс», «Криокон» (г. Харьков) и др. Не является проблемой заказать сушилки любого типа и производительности у зарубежных фирм, но это оборудование существенно дороже: его стоимость в зависимости от способа и производительности – от десятков до сотен тысяч долларов США [71].

Заслуживает внимания оборудование для инфракрасной сушки, выпускаемое НПО «Феруза» (г. Санкт-Петербург). Предприятие производит три модификации бытовых сушилок, которые могут использоваться в небольших фермерских хозяйствах: «Пичуга», «Восток» и «Восток-LUX», промышленные сушильные установки

«Надежда» и сушильные шкафы «Универсал», «Универсал-2», сушильную установку «Феруза-300».



Рис. 7. Конвекционный сушильный шкаф для фруктов и овощей [71]

Другой высококачественный способ сушки – вакуумная сублимационная сушка, иначе ее называют лиофилизацией или возгонкой (процесс перехода вещества из твердого состояния в газообразное без жидкой фазы). Данный способ позволяет сохранить до 95% питательных веществ, витаминов, ферментов, биологически активных веществ. Если сублимированные продукты залить водой, то они восстанавливаются в течение 2-3 мин. Их масса в несколько раз меньше, чем свежих, не требуют специальных условий хранения, при температуре не выше $+39^{\circ}\text{C}$ они могут храниться от двух до пяти лет. Но себестоимость сублимированного продукта может в 4 раза превышать себестоимость аналогичной продукции, высушенной конвективным способом.

Сублимационная сушка – технология затратная, она приобретает экономическую целесообразность при производстве дорогостоящей продукции, например органических, экологически чистых ягод (рис. 8) и фруктов. Раньше в пищевой промышленности ее использовали в основном для выполнения заказов военной, оборонной и

космической отраслей, теперь она оказалась востребованной для приготовления продуктов премиум класса.



Рис. 8. Сублимированные ягоды ежевики [71]

По оценке специалистов датской компании «Niro A/S», объем мирового производства сублимированных продуктов питания – около 70 тыс. т, из них 40 тыс. т – овощи, 25 тыс. – мясо и рыбопродукты, 5 тыс. т – фрукты и ягоды. Рост мирового рынка таких продуктов составляет примерно 3,5% в год. Крупнейшими производителями сублимационного оборудования являются компании «Niro Atlas-Stord Denmark A/S» (Дания), «Leybold» (Германия), «Stokes» (США), «Edwards» (Великобритания), «Shanghai Tofflon Science and Technology Co., Ltd» (Китай). В России сублимационные установки производят НПО «Вакууммаш» (г. Казань), фирмы «Шабетник и Компания», «Биохиммаш». Также представляют интерес технология комбинированной сушки фруктов и овощей [73] и технология обработки овощей, фруктов, грибов и продуктов их переработки релятивистскими электронами [74].

3.7. Технология хранения Xtend

Перспективная технология Xtend компании «StePac» способствует сохранению скоропортящихся продуктов при температуре около

0°С в течение 45 дней и более без потери качества. Применяется при хранении ягод (малина, земляника, голубика и др.), бананов, авокадо, дынь, граната, вишни, черешни, сливы, абрикоса, персика, граната, ананаса и многих других фруктов, позволяет не только сохранить цвет, упругость и внешний вид товара, но и предотвратить дегидратацию (фактически снижение массы товара), гниение, порчу, старение. Фрукты, упакованные по технологии Xtend, могут находиться на полках супермаркетов более длительное время [75].

Особенностью технологии Xtend является сохранение свежих продуктов с использованием современной упаковки для хранения и транспортировки плодовой продукции. Технология основана на создании модифицированной атмосферы (МА) внутри полимерной упаковки (пакета) и поддержании ее до момента потребления хранящегося продукта. Запатентованный полимерный пакет обеспечивает сохранность продукции в свежем состоянии благодаря поддержанию оптимального соотношения углекислого газа, кислорода и влажности и отсутствию в упаковке конденсата. Суть данной технологии заключается в следующем. Овощи или фрукты охлаждаются до 1-6°С и упаковываются в специальные пакеты Xtend, сохраняющие плоды в состоянии свежести в течение длительного времени. Коробки с продукцией укладываются на паллеты, и в рефрижераторах или холодильной камере вагона при температуре 1-6°С товар доставляется без потерь до места назначения [71].

Сроки хранения плодоовощной продукции, упакованной по данной технологии: черешня – до 50-60 дней, земляника – 12-18 (табл. 8).

Таблица 8

**Длительность хранения плодовой продукции
при использовании Xtend-технологии [71]**

Наименование продукции	Рекомендуемая температура хранения, °С	Время хранения, дни
Черешня	-1-0	30-60
Персики	0-1	30-35
Нектарин	0-1	30-35
Слива	0-1	30-35
Абрикос	0-1	25-30
Земляника	0-1	12-18
Ежевика	0	20-40

Технология Xtend предусматривает создание специального упаковочного центра для быстрого охлаждения и упаковки плодовой продукции. Такие центры могут различаться размером площади, комплектацией оборудованием разной пропускной способности и технологией охлаждения (водяной или воздушной) в зависимости от ассортимента и объема продукции. На рис. 9 показано хранение черешни.



Рис. 9. Хранение плодов черешни по Xtend-технологии

Упаковочный центр необходим для переработки (упаковки по технологии Xtend) промышленных объемов продукции (40-60 т в сутки и более). Важно, чтобы центр находился в непосредственной близости от места выращивания продукции, чтобы время после сбора урожая и началом его упаковки составляло не более 5-6 ч [71].

3.8. Биологическая защита плодов при хранении

В хранении растительного сырья, в том числе плодов, перспективным направлением является применение биологических средств защиты на основе активных штаммов антагонистов патогенной микрофлоры. Используют биопрепараты для борьбы с фитопатогенными организмами в послеуборочный период и при длительном холодильном хранении продукции. Биоиндустрия развивается высокими темпами, в 2025 г. мировой рынок биотехнологий может достигнуть 2 трлн долл. США.

Биотехнология в сельском хозяйстве России развивается в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и

регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. В настоящее время доля России на рынке биотехнологий составляет менее 0,1%. Долгосрочной целью реализации Госпрограммы является выход в 2030 г. на объем биоэкономики в России в размере не менее 3% ВВП. Одно из направлений развития биотехнологий – производство биопрепаратов для применения в сельском хозяйстве, в том числе при хранении продукции растениеводства. Использование биопрепаратов – наиболее эффективный, экологически безопасный и экономически выгодный способ хранения плодовой продукции.

В мире потребителями продукции биотехнологии являются преимущественно высокоразвитые страны: США, Канада, Япония, Европейский союз, Китай, Индия, Бразилия. Лидером в области биотехнологий являются США (около 40% объема мирового рынка). В США, Китае и других странах выделены штаммы и разработаны способы сохранения свежести и увеличения сроков хранения фруктов и ягод.

Учеными Краснодарского научно-исследовательского института хранения и переработки сельскохозяйственной продукции разработаны современные технологии хранения и оборудование для их реализации, базирующиеся на объективной оценке исходного физиологического состояния фруктов и овощей, а также обеспечивающие возможность длительного сохранения сельскохозяйственной продукции высокого качества при минимальных потерях [76]. Так, технология хранения скоропортящейся сельскохозяйственной продукции на основе создания защитных покрытий с бактерицидными и антиоксидантными свойствами позволяет снизить потери от естественной убыли и микробальной порчи на 40%, увеличить сроки хранения продукции в 1,5-2 раза. Сквозная аграрно-пищевая технология биологической защиты фруктов и овощей при производстве и хранении с применением биологических средств защиты растений (Фитоспорин-М, модифицированный Гуми) в сочетании с оптимальными температурно-влажностными режимами хранения позволяет увеличить выход стандартной продукции после хранения на 27,0-27,8% благодаря повышению иммунитета. Запатентован способ защиты фруктов и ягод от порчи в период хранения с использовани-

ем комбинаций имазалила и соединений серебра, обеспечивающий усиленный биоцидный эффект [76].

Перспективным направлением в хранении плодов является применение биологических средств защиты на основе активных штаммов антагонистов. Наиболее известные биопрепараты, разработанные российскими учеными, приведены в табл. 9 [76, 77].

Таблица 9

Характеристика биопрепаратов

Наименование биопрепарата	Действующие микроорганизмы	Назначение биопрепарата
Бактофит	Споры и клетки штамма ИПМ-215 культуры <i>Bacillus subtilis</i>	Борьба с грибными и бактериальными болезнями зерновых, овощных и плодово-ягодных культур
Алерин Б	Почвенные бактерии <i>Bacillus subtilis</i> , штамм В-10 ВИЗР	Подавление грибных заболеваний различных сельскохозяйственных культур
Экстрасол	Штаммы бактерий <i>Bacillus subtilis</i> Ч-13	Предотвращение активного развития гнилостной патогенной микрофлоры
Витоплан СП	Штамм ВКМ-В-2604D + <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2605D	Подавление развития возбудителей грибных и бактериальных заболеваний
Фитоспорин - М	Штамм бактерий <i>Bacillus subtilis</i> 26 Д	Борьба с грибными и бактериальными болезнями различных сельскохозяйственных культур
Триходермин	Живые клетки <i>Trichoderma lignorum</i>	Предотвращение корневых гнилей плодово-ягодных культур
Псевдобактерин-2, Ж, ПС	Живые клетки <i>Pseudomonas aureofaciens</i> , штамм BS 1393	Защита от грибковых и бактериальных заболеваний
Вермикулен	Живые штаммы <i>Penicillium vermiculatum</i>	Борьба с грибными и бактериальными болезнями различных сельскохозяйственных культур

Доказана эффективность воздействия биопрепаратов российского производства на патогенную микрофлору сельскохозяйственных

культур, в том числе плодово-ягодных, с целью снижения потерь при хранении. Применение биологических средств защиты плодовой продукции при хранении особенно актуально в условиях возрастающего во всем мире интереса потребителей к экологически чистым продуктам и спроса на безопасные для экосистемы биологические средства защиты. Применение технологий обработки биопрепаратами плодовой продукции является эффективным, экологически безопасным способом снижения потерь при хранении, увеличения срока хранения и обеспечения качества продукции [77].

Учитывая важную роль антиоксидантов и бактерицидных покрытий в предотвращении развития болезней плодов и овощей при хранении, учеными и специалистами разрабатываются различные приемы, способствующие повышению антиокислительной способности плодов [78]. На плодах, районированных на юге России и выращенных в Краснодарском крае, проведены исследования по влиянию поверхностной обработки яблок при хранении биопрепаратом «Байкал ЭМ-1», который состоит из нескольких десятков штаммов полезных микроорганизмов, вытесняющих патогенную микрофлору. ЭМ-культура – это эффективные микроорганизмы.

Поверхностную обработку раствором в соотношении ЭМ-препарата: вода 1:500 проводили перед закладкой сырья на хранение. После обработки сырье подсушивали и направляли в охлаждаемое хранилище при температуре 0-3°C. Контролем служило сырье, хранившееся в таре (ящики) без обработки. После пяти месяцев хранения сравнительные данные товарного качества яблок, обработанных биопрепаратом, показали, что выход стандартной продукции в обработанных яблоках в 1,1 раза выше по сравнению с контролем. Общие потери (убыль массы плюс микробиологическая порча) при хранении яблок уменьшились в 1,2 раза [78, 79].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из важнейших задач агропромышленного комплекса – обеспечение населения Российской Федерации качественной и в необходимых объемах отечественной плодовой продукцией. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 утверждена новая Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, в которой уровень самообеспечения (соотношение объемов производства и внутреннего потребления отечественной сельскохозяйственной продукции) фруктами и ягодами составляет не менее 60%.

Удовлетворение потребностей населения страны в свежих плодах и ягодах значительно отстает от показателей развитых стран и составляет около 50%. Дефицит яблок (основной вид фруктов в России) в соответствии с рациональными нормами потребления составляет порядка 5 700 тыс. т. По данным Федеральной таможенной службы, в страну в 2018 г. импортировано 1721,1 тыс. т плодов и ягод, в том числе 855,3 тыс. т яблок. Общая стоимость этой продукции превышает 500 млн евро. Поэтому целью на ближайшую перспективу в развитии отечественного садоводства является закрытие дефицита в производстве свежих плодов и ягод, в том числе яблок, а важнейшими условиями успешного развития отрасли садоводства – оснащенность современными холодильниками и применение прогрессивных технологий хранения. По оценке Минсельхоза России, суммарная мощность имеющихся 182 плодохранилищ составляет 444 тыс. т. Из них значительная часть имеет высокую степень износа, в них не используются современные технологии хранения, менее 40% оснащены холодильными емкостями. Для сравнения, в странах ЕС этот показатель составляет 85%. По расчетам специалистов компании «Интерагро», в России доля современных хранилищ, предназначенных для длительного хранения (от пяти до девяти месяцев), составляет не более 25% от имеющихся. Требуемая мощность плодохранилищ (с учетом инвестиционных планов), по предварительным расчетам регионов, – 928,4 тыс. т (дефицит – 485 тыс. т).

Таким образом, на основе анализа и обобщения информационных источников следует отметить, что в нашей стране хранение плодовой

продукции находится на недостаточно высоком уровне, чтобы обеспечивать население ежегодно в течение длительного времени свежими фруктами: не хватает мощностей для хранения продукции (фруктохранилища, холодильники) с использованием современных методов и инновационных технологий, недостаточна государственная поддержка.

Для обеспечения планируемого роста объема производства яблок, согласно прогнозу, по данным Плодоовощного союза, к 2025 г. мощность плодохранилищ должна достигнуть 1,8 млн т. Среди предлагаемого для этого комплекса мероприятий – увеличение доли возмещения прямых капитальных затрат до 50%, предоставление грантов на строительство плодохранилищ – не менее 60% проектной стоимости объекта с привязкой закладки многолетних насаждений к возведению собственных плодохранилищ или их аренде. Это позволит увеличить продолжительность сезона для местных производителей и повысить среднюю цену реализации плодовой продукции, а следовательно, рентабельность отрасли садоводства.

На основе анализа информационных источников следует отметить, что при хранении качество плодов существенно теряется, потери могут составлять от 30 до 100%.

Основные проблемы, возникающие при хранении плодов: загар, побурение сердцевины, подкожная пятнистость и др. Плоды часто поражаются микробиологическими заболеваниями, доля которых при использовании современных технологий может быть уменьшена до 3-5%. По статистическим данным, при объеме производства плодов 100 тыс. т 1% общих потерь может составить 50 млн руб. Для снижения потерь необходимо совершенствовать систему управления сохранения плодов на всех этапах их жизненного цикла.

При этом важно соблюдать режим хранения. Для каждого вида фруктов необходим определенный режим, который зависит от состава и свойств плодовых культур. Правильный режим хранения позволяет не только сохранить качество продукции, но и снизить потери. При этом используются такие основные факторы, как температура, кислород, углекислый газ, относительная влажность воздуха, летучие соединения в атмосфере хранения. Для каждого вида и сорта плодовых культур выявляют оптимальные условия хранения.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, предусматривающая создание и внедрение высокоэффективных конкурентоспособных технологий, в том числе для хранения плодовой продукции.

Применение современных технологий и оборудования должно обеспечить функциональное хранение плодовой продукции на всех этапах с соблюдением требований режима хранения, тем самым определяя в значительной степени эффективность конечного продукта, т.е. всей отрасли садоводства.

Сохранить плодовую продукцию в первоначальной свежести позволит правильный выбор подходящей технологии хранения, в том числе холодильников, в которых предусматриваются камеры хранения с автоматическим регулированием температуры от -2 до $+7^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью воздуха 70-95%, камеры дозревания фруктов и овощей с автоматическим регулированием температуры от 8 до 20°C и относительной влажностью воздуха 80-90%, помещение обработки фруктов и овощей (переборка, фасовка и упаковка) с автоматическим регулированием температуры от 12 до 15°C без регулирования относительной влажности воздуха, камеры отепления с температурой от -2 до $+20^{\circ}\text{C}$, фумигационные камеры (на распределительных холодильниках).

Анализ информационных источников показывает, что хотя способы и методы хранения плодовой продукции достаточно консервативны, новые исследования российских ученых позволили усовершенствовать существующие технологии. Это позволило увеличить продолжительность хранения свежих фруктов, разработать новые способы охлаждения и хранения продуктов, что значительно улучшает их качество.

На основе результатов исследований по изучению физиолого-биохимических процессов, происходящих в плодах в послеуборочный период, разработаны различные технологии их хранения. В мировой практике известны следующие базовые технологии хранения плодов:

▶ обычная регулируемая модифицированная атмосфера (используется практически во всех передовых хозяйствах за рубежом и в нашей стране);

▶ классическая регулируемая атмосфера (РА);

▶ атмосфера с ультранизким содержанием кислорода (УСК);

▶ динамичная регулируемая атмосфера (ДРА) (активно адаптируется и внедряется в нашей стране);

▶ регулируемая атмосфера с высоким содержанием CO_2 (используется в основном для ягодных и косточковых культур);

▶ регулируемая атмосфера с низким содержанием кислорода и ультранизким содержанием CO_2 (позволяет сохранить высокое качество плодов).

Наиболее подходящая технология хранения плодовой продукции выбирается в зависимости от финансовых ресурсов, объема хранимой продукции, вида и состояния закладываемых на хранение плодов, необходимости проводить дополнительную сушку плодов перед хранением, использования определенных видов техники и многих других факторов.

Послеуборочная обработка плодов ингибитором синтеза этилена – препаратом 1-метилциклопропен (1-МЦП, на его основе разработан препарат Фитомаг) позволяет уменьшить потери от загара, сохранить качество при хранении даже в условиях обычной атмосферы (ОА).

Для получения большего эффекта (увеличение продолжительности сроков) при хранении плодов можно использовать сочетание технологий.

Исследования, проведенные учеными ФНЦ им. И.В. Мичурина, показали, что технология ОА+1-МЦП эффективна для хранения плодов в течение пяти месяцев; технологии УСК+1-МЦП, ДРА, ДРА+1-МЦП – для длительного (шесть-девять месяцев) хранения. Существенных преимуществ по сохранению качества плодов при применении технологий ДРА и ДРА+1-МЦП по сравнению с УСК+1-МЦП учеными не обнаружено. Для хранения плодов яблони сорта Гренни Смит использовать технологию УСК без 1-МЦП ученые не рекомендуют, сроки хранения плодов по технологии ОА необходимо ограничить двумя месяцами (из-за высоких рисков поражения их загаром). Единственная технология, способная обеспечить

защиту от загара плодов яблони сорта Гренни Смит, необработанных 1-МЦП, – динамичная атмосфера (ДРА). Это важно при организации органического производства плодовой продукции.

Опыты, проведенные учеными, свидетельствуют, что хранить плоды, обработанные Фитомагом, можно в течение очень длительного времени. Так, в хозяйстве «Сад–Гигант» (Краснодарский край) хранят яблоки с достаточно высоким качеством до двух лет и более. На основе результатов исследований учеными разработаны высокоточные технологии управления качеством плодов в период хранения и доведения до потребителя, обеспечивающие продление сроков хранения при максимальном сохранении исходного качества продукции для 26 сортов яблони Южного, Северо-Кавказского федеральных округов и 17 сортов яблони Центрального федерального округа. Выявлены оптимальные температурные режимы, уровни содержания O_2 и CO_2 , условия обработки препаратом Фитомаг, обеспечивающие устойчивость либо минимизацию потерь, вызванных «стрессовыми» факторами хранения. Эффективная продолжительность хранения плодов, обеспечивающая максимальное сохранение качества при хранении и доведении до потребителя (имеются исключения) при использовании технологий: ОА (контроль) – один-четыре месяца, ОА+Фитомаг – четыре-семь, РА – четыре-семь месяцев для 35% изученных учеными сортов и не рекомендуется для 65% сортов (ввиду высоких рисков поражения плодов загаром), РА+Фитомаг – шесть-девять месяцев.

Тенденцией в развитии методов хранения плодовой продукции является разработка высокоточных технологий с регулируемой атмосферой и автоматизированным управлением всего процесса хранения.

Таким образом, результаты исследований отечественных ученых позволяют внедрять инновационные технологии хранения плодовой продукции. Современная система хранения плодов, сочетающая условия ОА, УСК, ДРА с использованием ингибитора биосинтеза этилена и без него, способна в максимальной степени реализовать потенциал лёжкоспособности плодов, обеспечивать население страны высококачественной плодовой продукцией до девяти месяцев в году.

На основе анализа информационных источников о состоянии и достигнутом уровне хранения плодовой продукции для решения стоящих перед отраслью садоводства проблем целесообразно:

- ▶ увеличить государственную поддержку;
- ▶ крупным садоводческим хозяйствам для хранения плодовой продукции строить фруктохранилища по типовым проектам с необходимым современным автоматизированным оборудованием и применением высокоточных технологий хранения (в динамичной регулируемой атмосфере и в сочетании с другими технологическими приемами);
- ▶ небольшим садоводческим хозяйствам использовать имеющиеся плодохранилища с дооборудованием и применением технологии хранения в обычной атмосфере (с охлаждением) и послеуборочной обработки плодов препаратом Фитомаг.

Для хранения свежих ягод (малина, земляника, голубика и др.), бананов, авокадо, дынь, граната, вишни, черешни, сливы, абрикоса, персика, граната, ананаса и других фруктов рекомендуется также использование Xtend-технологии (специальная полимерная упаковка).

К перспективным путям развития методов хранения плодовой продукции следует отнести [79]:

- ▶ продолжение проведения научных исследований по выявлению и изучению различных факторов, влияющих на качество плодовой продукции при хранении, с целью расширения сортимента плодов и усовершенствования технологий хранения в регулируемой и динамичной атмосфере;
- ▶ расширение области использования биологической защиты плодов при хранении (относительно видов и сортов, а также регионов применения);
- ▶ разработку интеллектуальных систем [80] для использования при хранении плодовой продукции;
- ▶ популяризацию инновационных технологий [81], позволяющих сохранить качество плодов и снизить потери при хранении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/73438425/> (дата обращения: 06.02.2020).

2. **Шувалова М.** Утверждена новая Доктрина продовольственной безопасности РФ // Система ГАРАНТ [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/73438425/#ixzz6DuYLfsfG> (дата обращения: 06.02.2020).

3. Итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2018 год [Электронный ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/202371739/?page=1&*e81IMpagYB4JuLYROP5MNA9rohml7InVybcI6ImhOdHA6Ly9tY3gucnUvdXBsb2FkL2libG9jay8xMGMvMTBjNjY5NTA4MmFmZDBhYzBIYTRiNmU0MWZhM2Y2ZDkucGRmIiwidGI0bGU0iOix-MGM2NjklMDgyYWZkMGFjMGVhNGI2ZTQxZmEzZjZkOS5w...2RkNDIma2V5bm89MCSJ9&lang=ru (дата обращения: 05.02.2020).

4. **Куликов И.М., Минаков И.А.** Проблемы и перспективы развития садоводства в России // Садоводство и виноградарство. – 2018. – № 6. – С. 40-46.

5. Проблемы и перспективы развития садоводства в Российской Федерации / Парламентские слушания. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 28 марта 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/parliamentary/103534/> (дата обращения: 05.02.2020).

6. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. – Утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71755402/> (дата обращения: 05.02.2020).

7. **Неменушая Л.А., Степанищева Н.М., Соломатин Д.М.** Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции: науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2009. – 172 с.

8. «Плоды и овощи: хранение, логистика, сбыт 2019» – ежегодный международный форум [Электронный ресурс]. URL: https://agrostory.com/calendar-news/plody-i-ovoshchi-khranenie-logistika-sbyt-2019-ezhegodnyy-mezhdunarodnyy-forum/?arrFilter_DATE_ACTIVE_FROM_1=24.01.2020&arrFilter_DATE_ACTIVE_FROM_2=25.01.2020&set_filter=%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80&set_filter=Y (дата обращения: 19.03.2020).

9. **Васильев А.В.** Особенности заготовки, переработки и хранения продукции плодового, виноградарства, овощеводства. Российский и зарубежный опыт [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/77/383/19287.php> (дата обращения: 14.02.2020).

10. Инновационные технологии хранения плодоовощной продукции [Электронный ресурс]. URL: <https://nart.ru/2020/01/10/innovatsionnye-tehnologii-hraneniya-plodov-i-ovoshhej/> (дата обращения: 19.03.2020).

11. Интерагро: Мы можем сохранить только 45% картофеля, овощей и фруктов [Электронный ресурс]. URL: <https://fruitnews.ru/company-news/50648-interagro-my-mozhem-sokhranit-tolko-45-kartofelya-ovoshchej-i-frukto.html> (дата обращения: 19.03.2020).

12. В России сложился острый дефицит овоще- и картофелехранилищ [Электронный ресурс]. URL: <https://prodrinok.ru/v-rossii-slozhilsya-ostriy-defitsit-ovoshhe-i-kartofelehranilishh> (дата обращения: 19.03.2020).

13. Перспективы развития рынка яблок в России и мире [Электронный ресурс]. URL: <https://nart.ru/2019/11/20/perspektivy-razvitiya-gynka-yablok-v-rossii-i-mire/> (дата обращения: 19.03.2020).

14. Общая характеристика способов хранения плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.activestudy.info/obshhaya-karakteristika-sposobov-xraneniya-plodov-i-ovoshhej/> (дата обращения: 06.02.2020).

15. **Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В.** Анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.

16. **Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В., Войтюк В.А.** Меры и инструменты поддержки развития питомниководства и садоводства // Техника и оборуд. для села. – 2019. – № 9. – С. 41-47.

17. **Причко Т.Г.** Характеристика стресс-факторов и их влияние на товарное качество плодов [Электронный ресурс]. URL: <http://asprus.ru/blog/met/sadovodstvo/> (дата обращения: 06.02.2020).

18. Типичные ошибки при хранении овощей и фруктов // FruitNews.Ru, 21 мая 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Ffruitnews.ru%2Fweathers%2F51205-nedelya-25-dajdzhest-urozhaya-ovoshchej-i-frukto-v-rossii.html> (дата обращения: 17.02.2020).

19. Факторы, сохраняющие качество продукции [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kazedu.kz/referat/110508/1> (дата обращения: 12.03.2020).

20. Особенности хранения плодов в современных фруктохранилищах с применением новых технологий [Электронный ресурс]. URL: <http://asprus.ru/blog/osobennosti-xraneniya-plodov-s-sovremennyh-fruktohranilishhax-s-primeneniem-novyx-tehnologij/> (дата обращения: 06.02.2020).

21. **Антонов С.А.** Биологические и технические аспекты хранения фруктов // Агрофорум [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-aspekty-hraneniya-frukto/viewer> (дата обращения: 17.02.2020).

22. **Гудковский В.А., Кожина Л.В., Балакирев А.Е., Назаров Ю.Б., Урнев В.Л.** Влияние условий хранения на поражаемость загаром и качество плодов яблони средней зоны России [Электронный ресурс]. URL: <http://asprus.ru/blog/met/sadovodstvo/> (дата обращения: 06.02.2020).

23. Технологический режим холодильного хранения. Холодильное хранение плодов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost-agro.ru/articles/17/> (дата обращения: 19.03.2020).

24. Климатические условия хранения овощей и фруктов [Электронный ресурс]. URL: <http://skladovoyu.ru/klimaticheskie-usloviya-xraneniya-ovoshhej-i-frukto.html> (дата обращения: 06.02.2020).

25. Режимы хранения фруктов и ягод [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost-agro.ru/articles/15/> (дата обращения: 19.03.2020).

26. Совместимость продуктов при хранении [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost-agro.ru/articles/6/> (дата обращения: 19.03.2020).

27. **Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б.** Влияние раздельного и совместного хранения плодов различных сортов яблони на их восприимчивость к загару // Науч.-практ. основы ускорения импортозамещения продукции садоводства: матер. науч.-практ. конф. 7-9 сентября 2017 г. в г. Мичуринске Тамбовской области. – Мичуринск-наукоград РФ. – 2017. – С. 155-168.

28. **Олефир Е.А.** Влияние сроков съёма плодов яблони на длительность хранения [Электронный ресурс]. URL: <http://asprus.ru/blog/vliyanie-srokov-syoma-plodov-yablони-na-dlitelnost-xraneniya/> (дата обращения: 06.02.2020).

29. **Родиков С.А.** Методическое обоснование определения оптимального срока съёма яблок в саду // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2018. – № 1. – С. 24-27.

30. Холодильники для фруктов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost-agro.ru/articles/8/> (дата обращения: 19.03.2020).

31. **Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б.** Современные знания – основа управления качеством плодов яблони в период хранения и доведения до потребителя // Науч.-практ. основы ускорения импортозамещения садоводства: матер. науч.-практ. конф. 8-10 сентября 2016 г. в г. Мичуринске Тамбовской области. – Мичуринск-наукоград РФ. – 2017. – С. 117-137.

32. Современные методы хранения товаров, их влияние на качество товаров [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kazedu.kz/referat/110508/4> (дата обращения: 11.03.2020).

33. Характеристика методов хранения товаров [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kazedu.kz/referat/110508/2> (дата обращения: 19.03.2020).

34. **Гудковский В.А., Кожина Л.В., Балакирев А.Е., Назаров Ю.Б.** Основные итоги исследований по разработке и освоению инновационных технологий хранения плодов [Электронный ресурс]. URL: <http://asprus.ru/blog/osnovnyie-itogi-issledovaniy-po-razrabotke-i-osvoeniyu-innovacionnyx-tehnologij-xraneniya-plodov/> (дата обращения: 17.02.2020).

35. **Сиваков И.Ф., Чудилин Г.И.** Повышение эффективности плодородческих предприятий в условиях внедрения инноваций // Экономические науки. – 2010. – № 12 (73). – С. 259-263.

36. **Коробкина З.В.** Прогрессивные методы хранения плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nehdilit.ru/books/detail273693.html> (дата обращения: 12.03.2020).

37. Инновационные технологии хранения плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: <https://nart.ru/2018/10/10/innovatsionnye-tehnologii-hraneniya-plodov-i-ovoshhej/> (дата обращения: 06.02.2020).

38. Длительное хранение яблок на складе [Электронный ресурс]. URL: <https://skladovoy.ru/xranenie-yablok-na-sklade.html> (дата обращения: 24.03.2020).

39. **Гудковский В.А., Кожина Л.В., Балакирев А.Е., Назаров Ю.Б.** Новая технология защиты плодов яблони от подкожной пятнистости и других физиологических заболеваний при хранении // Садоводство и виноградарство. – 2019. – № 4. – С. 37-44.

40. **Хайрутдинов З.Н.** Совершенствование технологии хранения плодов ягодных культур путём интенсификации процесса предварительного охлаждения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 05.18.01. – Мичуринск, 2013 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-tehnologii-khraneniya-plodov-yagodnykh-kultur-putem-intensifikatsii-prot> (дата обращения: 14.02.2020).

41. Рекомендации по применению препарата Фитомаг, содержащего ингибитор этилена 1-метилциклопропен, при хранении плодов яблони в Беларуси (2011 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://kzbydocs.com/docs/3572/index-28653.html> (дата обращения: 19.03.2020).

42. **Тихонко А.М., Слуцкий А.С., Пархоменко И.О., Митник Ю.В., Зиновьева Е.А.** Способ обработки урожая плодов, ягод и фруктов перед закладкой их на хранение или перед транспортировкой и сухая смешевая композиция, содержащая препарат 1-метилциклопропена для этой обработки: патент № 0002662155, 24.07.2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://edrid.ru/rid/218.016.74bd.html> (дата обращения: 19.03.2020).

43. **Гудковский В.А., Швец В.Ф., Козловский Р.А.** Композиция для обработки растений и плодов, способы повышения урожая плодовоощной и растениеводческой продукции и увеличение срока его хранения [Электронный ресурс]. URL: <https://findpatent.ru/patent/242/2424660.html/> (дата обращения: 27.02.2020).

44. **Антонов С.А.** Прогрессивные технологии хранения плодов // Агрофорум. – 2019. – № 3. – С. 31-32.

45. **Исаев Р.Д.** Хранение плодов груши [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hranenie-plodov-grushi/viewer> (дата обращения: 17.02.2020).

46. **Майер И.** Современные тенденции в технологии длительного хранения фруктов [Электронный ресурс]. URL: <http://asprus.ru/blog/page/2?s=%D0%A0%D0%93%D0%A1> (дата обращения: 06.02.2020).

47. Что такое регулируемая атмосфера [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost-agro.ru/articles/20/> (дата обращения: 19.03.2020).

48. Методология хранения и транспортирования продовольственных товаров [Электронный ресурс]. URL: <https://rectorate.ru/2019/12/metodologiya-xraneniya-i-transportirovaniya-prodovolstvennykh-tovarov/> (дата обращения: 06.02.2020).

49. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/16_17151_progressivnie_metodi_hraneniya-plodov-i-ovoshchey.html (дата обращения: 12.03.2020).

50. **Мещерская А.** Мичуринские ученые разработали инновационные технологии хранения фруктов и овощей [Электронный ресурс]. URL: <https://tambov.bezformata.com/listnews/innovatcionnie-tehnologii-hraneniya/79453313/> (дата обращения: 17.02.2020).

51. Регулируемая и модифицированная атмосфера [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost-agro.ru/articles/5/> (дата обращения: 19.03.2020).

52. **Гудковский В.А.** Хранение фруктов в регулируемой атмосфере [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Ffrutinews.ru%2Fstorage-technology%2F49307-khranenie-fruktov-v-reguliruemoj-atmosfere.html> (дата обращения: 24.03.2020).

53. Регулируемая атмосфера [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost.ru/tehnologii-hraneniya/reguliruemaaya-atmosfera/> (дата обращения: 24.03.2020).

54. Регулируемая атмосфера для хранения овощей и фруктов [Электронный ресурс]. URL: http://www.infrost.com.ua/articles/vegetable_storage/controlled_atmosphere.html (дата обращения: 24.03.2020).

55. Хранение овощей и фруктов в РГС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infrost-agro.ru/articles/24/> (дата обращения: 19.03.2020).

56. **Польшина В.Г.** Современная технология хранения плодоовощной продукции // Электронный науч.-практ. журн. «Современные научные исследования и инновации» [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2018/01/85522> (дата обращения: 06.02.2020).

57. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/16_17151_progressivnie_metodi_hraneniya-plodov-i-ovoshchey.html (дата обращения: 06.02.2020).

58. Прогрессивная технология хранения фруктов и овощей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.xiron.ru/content/view/30442/28/> (дата обращения: 12.03.2020).

59. Прогрессивные технологии хранения плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: https://nart.ru/2019/03/20/_trashed/ (дата обращения: 12.03.2020).

60. **Криворот А.** Хранение плодов и ягод [Электронный ресурс]. URL: <https://hozyain.by/sad/hranenie-plodov-i-yagod/> (дата обращения: 12.03.2020).

61. ГОСТ Р 50528-93 Яблоки свежие. Хранение в контролируемой атмосфере [Электронный ресурс]. URL: <http://internet-law.ru/gosts/gost/9999/> (дата обращения: 06.02.2020).

62. Фруктохранилище для яблок с РГС [Электронный ресурс]. URL: <https://stroy-angary.ru/rgs-dlya-hraneniya-yablok> (дата обращения: 06.02.2020).

63. Хранение фруктов – о чем необходимо знать владельцам склада? [Электронный ресурс]. URL: <https://skladovoy.ru/xranenie-plodoovoshhnoj-produkcii-na-sklade.html> (дата обращения: 06.02.2020).

64. Как организовать хранение плодоовощной продукции на складе? [Электронный ресурс]. URL: <https://skladovoy.ru/xranenie-plodoovoshhnoj-produkcii-na-sklade.html> (дата обращения: 12.03.2020).

65. **Слинько О.В., Кондратьева О.В., Федоров А.Д.** Производство плодово-ягодной продукции и инновации в переработке и хранении // Роль сорта в современном садоводстве: матер. Междунар. науч.-метод. дистанционной конф., посвящ. 70-летию со дня рождения акад. РАН, д-ра с.-х. наук, проф. Н.И. Савельева, 1-29 марта 2019 г. в г. Мичуринске Тамбовской области. – Мичуринск-научоград РФ. – 2019. – С. 273-279.

66. Динамическая газовая среда – динамически контролируемая атмосфера для длительного хранения фруктов и овощей [Электронный ресурс]. URL: https://ulo.technology/dinamichieskaia_ghazovaia_srieda_dca (дата обращения: 24.03.2020).

67. Как довезти яблоко в Азию без потери качества и снизить затраты на хранение [Электронный ресурс]. URL: <https://east-fruit.com/article/kak-dovezti-yabloko-v-aziyu-bez-poteri-kachestva-i-snizit-zatraty-na-khranenie> (дата обращения: 27.02.2020).

68. Специфика современных технологий хранения и предпродажной подготовки яблок [Электронный ресурс]. URL: https://east-fruit.com/storage/conference_materials/pdf/el/5c87d0514396b.pdf (дата обращения: 24.03.2020).

69. **Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б., Балакирев А.Е., Гучева Р.Б.** Высокоточные технологии хранения плодов яблони – основа обеспечения их качества (достижения, задачи на перспективу) // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 2. – С. 61-67.

70. Ключевые факторы проектирования эффективного фруктохранилища [Электронный ресурс]. URL: http://refportal.com/upload/files/fruit_1.pdf (дата обращения: 24.03.2020).

71. **Ярмилак В.** Современные способы хранения плодов, овощей, ягод и винограда [Электронный ресурс]. URL: <http://asprus.ru/blog/sovremennye-sposoby-xraneniya-plodov-ovoshhej-yagod-i-vinograda/> (дата обращения: 19.03.2020).

72. Технология производства замороженных плодово-ягодных смесей функционального назначения // Технологии XXI века в агропромышленном комплексе России. – 3-е изд., доп. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – С. 504.

73. Технология комбинированной сушки фруктов и овощей // Технологии XXI века в агропромышленном комплексе России. – 3-е изд., доп. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – С. 503.

74. Технология обработки овощей, фруктов, грибов и продуктов их переработки релятивистскими электронами // Технологии XXI века в агропромышленном комплексе России. – 3-е изд., доп. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – С. 502.

75. Особенности хранения и сбыта плодоовощной продукции [Электронный ресурс]. URL: <https://nart.ru/2019/01/25/osobennosti-hraneniya-i-sbyta-plodov-i-ovoshhej/> (дата обращения: 12.03.2020).

76. **Першакова Т.В., Кабалина Д.В.** Современные технологии хранения фруктов // Науч. журн. КубГАУ. – 2017. – № 131 (07) [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/87.pdf> (дата обращения: 17.02.2020).

77. **Лисовой В.В., Кабалина Д.В.** Российский и зарубежный опыт применения биопрепаратов при хранении фруктов // Науч. журн. КубГАУ. – 2017. – № 134 (10) [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/10/pdf/17.pdf> (дата обращения: 17.02.2020).

78. Поверхностная обработка препаратом «Байкал ЭМ-1» при хранении плодов и овощей [Электронный ресурс]. URL: <https://argo-tema.ru/article-8949.html> (дата обращения: 19.03.2020).

79. **Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В., Войтюк В.А.** Сохранение качества плодов при хранении – важный фактор обеспечения импортнезависимости // Науч.-информ. обеспечение инновационного развития АПК: матер. XII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020.

80. **Завражнов А.И., Ланцев В.Ю., Измайлов А.Ю., Федоренко В.Ф., Лобачевский Я.П., Смирнов И.Г.** Интеллектуальные системы в промышленном садоводстве. – Мичуринск: ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 2017. – 122 с.

81. **Мишуров Н.П.** Анализ процесса популяризации научно-технологических достижений и передового опыта в АПК [Текст] / Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В., Войтюк В.А., Селиванов С.В. / Науч. аналит. обзор. – М., – 2019. – 200 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. СОСТОЯНИЕ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ САДОВОДСТВА.....	5
2. ФАКТОРЫ, СОХРАНЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ХРАНЕНИИ	9
3. МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	20
3.1. Хранение в обычной атмосфере	22
3.2. Технология хранения с обработкой плодов ингибитором образования этилена	24
3.3. Современные методы хранения плодов	28
3.3.1. Хранение в регулируемой атмосфере (РА)	32
3.3.1.1. Технология хранения в регулируемой атмосфере с ультранизким содержанием кислорода.....	42
3.3.1.2. Хранение в динамической регулируемой атмосфере	43
3.4. Сравнительный анализ технологий по хранению плодов в регулируемой атмосфере	48
3.5. Хранение замороженной плодовой продукции	55
3.6. Хранение сушеной плодовой продукции	57
3.7. Технология хранения Xtend.....	60
3.8. Биологическая защита плодов при хранении	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
ЛИТЕРАТУРА	72

**Мишуров Николай Петрович,
Кондратьева Ольга Вячеславовна,
Федоров Анатолий Дмитриевич,
Слинько Олеся Викторовна,
Войтюк Вячеслав Александрович,
Цымбал Александр Андреевич**

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ
ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Аналитический обзор

Редактор *В.И. Сидорова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *А.Г. Шалгинских*
Корректор *В.А. Белова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 19.06.2020 Формат 60x84/16
Печать офсетная Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman»
Печ. л. 5 Тираж экз. 500 Изд. заказ 49 Тип. заказ 140

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1568-8



9 785736 715688

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

**Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138)
и редакцию с любого месяца и на любой период,
перечислив деньги на наш расчетный счет.
Стоимость подписки на 2020 г. с учетом доставки
по Российской Федерации – 4752 руб. с учетом НДС (10%);
396 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.**

Банковские реквизиты: УФК по Московской области
(Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех»,
л/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России
по ЦФО БИК 044525000 ОКТ МО 46758000

**Журнал уже получают тысячи сельхозтоваро-
производителей России и стран СНГ**

В Информационном бюллетене Минсельхоза России
Вы можете разместить свои аналитические
и рекламные материалы, соответствующие целям
и профилю журнала. Размещение рекламы
можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех»
перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,
(495) 993-55-83,
(495) 993-44-04.

e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru



