

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

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

Н. В. Винникова

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений,
обеспечивающих получение высшего образования I ступени
по специальностям 1-74 02 03 Защита растений и карантин,
1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение*

Горки
БГСХА
2022

УДК 631.243(075.8)

ББК 41/42я73

В48

*Рекомендовано методической комиссией
агроэкологического факультета 23.11.2021 (протокол № 3)
и Научно-методическим советом БГСХА 24.11.2021 (протокол № 3)*

Автор:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. В. Винникова*

Рецензенты:

кандидат биологических наук, доцент *С. И. Будай;*

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *П. И. Панасюга*

Винникова, Н. В.

В48

Технология хранения, переработки и стандартизации
продукции растениеводства : учебно-методическое пособие /
Н. В. Винникова. – Горки : БГСХА, 2022. – 171 с.

ISBN 978-985-882-293-4.

Раскрыты теоретические и практические вопросы по основным темам
дисциплины «Технология хранения, переработки и стандартизации продук-
ции растениеводства».

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего обра-
зования I ступени по специальностям 1-74 02 03 Защита растений и каран-
тин, 1-74 02 05 Агрехимия и почвоведение.

УДК 631.243(075.8)

ББК 41/42я73

ISBN 978-985-882-293-4

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2022

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшими задачами, стоящими перед сельским хозяйством Республики Беларусь в настоящее время, являются: повышение эффективности производства, улучшение качества растениеводческой продукции, устранение ее потерь на всех стадиях производства, послуборочной доработки (обработки), хранения и переработки. На современном предприятии агропромышленного комплекса страны должны применяться прогрессивные технологии не только при производстве зерна, картофеля и плодоовощной продукции, но и при проведении операций по обработке, доработке, подготовке отдельных видов продукции к хранению, а также при организации их хранения. Несмотря на интенсивное развитие науки и техники, значительное количество произведенной сельскохозяйственной продукции портится в процессе хранения. Устранение этих потерь является важным источником пополнения продовольственного фонда страны.

Наряду с увеличением объемов производства продукции весьма актуален вопрос повышения ее качества. Поэтому каждый специалист сельского хозяйства должен хорошо ориентироваться в вопросах качества продукции растениеводства, знать природу порчи, причины потерь зерновой и плодоовощной продукции, организацию оптимального хранения разных видов продукции, а также рациональные способы обработки и переработки растениеводческого сырья.

Переработка растениеводческого сырья является важнейшей составляющей между сельхозпроизводителями и потребителями готовой продукции. Ее необходимо организовать с минимальными затратами труда, средств производства и экономией всех видов энергоносителей. Произведенная продукция должна пользоваться устойчивым спросом у отечественных покупателей и экспортироваться за рубеж, что обеспечит поступательное и эффективное развитие перерабатывающих предприятий. При этом важно обращать самое пристальное внимание на качество и постоянно расширять ассортимент производимой продукции. Это даст возможность приобрести новых покупателей и привлечет инвестиции в данную отрасль.

Цель дисциплины «Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства» – помочь будущим специалистам агропромышленного комплекса рационально использовать продукцию растениеводства, правильно организовать ее хранение и переработку, выбирая при этом наиболее экономически целесообразные режимы и способы. Она является прикладной дисциплиной, так как служит научной и теоретической базой для жизненно важной отрасли хранения и переработки продукции растениеводства, завершающей технологический цикл производства зерна, овощей и плодов.

Важнейшей задачей дисциплины является повышение качества растениеводческой продукции при хранении и переработке. Повышение качества продукции – обязательное условие развития экономики. Из сырья высокого качества можно получить при переработке больше полноценных продуктов питания в широком ассортименте, чем из низкокачественного сырья. Продукция высокого качества реализуется по более высоким ценам, а ее производители получают дополнительные прибыли и материальные стимулы для дальнейшего повышения качества.

Вторая, не менее важная задача дисциплины – это борьба с потерями сельскохозяйственных продуктов. Сокращение потерь продукции при хранении позволяет увеличить объемы ее переработки и использования без расширения производства. Потери продуктов при хранении – следствие их физических и физиологических свойств. Только знание природы продуктов, происходящих в них процессов, применение разработанных режимов и способов хранения позволяет свести потери до минимума. Качество закладываемой на хранение продукции во многом определяет ее сохранность и величину потерь. Длительному хранению подлежит только здоровая продукция высокого качества, соответствующая требованиям стандартов. При хранении большой и поврежденной продукции происходит ее порча.

Третьей задачей дисциплины является повышение экономической эффективности отрасли хранения и переработки растениеводческой продукции. Это связано с сокращением затрат и средств на единицу массы хранящейся продукции при наилучшем сохранении ее количества и качества, с увеличением размеров прибыли и уровня рентабельности. Издержки при хранении и переработке продукции снижаются по мере создания более совершенной технической базы, внедрения новых технологических приемов, повышения квалификации специалистов.

1. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

1.1. Теоретические основы стандартизации

1.1.1. Понятие стандартизации и технического нормирования

Техническое нормирование – это деятельность по установлению обязательных для соблюдения технических требований, связанных с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и оказания услуг.

Стандартизация – это деятельность по установлению технических требований в целях их всеобщего и многократного применения в отношении постоянно повторяющихся задач, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в области разработки, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и оказания услуг.

Из вышеуказанных определений, приведенных в соответствии с Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации», можно сделать вывод, что стандартизация является более широким понятием, чем техническое нормирование, поскольку включает в себя аспекты технического нормирования как обязательные требования к продукции на всех этапах ее жизненного цикла. Однако техническое нормирование – более актуальное и глобальное направление деятельности, поскольку призвано решать социальную цель – защита жизни, здоровья людей и охрана окружающей среды от неблагоприятного воздействия продукции, что выдвигает его на передний план. Поэтому специалисты не выделяют, на каком месте по первенству стоят техническое нормирование и стандартизация, а рассматривают техническое нормирование в контексте со стандартизацией.

Поэтому принято говорить о едином термине «техническое нормирование и стандартизация». Это позволяет провести гармонизацию национального законодательства и принципами международной практики.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» цели технического нормирования и стандартизации заключаются в обеспечении:

– защиты жизни, здоровья, наследственности человека, его имущества и охраны окружающей среды;

- повышения конкурентоспособности продукции и услуг;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- национальной безопасности;
- устранения технических барьеров в торговле и др.

Достижение поставленных целей обеспечивается решением следующих *задач*:

- установление оптимальных требований к качеству продукции в интересах потребителя;
- развитие унификации продукции;
- нормативное обеспечение межгосударственных и государственных социально-экономических и научно-технических программ и инфраструктурных комплексов.

Техническое нормирование и стандартизация в Республике Беларусь осуществляется на основе следующих *основных принципов*:

- обязательность применения технических регламентов (технический нормативный правовой акт, устанавливающий обязательные для соблюдения технические требования, связанные с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, производства и реализации, утилизации продукции или оказания услуг);
- доступность все нормативных правовых актов в области стандартизации и сертификации для всех пользователей;
- приоритетность использования международных и межгосударственных (региональных) стандартов;
- использование современных достижений науки и техники;
- добровольное применение государственных стандартов и др.

Под *объектами стандартизации* в общем понимают продукцию, процесс или услугу, которые в равной степени относятся к любому материалу, компоненту, оборудованию, их совместимости, правилу, процедуре, функции, методу или деятельности.

Объекты технического нормирования и стандартизации – продукция, процессы ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, производства и реализации, утилизации продукции или оказания услуг.

1.1.2. Методы стандартизации

Метод стандартизации – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации. В стандартиза-

ции широко применяются математические методы, методы прикладных, технических и экономических наук, методы социологии и др. К основным методам стандартизации в сельском хозяйстве относятся унификация, симплификация, типизация и агрегатирование.

Унификация – наиболее распространенный и эффективный метод стандартизации, заключающийся в приведении объектов к единообразию на основе установления рационального числа их разновидностей. Метод имеет следующие достоинства: снижение стоимости производства новых изделий и трудоемкости их изготовления; повышение серийности, уровня автоматизации.

Работы по унификации могут проводиться на четырех уровнях: заводском, отраслевом, межотраслевом и международном.

Симплификация – разновидность унификации, представляющая собой сокращение типов изделий в рамках определенной номенклатуры до такого количества, которое является достаточным для удовлетворения существующей на данное время потребности. Процесс симплификации основывается на статистике, выявляющей наиболее часто применяемые типоразмеры и конструкции изделий. Следует помнить, что всякое упрощение имеет определенные границы, которые обусловлены экономическими, эстетическими факторами и фактором безопасности.

Типизация – метод, направленный на разработку типовых конструктивных и технологических решений и заключающийся в установлении для данной совокупности типовых объектов, принимаемых за основу (базу) при создании других объектов, близких по функциональному назначению. Этот метод иногда называют методом «базовых конструкций», так как в процессе типизации выбирается наиболее характерный для данной совокупности объект с оптимальными свойствами, а при разработке конкретного объекта (изделия или технологического процесса) выбранный (типовой) объект может претерпевать лишь частичные изменения или доработки. Модифицированная марка изделия в качестве заключительного кодового разряда содержит букву *М*.

Агрегатирование – метод конструирования, который заключается в создании изделий путем их компоновки из ограниченного числа стандартных унифицированных деталей, узлов и агрегатов. Агрегатирование широко применяется в машиностроении и радиоэлектронике, базируясь на основных положениях теории машин и механизмов. Оно проводится с целью создания разнообразной номенклатуры изделий,

которые наряду с высокой производительностью, обладают свойством быстрой перекомпоновки при изменяющихся условиях производства или эксплуатации.

Комплексная и опережающая стандартизация являются эффективными формами разработки стандартов. *Комплексная стандартизация* обеспечивается разработкой программ стандартизации, охватывающих изделия, сборочные единицы, детали, полуфабрикаты, материалы, сырье, технические средства, методы подготовки и организации производства. Комплексная стандартизация, таким образом, представляет собой систематизацию и увязку всех факторов, от которых зависит достижение оптимального уровня качества продукции.

Комплексная стандартизация позволяет установить наиболее рациональные в техническом отношении параметрические ряды и сортамент промышленной продукции, устранять ее излишнее многообразие, неоправданную разнотипность, создавать техническую базу для организации массового и поточного производства на специализированных предприятиях с применением более совершенной технологии, ускорять внедрение новейшей техники и обеспечивать эффективное решение многих вопросов, связанных с повышением качества изделий, их надежности, долговечности, ремонтнопригодности, безопасности в условиях эксплуатации (потребления).

Опережающая стандартизация заключается в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время. Опережающая стандартизация играет роль двигателя прогресса в своей сфере деятельности.

Эффективность использования методов стандартизации носит технико-экономический характер и приводит к ускорению новых разработок, сокращению неоправданного числа объектов одного и того же или подобного назначения, повышению серийности, а также создает условия для внедрения автоматизации и механизации на производстве, что в конечном итоге ведет к повышению качества.

1.1.3. Системы стандартизации

В зависимости от уровня проведения работ в области стандартизации различают международную, региональную и национальную (государственную) системы стандартизации.

Основной целью *международной системы* стандартизации является содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности. Эта система включает около 50 международных организаций, занимающихся вопросами стандартизации, а всего в современном мире более 400 организаций прямо или косвенно принимают участие в этой работе. Международные стандарты носят рекомендательный характер, однако изучение и внедрение их в национальную практику оказывается не только экономически целесообразным, но и необходимым условием ускорения научно-технического прогресса в этих странах.

В настоящее время наиболее крупной и авторитетной международной организацией по стандартизации является ИСО (ISO): I – international; S – standart; O – organization. Эта организация была создана 14 октября 1946 года на заседании Комитета ООН по координации стандартов ООН. С этой поры 14 октября отмечается во всем мире как Международный день стандартизации.

В частности, эта организация занимается разработкой международных стандартов, используемых странами-партнерами при решении вопросов национальной стандартизации.

Стандарты ИСО не являются обязательными. Каждая страна сама вправе решать вопрос об их статусе, т. е. может применять их целиком, отдельными разделами или вообще не применять. При международном товарообороте статус этих стандартов устанавливают на основе взаимной договоренности сотрудничающих между собой стран. Но поскольку уровень и авторитет этих стран очень высок в условиях острой конкуренции на мировом рынке, изготовители продукции, стремящиеся поддержать ее высокую конкурентоспособность, вынуждены применять международные стандарты. Республика Беларусь с 1 января 1993 года является полноправным комитет-членом ИСО.

Старейшей международной организацией по стандартизации является МЭК (международная электротехническая комиссия), которая была создана в Лондоне в 1906 году. В 1947 году МЭК присоединилась к ИСО на автономных правах, сохранив независимость в финансовых и организационных вопросах: МЭК занимается стандартизацией в области электротехники, электроники, радиосвязи, приборостроения. С июля 1994 года Республика Беларусь является полноправным членом этой организации.

К мировым международным организациям по стандартизации можно отнести и Европейскую организацию по качеству (ЕОК), хотя по названию она является региональной организацией. Создана она была в 1957 году. Основной целью этой организации является повышение качества и надежности продукции и услуг. ЕОК является своеобразным международным форумом обмена опытом по вопросам обеспечения высокого уровня качества выпускаемой продукции, обмена результатами исследований на конференциях и семинарах. Кроме европейских государств в работе этой организации принимают участие также государства Азии, Америки и Африки.

Кроме названных к международным организациям, имеющим отношение к стандартизации, относятся: международная организация мер и весов (МОМВ); международная организация законодательной метрологии (МОЗМ), международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), международная организация по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), международная организация по аккредитации испытательных лабораторий (ИЛАК) и ряд других.

Работы по *региональной стандартизации* осуществляются группой государств определенного региона. Крупнейшими региональными объединениями развитых европейских стран являются Европейское экономическое сообщество (ЕЭС) и Европейская ассоциация свободной торговли (ЕАСТ). ЕЭС было создано в 1957 году. Основной целью создания этого сообщества было осуществление экономической интеграции стран Западной Европы. В частности, ЕЭС успешно решена задача формирования единого внутреннего рынка. Создание такого рынка позволило устранить разного рода национальные барьеры, что привело к экономии средств и ежегодному приросту валового национального продукта. К таким барьерам относятся тарифные правила, таможенные пошлины и, главным образом, множественность технических норм и требований к качеству продукции. В рамках ЕЭС была разработана и успешно осуществлена программа по устранению так называемых технических барьеров, связанных с различием стандартов на изделия, противоречивыми правилами по их эксплуатации и т. д.

Решение о создании ЕАСТ было принято в Стокгольме в 1959 году. В нее входят Австрия, Исландия, Норвегия, Финляндия, Швейцария, Швеция. Главным направлением ее деятельности является поддержание режима беспошлинной торговли промышленными товарами. Очень важным в деятельности ЕАСТ стало заключение соглашений о взаимном признании технических испытаний и контроля. Другим важ-

ным направлением деятельности ЕАСТ стала ликвидация различий в национальных технических нормах на промышленные изделия.

Страны ЕЭС и ЕАСТ совместно осуществляют разработку и внедрение единых технических нормативов. Эта работа проводится в рамках Европейского комитета по стандартизации (СЕН), который был создан в 1961 году в Париже руководителями организаций по стандартизации стран – членов ЕЭС и ЕАСТ. Стандарты Европейского комитета по стандартизации (ЕН) являются обязательными для стран-участников, поскольку они, как правило, вводятся в национальные системы стандартов этих стран и таким образом способствуют экономической интеграции государств ЕЭС и ЕАСТ.

К региональным организациям по стандартизации следует отнести и Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, созданный в 1992 году для проведения согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации между государствами бывшего СССР. В состав Совета вошли представители Национальных организаций по стандартизации Азербайджана, Армении, Беларуси, Кыргызстана, Молдовы, Казахстана, Таджикистана, Узбекистана, Украины, Туркмении, России. Этот Совет утверждает план межгосударственной стандартизации, в котором дается задание на разработку межгосударственного стандарта (ГОСТ) тому или иному государству-участнику. Разработанные межгосударственные стандарты рассматриваются Советом и принимаются к исполнению в тех государствах, представители которых голосовали за принятие данного стандарта.

Также к региональным организациям по стандартизации относятся: европейская организация по испытаниям и сертификации (ЕОИС), межскандинавская организация по стандартизации (ИНСТА), арабская организация по стандартизации и метрологии (АСМО), африканская региональная организация по стандартизации (АРСО) и др.

Национальная (Государственная) система стандартизации предусматривает проведение всего комплекса работ по стандартизации в пределах конкретного государства. В связи с прекращением существования СССР в июне 1993 года была утверждена Государственная система стандартизации Республики Беларусь (ГСС РБ). Эта система включала в себя пять стандартов, определяющих основные положения системы, порядок разработки и применения стандартов и других нормативных документов, требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов.

Основополагающий стандарт системы СТБ 1.0-93 устанавливал определение основных понятий в области стандартизации, цели, задачи и принципы стандартизации, структуру органов и служб стандартизации Республики Беларусь, порядок осуществления государственного надзора за соблюдением требований стандартов, объекты стандартизации и виды стандартов, порядок планирования и финансирования работ по стандартизации.

В 1996 году ГСС РБ была переиздана с незначительными изменениями. В частности, эта система была дополнена шестым стандартом СТБ 1.6-96 – порядок разработки, согласования и утверждения технических условий на опытную партию продукции в области строительства.

1.1.4. Категории технических нормативных правовых актов

В Республике Беларусь предусмотрены следующие технические нормативные правовые акты (ТНПА), устанавливающие правила, общие принципы или характеристики различных видов деятельности или их результатов:

- технические регламенты;
- технические кодексы;
- стандарты (государственные, международные и межгосударственные, стандарты организаций);
- технические условия.

Технический регламент – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе технического нормирования, устанавливающий непосредственно и (или) путем ссылки на технические кодексы установившейся практики и (или) на государственные стандарты обязательные для соблюдения технические требования, связанные с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг.

Технические регламенты принимаются в целях защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей продукции и услуг относительно их назначения, качества или безопасности. Переход на технические регламенты имеет еще одну важную цель – концентрацию в едином документе требований по безопасности, которые в настоящее время установлены в различных документах, в том числе принятых различными органами государ-

ственного управления. Требования, содержащиеся в технических регламентах, должны формироваться исходя из научно обоснованных критериев безопасности.

Разработка технических регламентов осуществляется республиканскими органами государственного управления в пределах предоставленных им полномочий.

В соответствии с международной практикой технические регламенты:

- содержат обязательные для соблюдения требования безопасности;
- определяют эксплуатационные характеристики изделия, оставляя право конструктивных решений за изготовителем;
- устанавливают формы и схемы подтверждения соответствия;
- предоставляют изготовителю возможность выбора схемы доказательства соответствия продукции установленным требованиям;
- используют стандарты в качестве доказательной базы;
- регламентируют правила маркировки продукции;
- определяют правила размещения продукции на рынке.

Требования, содержащиеся в технических регламентах, могут быть изменены только путем внесения изменений и (или) дополнений в соответствующий технический регламент.

Технические регламенты могут также включать требования к терминологии, символам, упаковке, маркировке либо целиком быть посвящены этим вопросам.

Технический регламент применяется ко всей продукции одинаковым образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения. Требования утвержденного (принятого) технического регламента являются обязательными для соблюдения всеми субъектами технического нормирования и стандартизации.

Технический регламент не может быть введен в действие, если отсутствуют методики контроля, измерений и испытаний технических требований, установленных в техническом регламенте.

Устанавливаемые в технических регламентах требования должны основываться на научно обоснованных критериях. При этом государство берет на себя ответственность за установление приемлемых для общества требований безопасности и правил подтверждения соответствия продукции этим требованиям, определяемых на основе учета риска причинения вреда от ее применения.

Техническому регламенту в процессе государственной регистрации присваивают обозначение, состоящее из индекса ТР, года утвержде-

ния, порядкового регистрационного номера (состоящего из трех цифр), присваиваемого Госстандартом, обозначения принадлежности к стране ВУ, разделенных косой чертой : ТР/2004/001/ВУ.

Технический кодекс установившейся практики (технический кодекс или ТКП) – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации, содержащий основанные на результатах установившейся практики технические требования к процессам разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказанию услуг.

Технические кодексы разрабатываются с целью реализации требований технических регламентов, повышения качества процессов разработки (проектирования), производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг.

Требования технических кодексов к процессам разработки (проектирования), производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказанию услуг основываются на результатах установившейся практики. Обязательность применения технических кодексов определяют республиканские органы государственного управления в соответствии с их полномочиями, установленными законодательством.

Техническому кодексу в процессе государственной регистрации присваивают обозначение, состоящее из индекса ТКП, порядкового регистрационного номера от Госстандарта, года утверждения и в скобках кода республиканского органа государственного управления, утвердившего технический кодекс: ТКП 43-2004 (09170), ТКП 11.05.01-2004 (02300). Технические требования, содержащиеся в технических кодексах, не должны противоречить требованиям технических регламентов.

Стандарт – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации на основе согласия большинства заинтересованных субъектов технического нормирования и стандартизации и содержащий технические требования к продукции, процессам ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или к оказанию услуг.

Международный стандарт – стандарт, утвержденный (принятый) международной организацией по стандартизации.

Межгосударственный (региональный) стандарт – стандарт, утвержденный (принятый) межгосударственной (региональной) организацией по стандартизации.

Государственный стандарт Республики Беларусь (государственный стандарт) – стандарт, утвержденный (принятый) Комитетом по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, а в области архитектуры и строительства – Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь.

В зависимости от уровня стандартизации все стандарты подразделяются по следующим категориям:

- на государственном уровне – государственные стандарты (СТБ);
- на уровне предприятий – технические условия (ТУ), стандарты организаций (СТП).

Примеры: СТБ 1248-2000, СТБ 4.227-2003, СТБ 6.01.2-2001.

Утвержденный государственный стандарт вводится в действие после его государственной регистрации. Срок введения в действие государственного стандарта – не ранее 60 календарных дней со дня официального опубликования информации о его государственной регистрации.

Право официального издания государственных стандартов принадлежит Комитету по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, а в области архитектуры, градостроительства и строительства – Министерству архитектуры и строительства Республики Беларусь.

Государственные стандарты не должны противоречить требованиям технических регламентов.

Стандарты организаций разрабатывают и утверждают юридические лица или индивидуальные предприниматели самостоятельно и распоряжаются ими по собственному усмотрению.

Стандарты организаций не должны противоречить требованиям технических регламентов. Стандарты организаций не разрабатываются на продукцию, реализуемую иным юридическим или физическим лицам, или на оказываемые им услуги.

Государственные стандарты являются добровольными для применения. Государственные стандарты могут применяться на стадиях разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции, а также при оказании услуг. Государственные стандарты могут использоваться в качестве основы для разработки технических регламентов, технических кодексов. Государственные стандарты полностью либо частично (или в виде ссылки на них) могут приводиться в тексте технических регламентов, технических кодексов.

Если в техническом регламенте дана ссылка на государственный стандарт, то требования этого государственного стандарта становятся обязательными для соблюдения.

Если производитель или поставщик продукции (услуги) в добровольном порядке применили государственный стандарт и заявили о соответствии ему своей продукции (услуги) (использовав обозначение государственного стандарта или знак соответствия государственным стандартам в маркировке продукции, транспортной или потребительской таре, эксплуатационной или иной документации), а также если продукция (услуга) производителя или поставщика сертифицирована на соответствие требованиям государственного стандарта, соблюдение требований государственного стандарта для них становится обязательным.

Международные и межгосударственные (региональные) стандарты применяются в Республике Беларусь, если их требования не противоречат законодательству Республики Беларусь. Международные и межгосударственные (региональные) стандарты вводятся в действие в качестве государственных стандартов в порядке, предусмотренном для государственных стандартов.

Пересмотр государственного стандарта, по существу, является разработкой нового взамен действующего. Такая необходимость пересмотра возникает в случае, если вносимые изменения связаны со значительной корректировкой основных показателей качества продукции и затрагивают ее совместимость и взаимозаменяемость. Отмена стандарта может осуществляться как с заменой его новым, так и без замены.

Технические условия – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации, утвержденный юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем и содержащий технические требования к конкретным типу, марке, модели, виду реализуемой продукции или оказываемой услуге, включая правила приемки и методы контроля.

Технические условия разрабатываются:

- на конкретный тип, марку, модель (модификацию), вид продукции;
- группу однородной продукции, обладающую общими признаками, единством конструкции при различных параметрах и (или) размерах, при некоторых конструктивных различиях отдельных составных

частей, при различном расположении и разном количестве одинаковых составных частей в изделии (групповые технические условия);

- конкретный вид услуг;
- группу однородных услуг, обладающих общим целевым и (или) функциональным назначением и общими технологиями и методами предоставления.

Технические условия допускается не разрабатывать:

- на единичную продукцию, выпускаемую по техническому заданию либо документу, его заменяющему (контракт, протокол, эскиз и т. п.), содержащему необходимые и достаточные требования для выпуска продукции и признанному заказчиком и изготовителем;

- составные части изделия, поставляемые заказчику изделия и изготавливаемые по его конструкторской документации;

- запасные части изделия, изготавливаемые по конструкторской документации изготовителя изделия и на его предприятии;

- вещества, материалы и полуфабрикаты, выпускаемые в установленном объеме по прямому заказу (контракт, договор и т. п.) одного предприятия и подлежащие на нем дальнейшей обработке;

- продукцию, предназначенную только для экспорта, если наличие технических условий не предусмотрено контрактом (договором).

Требования, устанавливаемые в технических условиях, не должны противоречить требованиям технических регламентов и законодательных актов Республики Беларусь, распространяющихся на данную продукцию.

Технические условия разрабатываются и утверждаются юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями на продукцию (услугу), предназначенную для реализации.

Обозначение техническим условиям присваивает разработчик. Обозначение состоит:

- из индекса вида технического нормативного правового акта – ТУ;
- международного буквенного кода Республики Беларусь – ВУ;
- кода держателя подлинника технических условий по Единому государственному регистру юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (ЕГР) (девять знаков);

- разделительного знака – точка;

- порядкового регистрационного номера технических условий у держателя подлинника (три знака);

- разделительного знака – тире;

- четырех цифр года утверждения.

ТУ ВУ 100195503.015-2003.

Согласованные и утвержденные технические условия на продукцию и извещения подлежат государственной регистрации.

Информацию о зарегистрированных технических условиях (извещениях) или технических условиях, государственная регистрация которых аннулирована, публикуют в официальных периодических печатных изданиях Госстандарта.

Технические условия применяют на территории Республики Беларусь предприятия, независимо от форм собственности и подчиненности, и граждане, занимающиеся предпринимательской деятельностью без образования юридического лица, в соответствии с договорами и (или) лицензиями на право производства и реализации продукции или оказания услуг. Технические условия применяют при производстве и поставке продукции, оказании услуг, если отсутствуют стандарты на данную продукцию.

1.1.5. Информационное обеспечение в области стандартизации

Организацией информационного обеспечения занимается Госстандарт. Для этой цели издается и распространяется информационная литература по стандартизации. Так, издается и распространяется следующая официальная информация: каталоги ТНПА, информационные указатели стандартов и технических условий Республики Беларусь, научно-практический журнал «Новости: стандартизация и сертификация», непосредственно ТНПА по стандартизации (СТБ, ТУ).

В 1996 году был создан национальный фонд ТНПА, который должен решать следующие задачи: всемерно содействовать всем субъектам хозяйствования в активном применении ТНПА по стандартизации; оперативно информировать субъектов хозяйствования о наличии, разработке, пересмотре и отмене ТНПА; предоставлять полную, достоверную и своевременную информацию о ТНПА; содействовать использованию современных достижений науки и техники в сфере технического нормирования и стандартизации.

Национальный фонд является государственным информационным ресурсом, представляющим собой совокупность нормативных документов в области технического нормирования и стандартизации на бумажных носителях и в электронно-цифровой форме с их справочно-поисковым аппаратом (базами данных, указателями, каталогами, карточками).

В состав Национального фонда входят ТНПА РБ, международные, региональные стандарты (Европейского союза и межгосударственные), национальные стандарты зарубежных стран, справочные и методические указания в области технического нормирования и стандартизации. В национальном фонде в настоящее время сосредоточено более 189 тыс. нормативных документов, в том числе 35 тыс. в электронном виде. Ведение национального фонда осуществляется Белорусским Государственным институтом стандартизации и сертификации (БелГИСС). Оперативную информацию о документах Национального фонда можно получить также в территориальных центрах стандартизации, метрологии и сертификации Госстандарта. Справочная информация Национального фонда доступна в сети Интернет. На сайте (www.tnpra.by) обеспечивается доступ к библиографической информации о ТНПА. БелГИСС является издателем ТНПА в области технического нормирования и стандартизации и имеет право распространения этой информации. Право изготовления копий ТНПА имеют БелГИМ и территориальные центры стандартизации, метрологии и сертификации Госстандарта.

1.1.6. Государственный надзор за внедрением и соблюдением требований ТНПА

Государственный надзор осуществляется с целью предупреждения и устранения нарушений требований ТНПА. Госстандарт в лице государственных инспекторов осуществляет госнадзор во всех областях деятельности, где применяются принимаемые им ТНПА. Госнадзор могут осуществлять и другие государственные организации: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, комитет по инспекции труда при Министерстве труда Республики Беларусь, Главное управление ветеринарии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главная государственная инспекция по надзору за техническим состоянием машин и оборудования Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и др.

В процессе государственного надзора проверкам подвергается продукция (на всех стадиях ее жизненного цикла), а также услуги населению, виды работ, которые подлежат обязательной сертификации, тех-

ническая документация на продукцию, деятельность испытательных центров, испытательных лабораторий и органов по сертификации. Субъекты хозяйственной деятельности обязаны не препятствовать, а оказывать содействие государственным инспекторам. Основная форма государственного надзора – выборочная проверка, в процессе которой осуществляется технический осмотр, идентификация, испытания и другие процедуры, обеспечивающие достоверность и объективность результатов.

Представители госнадзора наделены исключительными полномочиями. В частности, государственные инспекторы имеют право:

свободного доступа в служебные и производственные помещения юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, деятельность которых подлежит проверке;

получения от них документов и сведений, необходимых для проведения госнадзора;

использования технических средств и привлечения специалистов субъекта хозяйственной деятельности для осуществления государственного надзора;

проведения в установленном порядке отбора проб и образцов продукции для определения ее соответствия требованиям ТНПА.

Госнадзор на предприятиях АПК Республики Беларусь осуществляется следующим образом. Государственный инспектор по проверке качества продукции в присутствии представителя предприятия отбирает пробы, которые подвергает контролю по показателям безопасности. Оценку качества по физико-химическим показателям проводят работники лаборатории предприятия в присутствии государственного инспектора. При необходимости анализы проводит сам государственный инспектор либо передает в установленном порядке их проведение другой компетентной организации, имеющей надлежащую техническую базу. По результатам проверки составляется акт, который подписывает руководитель предприятия и инспектор. При установлении факта нарушений обязательных требований ТНПА госинспектор выдает субъекту хозяйственной деятельности соответствующие предписания. За нарушение предписаний государственных инспекторов о запрете выпуска или реализации продукции, выполнение работ и оказание услуг к субъектам хозяйственной деятельности применяются экономические санкции в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

1.2. Контроль качества продукции растениеводства

1.2.1. Определения в области качества продукции

Качество – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с целевым назначением. Именно разнообразные свойства продуктов определяют их полезность для использования на какие-либо цели, например, продовольственные или кормовые. Комплекс этих полезных свойств и составляет качество продукции.

Уровень качества продуктов можно определить конкретно, используя для этого определенные показатели. Это могут быть качественные признаки, определяемые органолептическими методами (сенсорно), а именно: цвет, форма, запах, вкус. Очень широко для оценки качества используются количественные параметры, составляющие основу показателей качества.

Показатель качества – это количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции. Если показатель качества характеризует какое-то одно простое свойство продукции, то он называется *единичным*, а если несколько простых свойств или одно сложное, то это *комплексный* показатель качества.

Любой единичный показатель качества имеет наименование, по которому определяется оцениваемое свойство продукции, и конкретное числовое значение, по которому и получают представление об уровне качества, сравнив его с нормами стандарта. Например, влажность зерна, выраженная в %, дает представление о содержании в нем гигроскопической воды и соответственно о его технологических свойствах и устойчивости при хранении. Выделяют фактические значения показателей качества, которые определяются по стандартной методике из отобранных средних проб продукции, и регламентируемые (нормы стандартов). Уровень качества устанавливается сравнением действительного и стандартного значений показателей.

Комплексными показателями качества являются товарный сорт или товарный класс продукции. Это ее градация по нескольким единичным показателям качества. Чтобы отнести продукцию к тому или иному товарному сорту или классу, необходимо определить все единичные показатели качества, нормируемые стандартом. Чем выше сорт (класс) продукции, тем выше ее цена при реализации. Если хотя бы по одному показателю продукция не отвечает требованиям данного сорта (клас-

са), она переводится в более низкий товарный сорт (класс) или же признается нестандартной.

При оценке качества растениеводческой продукции можно выделить три степени качества:

1 – продукция *полноценная*, или *стандартная*, по всем показателям отвечающая требованиям стандартов (качество дифференцировано по товарным сортам и классам), пригодная к употреблению на определенные цели без каких-либо ограничений и реализуемая по установленным ценам;

2 – продукция *неполноценная*, или *нестандартная* (по одному или нескольким показателям, не отвечающим требованиям стандартов), но пригодная к употреблению на пищевые и другие цели, реализуемая со скидками с цены, установленной на стандартную продукцию;

3 – продукция не пригодная к использованию на пищевые цели, так как может быть токсичной для людей, но пригодная к употреблению на технические или кормовые цели – это так называемый технический брак, а также продукция, полностью утратившая свою доброкачественность (сгнившая, заплесневевшая и т. д.), абсолютные отходы, подлежащие списанию и уничтожению.

1.2.2. Методы оценки показателей качества

Методы оценки показателей качества продукции принято подразделять на две группы: органолептические и измерительные.

Органолептический, или сенсорный (от лат. *sansus* – чувство, ощущение), метод основан на определении показателей качества при помощи органов чувств. Например, органолептически определяют цвет и запах зерна, показатели вкуса плодовоовощной продукции.

Этот метод не требует применения лабораторного оборудования и широко применяется при оценке качества продукции растениеводства. Для облегчения проведения оценки по этому методу и получения более достоверных результатов применяют эталоны и стандартные образцы продукции (стандартные образцы льносоломы, стандартные эталоны цвета волокна и т. д.).

При оценке качества продукции сенсорным методом результаты зависят от особенностей восприятий контролирующего лица. Для сглаживания расхождений создаются комиссии из специалистов – экспертов.

Разновидностью органолептического является *экспертный* метод, основанный на определении показателей качества продукции группой специалистов – экспертов. Его применяют в том случае, когда невоз-

можно или затруднительно использовать более объективные инструментальные методы.

В состав экспертных комиссий должно входить не менее семи высококвалифицированных специалистов. Решение считается принятым, если за него подано не менее 2/3 голосов экспертов.

Измерительные методы оценки основаны на измерении и анализе показателей качества с помощью приборов. Измерительные методы подразделяются на физические, химические, физико-химические, биологические, физиологические и технологические.

Физические методы основаны на физических свойствах продукции. С помощью этих методов определяют объем, выполненность, стекловидность, натуру зерна, сыпучесть, самосортирование, скважность продукции, влажность зерна – с помощью влагомеров.

Химические методы позволяют определить химический состав продукции, а именно содержание в ней основных химических соединений. Это методы аналитической химии (определение кислотности методом титрования), органической химии (определение содержания витамина С), биологической химии (определение активности ферментов в продукции).

К физико-химическим относятся следующие методы: хроматографический (определение содержания ароматических и красящих веществ, аминокислотного состава белков, содержания отдельных органических кислот); потенциметрический (определение концентрации ионов водорода с помощью потенциометра); калориметрический (определение концентрации вещества в растворе по поглощению света, так определяют содержание витаминов в продукции, величину РН).

Биологические методы используют для определения видового состава микрофлоры в продукции, зараженной болезнями, насекомыми и клещами, наличия в продуктах токсических веществ, для определения лабораторной и полевой всхожести семян.

Физиологический метод позволяет определить коэффициент усвояемости питательных веществ, энергетическую и биологическую ценность продуктов, их пищевую безвредность.

Технологические методы используют для определения технологических достоинств сырья. Так, опытным помолом пробы зерна на лабораторных мельницах определяют его мукомольные свойства: размолоспособность, выход готовой продукции, продолжительность размола, удельный расход энергии на помол. Пробная выпечка хлеба даст представление о хлебопекарных свойствах муки.

1.2.3. Контроль качества продукции

Контроль качества предусматривает контроль как количественных, так и качественных ее характеристик. Контроль качества продукции производится с целью установления пригодности продукции к использованию по определенному целевому назначению, а также с целью проверки соответствия качества сырья, материалов установленным требованиям. Кроме того, представляется возможным установить, соблюдаются ли на предприятии технологические инструкции при производстве продукции.

Контроль осуществляется как при производстве продукции, так и при ее эксплуатации. В зависимости от этапа процесса производства различают *входной, операционный, приемочный и инспекционный* виды контроля.

Входной контроль предусматривает контроль потребителем или заказчиком сырья, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, поступающих к нему от других производителей. Применительно к сельскохозяйственному производству это контроль качества поставляемых промышленными предприятиями сельскохозяйственных машин, оборудования, запасных частей, семян, посадочного материала, т. е. проверка их качества на соответствие обязательным требованиям действующих ТНПА. Например, специалисты агрономической службы сельскохозяйственных предприятий проводят входной контроль качества закупаемых элитных семян сельскохозяйственных культур.

Операционный контроль – это контроль качества продукции или самого технологического процесса, выполняемый при проведении технологической операции или после ее завершения. Этот вид контроля довольно часто применяется в сельскохозяйственном производстве. Например, к нему можно отнести контроль режимов сушки зерна и семян, контроль параметров режима хранения плодоовощной продукции и т. д.

По результатам *приемочного контроля* принимают решение о пригодности продукции к поставкам или реализации. Такой контроль проводится как в местах производства продукции, так и в заготовительных, перерабатывающих и торговых предприятиях. Например, в лабораториях заготовительных организаций проводится контроль качества принимаемых ими зерна, плодоовощной продукции. В лабораториях ТХК перерабатывающих предприятий также проводится проверка качества предназначенного к переработке растительного сырья (пивоваренного ячменя, картофеля, свеклы, льнотресты).

Инспекционный контроль осуществляется государственными инспекторами с целью проверки правильности ранее выполненного контроля. Например, государственный хлебный инспектор проверяет соблюдение хлебозаготовительными организациями требований действующих ТНПА при приемке зерна и оценке его качества. Государственные семенные инспекции проводят проверку качества семенного материала сельскохозяйственных культур.

В зависимости от полноты охвата контролируемой продукции контроль может быть *сплошным и выборочным*.

Сплошной контроль предусматривает проверку качества каждой единицы продукции. При *выборочном* контроле решение о качестве контролируемой продукции принимается по результатам проверки средних проб продукции. Такой вид контроля применяется при оценке качества продукции растениеводства. Например, по результатам оценки средней пробы товарного зерна или плодоовощной продукции делают заключение о качестве той или иной партии этой продукции.

1.2.4. Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства

Качеством продукции можно управлять, чтобы способствовать его повышению. На него влияют различные факторы. В период выращивания зерна, овощей и плодов решающими факторами являются приемы агротехники, технологии возделывания, а также уровень плодородия почвы и погодные условия. После уборки урожая очень важно правильно организовать послеуборочную обработку продукции, проведение которой позволяет улучшить качество. При этом необходимо создать условия для послеуборочного дозревания зерна и плодов. В период хранения необходимо выдерживать оптимальные режимы для каждого вида продукции и неукоснительно соблюдать все правила хранения. Полноценные продукты питания (хлебобулочные и макаронные изделия, крупы, растительные масла, плодоовощные консервы) можно получить только при соблюдении технологии переработки. Поэтому режимы и способы хранения продукции растениеводства, технологии ее переработки являются предметом изучения данного курса.

Сельское хозяйство производит не только основные пищевые продукты, но и сырье для перерабатывающих производств. При переработке доброкачественного сырья увеличивается выход продуктов хо-

рошего качества, расширяется их ассортимент. Однако из-за неумелого обращения с продуктами во время уборки и в послеуборочный период снижается их качество, что ограничивает использование сырья по назначению.

В целом на качество продукции растениеводства влияют следующие факторы:

1) *посевной материал* (вид, сорт, подготовка семян к посеву, класс семян по ГОСТ);

2) *условия выращивания* (географическое положение, почва, севооборот, удобрения, орошение, поражение болезнями и вредителями, метеоусловия);

3) *условия уборки урожая* (сроки и способы уборки, состояние и режимы эксплуатации технических средств, погода);

4) *транспортирование урожая* (виды и состояние транспорта, тары, расстояния перевозки, погодные условия);

5) *первичная обработка* (своевременность, виды и способы обработки, режимы работы машин, погодные условия);

6) *хранение урожая* (подготовка к хранению, способы хранения и типы хранилищ, режимы хранения, организация контроля);

7) *переработка на предприятиях* (рецептура, применяемая аппаратура, технологическая схема процесса);

8) *на всех этапах* – квалификация специалистов и степень усвоения ими технологий, техники и экономики производства.

1.2.5. Система управления безопасностью пищевых продуктов

Современный потребитель стал предъявлять более высокие требования к безопасности продуктов питания. Он хочет не только хорошо и качественно питаться, но и быть уверенным в полной безопасности потребляемой пищи. Эти обстоятельства побудили все развитые страны мира искать новые формы управления безопасностью пищевой продукции. Самой эффективной оказалась система НАССР (в английской транскрипции НАССР «Hazard Analysis and Critical Control Points», что в переводе означает «Анализ рисков и критические точки контроля»), используется в основном предприятиями – производителями пищевой продукции. В 2005 году международная организация по сертификации ISO утвердила стандарт ISO 22000:2005 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке», который объединил требова-

ния стандарта ISO 9001 и принципы HACCP. Стандарт основывается на соблюдении законодательных и нормативных требований к производству, тщательном анализе производственных процессов с целью выявления возможных опасностей в пищевой продукции и установления мер управления для предотвращения, устранения или снижения этих опасностей до приемлемого уровня.

Эта система обеспечивает контроль на всех этапах пищевой цепи, любой точке процесса производства, хранения и реализации продукции, где могут возникнуть опасные ситуации.

При этом особое внимание обращено на критические точки контроля, в которых все виды риска, связанные с употреблением пищевых продуктов, могут быть предотвращены, устранены и снижены до приемлемого уровня в результате целенаправленных мер контроля.

Для внедрения системы HACCP производители обязаны не только исследовать свой собственный продукт и методы производства, а и применять эту систему и ее требования к поставщикам сырья, вспомогательным материалам, а также системе оптовой и розничной торговли.

В Республике Беларусь введен в действие СТБ 1470-2004 «Системы качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе анализа рисков и критических контрольных точек», который идентичен ISO 22000-2005 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке».

Система HACCP не является системой отсутствия рисков. Она предназначена для уменьшения рисков, вызванных возможными проблемами с безопасностью пищевой продукции. Система HACCP является эффективным орудием управления, которое используется для защиты предприятия (торговой марки) при продвижении на рынке пищевых продуктов и защите производственных процессов от биологических (микробиологических), химических, физических и других рисков загрязнения. Система HACCP первоначально разрабатывалась для работы с рисками для безопасности пищевой продукции посредством систематического исследования каждого этапа производственного процесса, начиная от сырья и заканчивая конечным потребителем.

Можно назвать следующие внешние преимущества, которые получает организация от внедрения HACCP:

- повышается доверие потребителей к производимой продукции;
- открывается возможность выхода на новые, в том числе международные рынки, расширение уже существующих рынков сбыта;

- дополнительные преимущества при участии в важных тендерах – повышается конкурентоспособность продукции предприятия;
- повышение инвестиционной привлекательности;
- снижение числа рекламаций за счет обеспечения стабильного качества продукции;
- создание репутации производителя качественного и безопасного продукта питания.

1.3. Стандартизация растительного сырья

1.3.1. Классификация показателей качества товарного зерна

Зерно и семена различных культур имеют много полезных свойств, обуславливающих их разностороннее использование. Поэтому для всесторонней оценки качества зерна применяют комплекс показателей. Значимость этих показателей качества неодинакова. Многие очень специфичны, они характеризуют технологические особенности отдельных партий зерна той или иной культуры. Однако существуют универсальные показатели, по которым получают представление о пищевой, кормовой и технологической доброкачественности любой партии зерна, об устойчивости его при хранении. В зависимости от значимости показатели качества зерна разделяют на три группы.

1. *Обязательные для всех партий зерна и семян любой культуры, используемых на любые цели.* Эти показатели определяют на всех этапах работы с зерном, начиная с формирования партий при уборке урожая. К ним относят: признаки *свежести* и зрелости зерна (*внешний вид, запах и вкус*), *зараженность* вредителями хлебных запасов, *влажность* и содержание примесей (*засоренность*). Они включены в государственные стандарты, по ним установлены *ограничительные кондиции* (нормы качества). С учетом названных показателей партии зерна подготавливают к продаже, хранению и переработке.

2. *Обязательные при оценке партий зерна некоторых культур или партий зерна для определенного назначения (целевые).* Примером этих показателей может служить *натура* зерна пшеницы, ячменя, ржи и овса. В зерне, используемом для производства крупы, определяют крупность, содержание ядра и цветковых пленок (*пленчатость*). У ячменя для пивоварения нормируют всхожесть и энергию прорастания. Большую роль имеют специфические показатели качества пшеницы: *стекловидность*, количество и качество сырой клейковины. Эти показатели также нормируются стандартами.

3. *Дополнительные показатели качества.* Их проверяют в зависимости от возникшей необходимости. Иногда определяют полный химический состав зерна, выявляют особенности видового и численного состава микрофлоры. Очень важными показателями являются содержание в зерне микотоксинов, остаточного количества фумигантов после газации, тяжелых металлов, радионуклидов, поскольку от этого зависит безопасность для здоровья человека, экологическая чистота продукта. Установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) содержания в зерне токсичных веществ.

Качество зерна и семян любой культуры нормируется по всем показателям, установленным стандартами. При несоответствии требованиям стандарта хотя бы по одному из показателей партия зерна признается некондиционной или же из лучшего товарного класса переводится в худший класс.

Качество партии зерна устанавливается по товарному анализу средней пробы, отобранной из нее по определенным правилам.

1.3.2. Система кондиций

В государственном нормировании разработана и применяется система норм (кондиций), которые частично или полностью включаются в государственные стандарты. **Кондиции** – твердые узаконенные нормы на основные показатели качества сельскохозяйственной продукции. Применяются следующие виды кондиций: заготовительные, посевные, промышленные, экспортные.

Заготовительные кондиции – твердые нормы на основные показатели качества продукции при ее реализации. Они полностью включены в стандарты и подразделяются на базисные и ограничительные. Базисные предусматривают основную норму качества и положены в основу расчетов при реализации продукции растениеводства, поэтому их еще называют расчетными. Продукция, отвечающая по качеству требованиям базисных кондиций, должна иметь полноценные пищевые, кормовые или технологические достоинства. Превышение требований базисных кондиций (в лучшую сторону) поощряется заготовителями в денежном и натуральном выражении.

Ограничительные кондиции – низшая норма качества продукции по установленным показателям, допускаемая при ее продаже. Если качество продукции ниже базисных кондиций, но в пределах ограничительных, то оплата производится со скидкой с закупочной цены, а по

некоторым показателям производится скидка с физической массы (зачетного веса партии).

Посевные кондиции – нормы качества на посевной материал. Учитывая их важность, они целиком включены в государственные стандарты. Специалисты применяют термин «кондиционные» или «некондиционные» семена. Посев кондиционными семенами позволяет уменьшить норму высева и увеличить урожайность при прочих благоприятных условиях.

Промышленные кондиции – твердые нормы на технологические показатели растительного сырья, используемого в перерабатывающей промышленности. Эти нормы также включены в стандарты и служат основой для расчета норм выхода готовой продукции (крахмала, сахара).

Экспортные кондиции – представляют собой нормы качества продукции, учитывающие требования к ней на мировом рынке. Требования этих кондиций более жесткие по сравнению с требованиями заготовительных норм. При разработке таких норм необходимо учитывать требования международных стандартов.

1.3.3. Структура стандартов на зерно

Построение стандарта на качество товарного зерна и семян одинаково. Каждый стандарт начинается с вводной части, в которой указывается направление использования зерна, что исключает возможные ошибки в его применении. Зерно делится на заготавливаемое (принимается элеваторами в рамках заготовки) и поставляемое (поставляется на переработку). Обычно стандарты на зерно состоят из пяти разделов.

Раздел 1. Товарная классификация. В основе товарной классификации зерна лежит его типовой состав, т. е. деление на типы и подтипы (при наличии таковых). Так, например, пшеница продовольственная подразделяется на типы в зависимости от вида пшеницы (твердая или мягкая), цвета зерна (краснозерная или белозерная) и биологических особенностей (яровая или озимая). Если культура отличается значительным многообразием признаков, то тип делится на подтипы. Например, краснозерные формы мягкой пшеницы могут иметь окраску зерна от темно-красной до желтой, при этом оттенок цвета обычно коррелирует со структурой эндосперма (стекловидный или мучнистый).

Раздел 2. Технические требования. В этом разделе регламентируются требования к качеству зерна по отдельным показателям. Прежде всего приводятся базисные нормы по основным показателям качества. По этим нормам проводят расчеты за заготавливаемое зерно, поэтому их называют еще и расчетными.

Кроме того, устанавливаются ограничительные нормы на качество заготавливаемого зерна, закупаемого государственной заготовительной системой и поставляемого хлебозаготовительными организациями для продовольственных, кормовых и технических целей. С учетом значений ограничительных норм предусмотрено деление зерна на классы. Класс зерна определяют по наихудшему значению одного из показателей качества.

Во втором разделе изложены требования к показателям безопасности, а также дается полное описание состава сорной, зерновой примесей и основного зерна. Данной информацией специалисты пользуются при проведении анализа на засоренность.

Раздел 3. Приемка. Содержатся правила приемки зерна той или иной культуры.

Раздел 4. Методы испытаний. Содержатся ссылки на ТНПА, которыми следует руководствоваться при определении тех или иных показателей качества товарного зерна.

Раздел 5. Транспортирование и хранение. Содержатся общие принципы и правила размещения и хранения зерна. Указывается, что зерно всех культур размещают, транспортируют и хранят в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах и зернохранилищах в соответствии с правилами перевозок, санитарными правилами и условиями хранения, утвержденными в установленном порядке.

В этом разделе также приводится состояние зерна по влажности, засоренности и натуре. Данной информацией пользуются при размещении, хранении и транспортировании зерна.

1.3.4. Стандартизация товарного зерна пшеницы

Нормирование качества товарного зерна заготавливаемой и поставляемой мягкой и твердой пшеницы осуществляется в соответствии с требованиями межгосударственного стандарта ГОСТ 9353-90 «Пшеница. Требования при заготовках и поставках». В 2016 году был введен в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 9353-2016.

Пшеницу по ботаническим и биологическим признакам делят на типы и подтипы. В основу деления на типы положены биологические особенности (яровая или озимая), ботанический вид (мягкая или твердая) и окраска зерна мягкой пшеницы (белозерная, краснозерная) (табл. 1).

Таблица 1. Типы и подтипы пшеницы

Тип пшеницы	Характеристика подтипов		
	Номер	Цвет	Стекловидность, %
I – мягкая яровая краснозерная	1	Темно-красный	Не менее 75
	2	Красный	Не менее 60
	3	Светло-красный	Не менее 40
	4	Желтый	Менее 40
II – твердая яровая	1	Темно-янтарный	Не менее 70
	2	Светло-янтарный	Не ограничивается
III – мягкая яровая белозерная	1	–	Не менее 40
	2	–	Менее 40
IV – мягкая озимая краснозерная	4-го подтипа аналогично I типу		
V – мягкая озимая белозерная	–		Не ограничивается
VI – твердая озимая	–		Не ограничивается

В зависимости от оттенка цвета зерна и его стекловидности каждый тип подразделяется на подтипы, кроме V и VI, которые подтипов не имеют.

Выращенная в Республике Беларусь пшеница обычно относится к I (яровая краснозерная) и IV (озимая краснозерная) типам. Если краснозерная мягкая пшеница (I и IV типы) 1–4-го подтипов обесцвечена, то ее относят к тому подтипу, которому она отвечает по стекловидности. В каждом из типов пшеницы ограничивается содержание пшеницы других типов: в мягкой пшенице – не более 10 %, в твердой – не более 15 %. Пшеница, содержащая примесь зерен пшеницы других типов более установленных норм, определяется как «смесь типов» с указанием состава в процентах.

Типовой состав зерна пшеницы связан с его потребительскими достоинствами. Например, зерно I и IV типов 1-го и 2-го подтипов отличается высокими хлебопекарными свойствами, 3-го – средними, а 4-го подтипа – невысокими. Зерно пшеницы II типа весьма пригодно для использования в макаронной промышленности, может использоваться

в качестве улучшителя при переработке слабой пшеницы, но в чистом виде не применяется для получения хлебопекарной муки. Пшеница III типа 1-го подтипа является очень ценной в хлебопекарном отношении, может применяться и для производства макаронной муки. Пшеница V типа является слабой по качеству. Зерно имеет мучнистый эндосперм и пригодно для производства кондитерской муки.

В действующем стандарте приводятся базисные и ограничительные нормы (кондиции), в соответствии с которыми принимают и проводят расчет за заготавливаемое зерно пшеницы. Эти нормы устанавливаются по следующим показателям: натура, влажность, сорная примесь, зерновая примесь, зараженность зерна вредителями хлебных запасов (табл. 2). Кроме того, в первую очередь в стандарте указывается, что зерно должно быть свежим и не в греющемся состоянии.

Таблица 2. **Базисные и ограничительные нормы на заготавливаемое зерно пшеницы (мягкой и твердой)**

Показатели	Базисная норма	Ограничительная норма
Влажность, %	14,5	19
Содержание сорной примеси, %	1	5
Содержание зерновой примеси, %	2 (озимая мягкая – 3)	15
Натура, г/л	730	–
Зараженность вредителями	Не допускается	Зараженность клещом не выше II степени

Мягкая заготавливаемая и поставляемая пшеница в соответствии с ограничительными нормами по ГОСТ 9353-2016 подразделяется на пять классов качества: 1, 2, 3, 4, 5-й.

По своим хлебопекарным достоинствам, или, как говорят, по силе муки, мягкую продовольственную пшеницу делят на три группы: сильная, средняя и слабая. Признак «силы» пшеницы характеризуется содержанием белка, стекловидностью, содержанием и качеством клейковины, объемным выходом хлеба и формоустойчивостью подового хлеба.

Сильные пшеницы характеризуются очень высокими хлебопекарными достоинствами и могут быть улучшителями слабых пшениц в хлебопекарном деле. Хлеб из сильной пшеницы имеет большой объем с отличными показателями формоустойчивости и пористости. Сильные пшеницы очень дефицитны. В мировом производстве мягких пшениц удельный вес сильных составляет 15–20 %.

Средние по хлебопекарным достоинствам мягкие пшеницы сами по себе без посторонней добавки дают хлеб хорошего качества, но не являются улучшителями слабых пшениц. В мировом производстве мягкой пшеницы на средние приходится 25–30 %. Сильные и средние в хлебопекарном отношении пшеницы называют ценными.

Слабая пшеница характеризуется низкими хлебопекарными достоинствами и в чистом виде непригодна для нужд хлебопечения. Такая пшеница лишь при добавлении к ней сильной дает удовлетворительный по качеству хлеб. В мировом производстве мягких пшениц на слабые приходится 50–55 %.

При размоле зерна твердых пшениц получается крупчатая структура муки (крупка) с низкой водопоглотительной способностью. Клейковина по своим свойствам упругая, крошащаяся, поэтому связного эластичного теста не образуется. Тесто сливается в плотную массу под большим давлением, например, на макаронных прессах. После высушивания трубчатые макароны получаются прочными, гладкими, без трещин, ярко-желтого или янтарного цвета. Для хлебопечения зерно твердой пшеницы в чистом виде малопригодно, так как из-за вышеназванных свойств клейковины хлеб получается небольшого объема, с плотным мякишем и рваной коркой.

1.3.5. Стандартизация товарного зерна ржи

Требования к качеству товарного зерна ржи установлены ГОСТ 16990-88 «Рожь. Требования при заготовках и поставках». Базисные нормы, в соответствии с которыми производят расчет заготавливаемое зерно ржи, приведены в табл. 3. Если зерно будет соответствовать указанным требованиям, оно считается вполне полноценным и может использоваться по целевому назначению без существенной дополнительной обработки.

Таблица 3. Базисные нормы для заготавливаемого зерна ржи

Показатель	Норма
Влажность, %	14,5
Сорная примесь, %	1,0
Зерновая примесь, %	1,0
Натура, г/л	680
Зараженность вредителями	Не допускается

Ограничительные нормы качества для заготавливаемого и поставляемого зерна ржи приведены в табл. 4.

С учетом целевого использования очень жесткие требования предъявляются к показателям безопасности зерна, особенно поставляемой ржи. Так, в составе сорной примеси отдельно нормируется содержание испорченных зерен, куколя, минеральной примеси.

Таблица 4. Ограничительные нормы для заготавливаемой и поставляемой ржи

Показатель	Норма для ржи	
	заготавливаемой	поставляемой
Влажность, %, не более	19,0	14,5
Влажность при искусственной сушке, %, не менее	10,0	10,0
Число падения, с, не менее	В соответствии с нормами 1–3-го классов	
Сорная примесь, %, не более	5,0	2,0
В том числе:		
испорченные зерна	1,0	1,0
куколь	–	0,5
минеральная примесь	1,0	0,3
В том числе галька	1,0	0,1
Вредная примесь (по совокупности)	0,5	0,2
В числе вредной примеси:		
спорынья	0,25	0,05
вязель разноцветный	0,1	–
гелиотроп опушенноплодный	0,1	–
триходесма седая	Не допускается	
горчак ползучий, софора лисохвостная, термописис ланцетный (по совокупности)	0,1	–
Зерна с розовой окраской, %, не более	3,0	3,0
Фузариозные зерна, %, не более	1,0	1,0
Зерновая примесь, %, не более	15,0	4,0
В том числе проросшие зерна	5,0	3,0
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени	

В составе вредной примеси ограничено содержание спорыньи, а ядовитые семена сорняков не допускаются. Ограничивается содержание фузариозных зерен и зерен с розовой окраской.

В стандарте также приведена классификация зерна ржи по числу падения (ЧП) – важнейшему показателю, характеризующему пригод-

ность зерна к использованию в хлебопекарной промышленности (табл. 5).

Таблица 5. Классификация зерна ржи

Класс	Число падения	Использование	Без определения ЧП
1-й	Более 200	Улучшитель	Группа А (для переработки в муку)
2-й	141–200	Не требует улучшения	
3-й	80–140	Нуждается в улучшении	
4-й	Менее 80	Кормовое	Группа Б (на кормовые цели)

Рожь, заготавливаемую на предприятиях, оснащенных приборами для определения числа падения, и поставляемую с этих предприятий, подразделяют на четыре класса: 1-й класс – число падения более 200 с, 2-й – 200–141, 3-й – 140–80, 4-й – менее 80 с. Зерно ржи 1-го класса может быть использовано как улучшитель. Рожь 2-го класса не требует добавления улучшителя при переработке в муку и дает хлеб хорошего качества. Рожь 3-го класса нуждается в улучшителе. Зерно 4-го класса не может быть использовано на продовольственные цели и предназначено к использованию на кормовые цели.

Рожь, заготавливаемую на предприятиях, не оснащенных приборами для определения числа падения, и поставляемую с этих предприятий, подразделяют по качеству на две группы: А (1-й, 2-й, 3-й класс) и Б. Без учета числа падения рожь группы А предназначена для переработки в муку, группы Б – для кормовых целей.

1.3.6. Стандартизация товарного зерна ячменя

К качеству зерна ячменя с учетом его целевого использования предъявляются различные требования. Если ячмень используется на продовольственные цели и для выработки солода в спиртовом производстве, то требования к качеству зерна устанавливает ГОСТ 28672-90 «Ячмень. Требования при заготовках и поставках».

Базисные нормы на заготавливаемое зерно следующие: влажность – 14,5 %, сорная примесь – 2,0 %, зерновая примесь – 2,0 %, натура – 570 г/л, зараженность вредителями не допускается.

По ограничительным нормам зерно заготавливаемого ячменя подразделяют на два класса, а для поставляемого ячменя нормы приводятся дифференцированно, с учетом его использования: на продовольственные цели и для выработки солода (табл. 6).

Заготавливаемое зерно 1-го класса предназначено для использования на продовольственные цели (мука, крупа), а 2-го класса – для выработки солода в спиртовом производстве. Нормы, прежде всего, устанавливаются по обязательным показателям качества. По согласованию заготовительной организации и поставщика допускается влажность зерна и содержание сорной примеси в заготавливаемом ячмене более ограничительных норм при наличии возможности доведения такого зерна до кондиций, обеспечивающих его сохранность (за счет поставщика). При использовании зерна ячменя для производства крупы большое значение имеет его выполненность и крупность. Поэтому для 1-го класса нормируется натура зерна – не менее 630 г/л и содержание мелкого зерна – не более 5,0 %.

Таблица 6. **Ограничительные нормы для заготавливаемого и поставляемого ячменя**

Показатель	Норма для ячменя			
	заготавливаемого		поставляемого	
	1-й класс	2-й класс	продовольственного	для выработки солода
Цвет	Желтый с разными оттенками	Свойственный здоровому зерну, допускается потемневший	Желтый с разными оттенками	Допускается потемневший
Влажность, %, не более	19,0	19,0	14,5	15,5
Сорная примесь, %, не более	4,0	8,0	2,0	2,0
Зерновая примесь, %, не более	9,0	15,0	7,0	3,0
Натура, г/л, не менее	630	–	630	570
Мелкие зерна, %, не более	5,0	–	5,0	5,0
Способность прорастания, %, не менее	–	–	–	92,0
Зараженность вредителями	Допускается зараженность клещом не выше			
	II степени		I степени	

Поставляемый для переработки ячмень оценивается по тем же показателям, что и заготавливаемый, но нормы более жесткие. Для выработки крупы необходим ячмень хорошо выполненный, с высоким со-

держанием эндосперма. Поэтому установлены высокие требования по натуре – не менее 630 г/л. Для ячменя, предназначенного для выработки солода, дополнительно нормируется показатель способности прорастания зерна – не менее 92,0 %.

Зерно **пивоваренного** ячменя нормируется ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный». Кроме того, на основании договора между хлебозаготовительной организацией и пивоваренным заводом изготовители при заготовках и поставках пивоваренного ячменя могут руководствоваться требованиями ТУ РБ 190239501.773.

По органолептическим показателям ячмень должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 7. Определение цвета производится по эталону, который ежегодно комиссионно составляется для каждой сырьевой зоны и сорта ячменя отдельно и предоставляется на заготовительные пункты до начала заготовки.

Таблица 7. Требования к качеству пивоваренного ячменя по органолептическим показателям

Показатель	Норма	
	базисная	ограничительная
Запах	Чистый, свежий, свойственный нормальному зерну ячменя	Не допускается присутствие затхлого, солодового, плесневелого, гнилого и других несвойственных ячменю запахов
Цвет	От светло-желтого до желтого, ровный с блеском, соответствует цвету эталона	Серовато-желтый, но соответствует цвету эталона, допускается зерно с потемневшими концами – не более 5 %
Состояние	Здоровый, не греющийся	

По физико-химическим показателям пивоваренный ячмень должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 8.

Таблица 8. Базисные и ограничительные нормы для заготавливаемого и поставляемого зерна пивоваренного ячменя

Показатель	Норма	
	базисная	ограничительная
1	2	3
Влажность, %	14,5	Не более 15,5
Сорная примесь, %	1,0	Не более 2,0
В том числе: вредная примесь	0,2	Не более 0,2
гелиотроп опушенплодный и триходесма седая	Не допускается	

1	2	3
Фузариозное зерно, %	Не допускается	
Зерновая примесь, %	2,0	Не более 5,0
Содержание белка, %	11,5	Не более 12,0
Крупность, %	90,0	Не менее 70,0
Содержание мелких зерен, %	5,0	Не более 7,0
Способность прорастания зерна, %	95,0	Не менее 90,0
Жизнеспособность зерна, %	95,0	Не менее 95,0
Зараженность вредителями	Не допускается	Допускается зараженность клещом не выше I степени

Качество и выход пива зависят не только от обязательных или универсальных показателей качества. Существенное значение имеют такие технологические показатели, как содержание белка, крупность, способность зерна к прорастанию, жизнеспособность. Показатель способности прорастания определяется у зерна, поставляемого не ранее чем через 45 дней после его уборки. Показатель жизнеспособности определяется у зерна, поставляемого ранее 45 дней после его уборки. Экстрактивность пивоваренного ячменя является рекомендуемым показателем и в пересчете на сухое вещество должна составлять не менее 77 %. Требования к качеству ячменя по показателю экстрактивности устанавливаются в договоре между поставщиком и покупателем. Список сортов пивоваренного ячменя утверждается Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

1.3.7. Стандартизация плодов и овощей

Овощи и плоды – продукты многоцелевого использования. Поэтому их качество нормируется с учетом дальнейшего целевого назначения. Например, предъявляются различные требования к огурцам для использования в свежем виде, для соления и для цельноплодного консервирования.

Овощи и плоды характеризуются высокой степенью разнокачественности. Следовательно, их качество дифференцируют по товарным сортам и категориям. Установление одного уровня требований недопустимо. В стандартах на плоды и овощи широко применяются допуски – допустимые отклонения от требований стандарта (по содержанию всякого рода дефектной продукции). На продукцию, кото-

рая утратила свою доброкачественность, приобрела токсические свойства и не может использоваться на пищевые цели, установлены запретительные нормы.

Плоды и ягоды – продукты скоропортящиеся и сохраняют свою свежесть ограниченный период времени. В связи с этим стандарты допускают незначительное снижение уровня требований к ним в местах назначения (реализации), по сравнению с местами заготовки (выращивания), если это не приводит к существенному ухудшению потребительских свойств.

Определение качества любого вида овощей, плодов и ягод начинают с оценки внешнего вида. Несмотря на большое разнообразие продуктов, в стандартах устанавливается единый уровень требований по данным показателям. По внешнему виду овощи и плоды должны быть свежие, целые, чистые, здоровые, вызревшие, но не перезревшие, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшие, не увядшие, без механических повреждений, без повреждений вредителями и поражения болезнями. Содержание дефектных по внешнему виду плодов ограничивается допусками. Стандартами не допускается содержание явно недоброкачественной продукции: загнившей, заплесневевшей, запаренной, подмороженной.

Важнейшими показателями внешнего вида являются форма и окраска (цвет) плодов и овощей. Форма разнообразна и специфична для отдельных видов и сортов, является сортовым признаком и носителем определенных хозяйственно-биологических признаков. Плоды высшего товарного сорта и отборные овощи должны быть однородными по форме, типичной для данного ботанического сорта. Окраска также чрезвычайно разнообразна – от бело-зеленых до темно-красных и фиолетовых тонов с различными оттенками. Различают основную окраску (тканей мякоти) и покровную (кожицы). Окраска должна быть типичной для сорта.

У всех видов плодовоовощной продукции имеются отличительные специфические признаки внешнего вида, которые отражены в стандартах. Например, у капусты длина кочерыжки над кочаном не должна превышать 3 см, у лука должны быть сухие наружные чешуи и высушенная шейка длиной от 2 до 5 см.

При дегустационной оценке плодов и овощей определяют запах (аромат) и вкус, которые должны быть свойственны данному ботаническому виду и сорту, без постороннего запаха и вкуса. В результате дегустации оценивают также консистенцию, характеризующую внут-

реннее строение мякоти, плотность, характер сложения тканей (грубая, плотная, сочная, зернистая, нежная, рыхлая). Например, у столовой свеклы мякоть должна быть сочная, упругая, темно-красная разных оттенков в зависимости от ботанического сорта, у огурцов и баклажанов – без пустот, с водянистыми, недоразвитыми, некожистыми семенами.

Одним из основных показателей качества является размер овощей и плодов. Это наиболее эффективный показатель. До определенного предела увеличение размера означает улучшение других показателей – вкуса, аромата, степени зрелости. Однако во многих случаях чрезмерные размеры свидетельствуют об ухудшении потребительских свойств. Поэтому в стандартах для некоторых видов продукции указываются минимальная и максимальная границы по размеру, ниже и выше которых продукты считаются нестандартными (по их содержанию установлены допуски).

В стандартах отмечаются требования по степени зрелости плодов и овощей. Установлено, что плоды высшего сорта должны быть однородными по степени зрелости, плоды более низких сортов – могут иметь различную степень зрелости. Но не допускаются плоды зеленые (которые не способны дозревать при хранении) и перезревшие (которые утратили потребительское качество). У томатов выделяется красная, розовая, бурая, молочная зрелость плодов.

Внешний вид, пригодность овощей и плодов к употреблению и хранению характеризует степень механических повреждений, или травмированности. Стандарты допускают без ограничений только незначительные повреждения покровных тканей, не портящие внешний вид плодов: царапины, потертости, легкие нажимы. Содержание плодов с механическими повреждениями внутренних тканей ограничивается допусками, а существенные травмы продуктов, приводящие к их быстрой порче и резкому снижению потребительских свойств, не допускаются.

Качество овощей и плодов характеризует степень повреждения вредителями. Стандартная продукция не должна иметь признаков повреждений различными видами вредителей. Однако незначительные признаки повреждения наименее опасными вредителями, существенно не ухудшающими внешний вид и пищевые качества (например, ходы проволочника в картофеле, зарубцевавшиеся ходы плодовой гнили в яблоках), допускаются ограничительными нормами. Не допускаются овощи и плоды, поврежденные опасными вредителями (например, лук, поврежденный стеблевой нематодой и клещами).

Таким же образом нормируется степень поражения болезнями. Наиболее опасные болезни (плодовые гнили, фитофтороз картофеля), приводящие к быстрой порче плодов и овощей, не допускаются. А такие болезни, как парша (картофеля, яблок), кластероспориоз (абрикосов) при незначительных признаках поражения, существенно не портящих внешний вид, допускаются в пределах установленных норм. Стандарты ограничивают не только микробиологические заболевания плодов, но и некоторые физиологические. Например, у яблок высокого качества после хранения не допускается побурение мякоти и кожицы (загар), подкожная пятнистость.

Экологическую чистоту, безопасность овощей и плодов для здоровья человека характеризуют такие важнейшие показатели, как остаточное содержание в них вредных веществ: нитратов, ядохимикатов (пестицидов и фунгицидов), микотоксинов, тяжелых металлов, радионуклидов. Для каждого вида продукции установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) этих веществ. Например, содержание нитратов в клубнях картофеля не должно превышать 120 мг на 1 кг, и не должны быть обнаружены остатки пестицидов в них. Сотрудники санэпидстанций должны вести жесткий санитарный контроль за качеством плодовоовощной продукции по этим показателям.

Нормирование и сертификация овощей и плодов по показателям качества, установленным стандартами, имеет важное государственное значение и является основой товароведческой оценки продукции при ее реализации. Плоды и овощи высокого качества реализуются по более высоким ценам, что позволяет сельскохозяйственным предприятиям всех форм собственности, занимающихся их выращиванием, получать больший размер прибыли.

Структура ТНПА на картофель и плодовоовощную продукцию. Стандарты на картофель, плоды и овощи по своей структуре во многом сходны со стандартами на зерно и семена. Они состоят из следующих разделов: вводной части, технических требований, правил приемки, методов определения качества, транспортирования и хранения.

Во вводной части указывают область действия стандарта, уточняют объект стандартизации, определяют назначение продукции.

В разделе «Технические требования» приводят требования и нормы, определяющие основные потребительские характеристики с учетом назначения продукции: для немедленного потребления, непродолжительного хранения, длительного хранения, для переработки. Одни и те же плоды или овощи могут быть отличного качества для одних целей и плохого качества для других.

В связи с тем, что плодоовощная продукция неоднородна по качеству, в этом разделе для некоторой продукции приведено деление ее на товарные сорта. Число товарных сортов может быть от двух до четырех в зависимости от вида плодов и овощей. К высшему и первому сортам относят безупречную в качественном отношении продукцию; к низшим сортам относят плоды и овощи, не выровненные по форме или окраске, поврежденные вредителями, болезнями или травмированные.

Стандарты на плодоовощную продукцию отличаются от стандартов на зерновые, зернобобовые и масличные культуры наличием допусков. Допустимые нормы – это допустимые отклонения по размерам и качеству. Необходимость их нормирования в стандартах связана с особенностями плодоовощной продукции, ее чрезвычайной изменчивостью в связи с различными условиями выращивания, сроками и уровнем организации уборки, условиями транспортирования и хранения, с несовершенством существующих способов сортировки и калибровки продукции, в результате чего трудно получать совершенно однородные партии.

Допустимые нормы обычно выражают в процентах к массе или числу экземпляров продукции. При этом устанавливают число плодов (корнеплодов, клубней, кочанов и т. д.) в данном товарном сорте, относящихся к следующему, более низкому сорту. Обычно в стандартах на плодоовощную продукцию устанавливают и общие допустимые нормы, т. е. совокупность всех допустимых норм. Общие допустимые нормы меньше арифметической суммы отдельных допустимых норм в данном стандарте и составляют 15 % к массе продукции.

В стандартах на продукцию, поставляемую для промышленной переработки, устанавливают базисный показатель содержания основного вещества, характеризующего технологические свойства (сахара в сахарной свекле, крахмала в картофеле, сухих веществ в помидоре и т. д.).

На скоропортящиеся виды плодоовощной продукции в стандартах установлены различные требования по отдельным показателям качества в местах заготовок и после транспортирования на большие расстояния. Если в местах заготовок содержание загнивших плодов не допускается, то в местах назначения после транспортирования наличие отдельных загнивших плодов не является основанием для браковки партии. При этом плоды, соответствующие требованиям стандартов, принимают за 100 %, а загнившие учитывают отдельно. Такие плоды к реализации не допускают.

В разделе «Правила приемки продукции» установлен порядок предъявления и приемки плодов, овощей и картофеля при поступле-

нии от производителя к заготовителю и от заготовителя в розничную торговую сеть или на переработку. Здесь определены категории приемо-сдаточных испытаний для данной продукции (сроки проведения, анализ ее свойств, последовательность проверки). При выборочном контроле указывают объем выборок, характеризующих оцениваемую партию. Правила предусматривают осмотр партии на соответствие требованиям стандарта состояния упаковки, маркировки и однородности продукции. Следует отметить большое значение приемки в правильной оценке качества. Небрежный осмотр в местах прибытия грузов способствует поступлению к потребителю недоброкачественного продукта.

В разделе «Методы определения качества» рассмотрены правила отбора проб, перечислены способы проверки показателей качества, приведена последовательность проводимых исследований, иногда дается описание способов проведения анализа отдельных показателей качества, сроки испытаний. В некоторых стандартах приведены расчетные формулы, указана точность вычислений, степень округления полученных данных, допускаемые расхождения при параллельных или повторных определениях.

В разделе «Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение» приведены правила подготовки продукции к упаковке с учетом ее сортировки и калибровки; виды и размеры первичной и транспортной тары, а также вспомогательные материалы, применяемые при упаковке (стружка, бумага); максимальное количество продукции в единице первичной и транспортной тары; способ укладки единиц упаковок при различных видах транспортирования и способы упаковки продукции при перевозке без тары.

Требования к маркировке устанавливают место на таре, вид и качество маркировки. Каждую партию продукции сопровождают удостоверением о качестве. В стандартах приведено основное содержание этого документа. В этом разделе даются сведения о способах и сроках транспортирования, температурно-влажностных условиях при перевозках, о технологии хранения данной продукции (режим, способы размещения в камерах, уход, подготовка к реализации).

1.3.8. Стандартизация технических культур

Сахарная свекла служит исходным сырьем в отечественной сахарной промышленности. Химический состав сахарной свеклы сильно колеблется в зависимости от места выращивания, технологии, сорта и

под влиянием болезней. Содержание сухой массы в корнеплоде составляет от 18 до 26 %, содержание влаги – 74–80 %. Из общей массы сухих веществ на долю сахарозы приходится 14–20 %. Распределение сахара по сечению корнеплода неравномерно. Максимальное количество сахарозы содержится в средней части корнеплода, меньше – в головке и хвостике. Сахарная свекла как сырье для свеклосахарного производства оценивается по содержанию в ней сахара (так называемая дигестия) и несахаров, которые определяются в нормальном соке. Качество клеточного сока свеклы и всех промежуточных продуктов свеклосахарного производства характеризуют показатели его доброкачественности. Под доброкачественностью сока понимают содержание в нем сахарозы, отнесенное к весу сухих веществ в нем, выраженное в процентах. Чем больше несахаров в соке, тем ниже его доброкачественность. К несахарам относят пектиновые вещества, клетчатку, гемицеллюлозу, золу, азотистые органические вещества, редуцирующие вещества, липиды и др. Сахаристость имеет первостепенное значение для выхода сахара. Но сахаристость не единственный качественный показатель. Важный показатель – содержание мелассообразующих веществ, т. е. калия и натрия, а также содержание вредного азота или альфа-аминного азота. Присутствие этих веществ мешает экстракции кристаллизованного сахара в мелассе. Общее количество вредных азотистых веществ составляет 0,4 %. Содержание альфа-аминного азота отрицательно влияет на количество выхода белого сахара с единицы сырья. На его присутствие в сахарной свекле влияют сорт, место выращивания, погодные условия, агротехника, особенно удобрения и общая загрязненность корнеплодов ботвой и землей после уборки. Показатели содержания в корнеплодах сахара, калия, натрия и альфа-аминного азота являются основополагающими в современной технологической оценке свеклы как сырья, по ним рассчитываются предполагаемые потери и выход сахара в процессе переработки, для чего есть специальные формулы расчета.

Качество заготавливаемой сахарной свеклы нормируется СТБ 1892-2008. Технологические требования к корнеплодам приведены в табл. 9.

Кондиционная сахарная свекла должна быть без потери тургора. Подвяленные и цветущие (деревянистые) корнеплоды плохо нарезаются в стружку. Кроме того, подвяленные корни теряют устойчивость к заболеванию кагатной гнилью в процессе хранения. У них усиливаются гидролитическая активность ферментов и дыхание, что при-

водит к значительным потерям сахара. Поэтому в партии ограничивается содержание цветущих, имеющих деревянистые корки (не более 3 %), и увядших корнеплодов (не более 5 %).

Таблица 9. Технологические требования к качеству сахарной свеклы

Показатели	Значения показателей
Сахаристость, %, не менее	14
Загрязненность, %, не более	15
Содержание зеленой массы, %, не более	3
Содержание цветущих корнеплодов, %, не более	3
Содержание увядших корнеплодов, %, не более	5
Содержание корнеплодов с сильными механическими повреждениями, %, не более	12
Мумифицированные корнеплоды	Не допускаются
Загнившие корнеплоды	Не допускаются
Подмороженные корнеплоды со стекловидными отслаивающимися или почерневшими тканями	Не допускаются

В партии реализуемой сахарной свеклы допускается не более 12 % корнеплодов с сильными механическими повреждениями (сколы, срезы), а также ограничивается содержание зеленой массы (не более 3 %).

Наличие механически поврежденных корнеплодов приводит к развитию самосогревания в массе продукции, которое вызывает большие потери. Наличие большого количества зеленой массы также может привести к повышению температуры в массе корнеплодов при их хранении. Кроме того, зеленые листья, черешки, попадая в стружку, приводят к уменьшению выхода сахара и увеличению его содержания в мелассе.

Не допускается наличие в партии мумифицированных, подмороженных и загнивших корнеплодов. Сахарную свеклу, подмороженную, но не почерневшую, относят к некондиционной.

Стандартизация льнотресты. В Республике Беларусь в производственных условиях возделывают лен-долгунец, стебли которого используют для получения волокна, а из семян вырабатывают высококачественное техническое масло. В технологическом процессе производства волокна прежде всего получают льносолому – стебли растения льна-долгунца после удаления семенных коробочек. В дальнейшем из льносоломы получают льнотресту – продукт переработки льносоломы, в котором в результате биологического, физико-химического или химического воздействия нарушена связь лубяных пучков с окружающими паренхимными тканями. В настоящее время в Республике Бела-

реть применяют биологический способ получения льнотресты и его разновидность – росяную мочку. В результате этого процесса получают стланцевую льнотресту, которая является основным и единственным льносырьем для работы отечественных льнозаводов.

Качество льнотресты нормируется СТБ 1194-2007 «Треста льняная. Требования при заготовках и поставках». Льняная треста заготавливается в рулоны диаметром не более 150 см, высотой не более 120 см, массой не более 250 кг или в снопы ручной вязки диаметром 17–20 см.

Нормированная (расчетная) влажность льнотресты должна составлять 19 %, нормированная (расчетная) засоренность – 5 %. Ограничительные требования к льнотресте приведены в табл. 10.

Таблица 10. Ограничительные требования при приемке льнотресты

Показатель	Значение
Выход длинного трепаного волокна, %, не менее	5
Горстевая длина, см, не менее:	
в снопах	41
в рулонах	60
Растянность, не более:	
стеблей в снопах и ленты в рулонах	1,3
стеблей в рулонах	1,7
Коэффициент конусности рулона	0,93–1,06
Отделяемость волокна, не менее	4,1
Фактическая влажность, %, не более:	
в снопах	25
в рулонах	23
Фактическая засоренность, %, не более	10

Льняную тресту в зависимости от выхода и цвета длинного трепаного льноволокна подразделяют на 11 номеров качества: 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00; 2,50; 3,00; 3,50; 4,00.

Группа цвета устанавливается согласно характеристике цвета волокна в стандартных образцах:

I – бурое, бурое с зеленым, зеленое;

II – желтое, темно-серое, темно-серое с зеленым оттенком, темно-серое с желтым оттенком;

III – серое, серое с зеленым оттенком, серое с желтым оттенком;

IV – светло-серое.

Наиболее качественным считается волокно IV группы.

При приемке лабораторно определяется выход волокна, поправка по цвету волокна и устанавливается номер тресты.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

2.1. Факторы сохранности продукции растениеводства

2.1.1. Виды потерь сельскохозяйственной продукции и борьба с ними

Продукции растениеводства свойственны потери. Различают два основных вида потерь продукции: в массе и в качестве. В большинстве случаев эти потери взаимосвязаны. Потери в массе, как правило, связаны с уменьшением количества хранящейся продукции. Уменьшение массы продукта при хранении может произойти вследствие физических явлений и биологических процессов. Пример физических потерь – испарение части влаги из продукта в окружающую среду. Однако в различных продуктах этот процесс оценивается по-разному. Так, если большую потерю влаги в картофеле, овощах и плодах без признаков их увядания признают закономерной и учитывают в общей норме потерь, то при хранении зерна и семян снижение их влажности вследствие испарения не считают потерей, а рассматривают как положительное явление.

Другой вид физических потерь – отделение мельчайших частиц покровных тканей продукта в процессе его перемещения при хранении. В данном случае трение о поверхность, по которой перемещается продукт, приводит к образованию неучтенного распыла. Чем многократнее перемещение продукта, тем больше величина распыла. Неосторожное перемещение может сопровождаться большими потерями массы и отражается на качестве и сохранности продукта при длительном хранении.

Значительными могут быть потери массы вследствие различных биологических процессов, главным образом в результате потери питательных веществ при дыхании. Еще большие потери бывают при размножении в продукте микроорганизмов и насекомых-вредителей. Однако правильная организация хранения обычно исключает активную деятельность микрофлоры и насекомых, поэтому потери под воздействием этих организмов нельзя признать закономерными. Потери в массе продуктов вследствие просыпей, уничтожения грызунами и птицами могут быть объяснены только неправильным хранением. При соблюдении правил хранения потери зерновых составляют за год хра-

нения от 0,03 до 0,07 % массы сухого вещества. Картофель, морковь и многие другие продукты плодовоовощной группы можно сохранить с потерей 2–4 % массы за весь сезон хранения. Чем больше отклоняются условия хранения от оптимальных, тем больше потери массы. Таким образом, потери растительных продуктов по массе при хранении неизбежны, но при правильном режиме они не превышают установленных норм и даже могут быть значительно меньше.

Сущность потерь в качестве заключается в уменьшении содержания в продукции каких-либо полезных веществ, частичной или полной утрате ее доброкачественности, снижении потребительной стоимости. *Потери качества* продукта при правильной организации его хранения исключаются. Они возможны лишь при длительном сроке хранения, превышающем долговечность продукта. Долговечность продукта – это период времени, в течение которого продукт сохраняет свои семенные, технологические и продовольственные свойства. Понижение качества продуктов при хранении (за исключением превышения предела долговечности) происходит главным образом вследствие нежелательных процессов: прорастания, действия микроорганизмов и насекомых, порчи и загрязнения грызунами и птицами, травмирования.

По природе потери могут быть механическими (физическими) и биологическими. К *физическим* относят: травмы, распыл, просыпи, увядание. Грубое механическое воздействие на зерно, овощи и плоды приводит к травмам, которые являются наиболее распространенными причинами механических потерь. Также могут происходить просыпи продукции при негерметичности транспортных средств и хранилищ, неисправности тары. *Биологические потери* связаны с живым началом продукции и происходят вследствие протекания в ней различных физиологических и биохимических процессов, свойственных биологическим объектам (дыхание, прорастание, самосогревание, развитие микроорганизмов, насекомых и клещей, уничтожение продукции грызунами и птицами).

На *сохранность* продукции растениеводства оказывают влияние *биотические и абиотические факторы*. Биотические факторы связаны с природой продуктов как живых организмов. Они весьма многообразны. Абиотические факторы – это факторы неживой природы, условия внешней среды, влияющие на сохранность продуктов.

Биотические и абиотические факторы сохранности продуктов взаимосвязаны между собой. Интенсивность различных процессов жизнедеятельности растительных организмов можно ослабить или усилить изменением условий внешней среды при хранении.

Наиболее действенным абиотическим фактором является температура, поддерживающаяся при хранении продуктов. Она оказывает решающее влияние на величину естественной убыли и активируемые потери продуктов. Пределы оптимальных значений температуры для хранения плодов и овощей находятся между точкой замерзания и температурами, ускоряющими их старение и отмирание. Для большинства видов растительной продукции это температуры, близкие к 0 °С, при которых замедляются все биологические процессы.

Большое влияние на сохранность продуктов оказывает также относительная влажность воздуха (ОВВ) в хранилище. Зерно и семена необходимо хранить при относительной влажности воздуха, не превышающей 70 %, для предотвращения сорбции (поглощения) водяных паров из воздуха и увлажнения зернопродуктов, так как при этом значительно снижается их устойчивость при хранении. Для плодовоощной продукции она должна быть достаточно высокой (80–95 %), чтобы предотвратить ее увядание и потерю тургора. Также важнейшим абиотическим фактором является газовый состав воздуха. Повышенные концентрации диоксида углерода (СО₂) и пониженные до определенных пределов концентрации кислорода оказывают положительное влияние на сохраняемость и лежкость плодов и овощей за счет снижения интенсивности дыхания и предотвращения потерь от развития микроорганизмов (гниения и плесневения). При хранении продукции в такой газовой среде ослабляются процессы обмена веществ, замедляются процессы старения и отмирания тканей, и значительно продлеваются сроки хранения.

Основными из группы биотических факторов, влияющих на сохранность продуктов, являются следующие: биохимические процессы, или процессы обмена веществ, протекающие внутри продуктов; микробиологические процессы, т. е. степень воздействия различных микроорганизмов на продукты; развитие вредителей (насекомых, клещей) и грызунов в продуктах.

Сохранность продуктов зависит от интенсивности отмеченных биологических процессов, которые следует приостановить и замедлить, а по возможности, полностью исключить при хранении.

2.1.2. Научные принципы хранения и переработки продукции растениеводства

В основе всех способов хранения или консервирования продуктов, применяемых в практике, лежат принципы частичного или полного

подавления происходящих в них биологических процессов (биотических факторов, влияющих на сохранность). Профессор Я. Я. Никитинский систематизировал эти принципы, дал им полную характеристику. Согласно классификации Никитинского выделяется четыре научных принципа хранения растениеводческой продукции: биоз, анабиоз, ценоанабиоз и абиоз.

Принцип биоза. Само название («био» – жизнь) говорит о том, что продукция сохраняется в живом состоянии, с присущим ей обменом веществ, без всякого подавления процессов жизнедеятельности. Этот принцип основан на *иммунных* (защитных) свойствах любого нормально функционирующего здорового организма (в том числе и растительного), обладающего иммунитетом – способностью противостоять воздействию патогенной микрофлоры и неблагоприятных условий внешней среды. Принцип биоза подразделяется на два вида: эубиоз и гемибиоз. Эубиоз – это истинный, или полный биоз, т. е. сохранение продукции до использования непосредственно в живом виде. Например, цветы до срезки, готовая рассада до высадки. Гемибиоз – частичный биоз, или полубиоз. Это хранение плодов и овощей сразу же после уборки в свежем виде в течение определенного периода времени в естественных условиях, но не в специальных хранилищах. При этом в плодах и овощах идут процессы обмена веществ, поскольку они живые организмы, но не так интенсивно, когда они еще находились на материнских растениях. Иммунные свойства клубней, корнеплодов, луковиц, плодов и ягод на некоторый период обеспечивают их устойчивость к неблагоприятным внешним условиям и микробиологическим заболеваниям. Продолжительность сохранности этих продуктов зависит от их особенностей: химического состава, консистенции мякоти, толщины покровных тканей и защитных образований на них, интенсивности процессов обмена веществ. Овощи и плоды, обладающие высокой лежкостью, могут храниться при комнатной (повышенной) температуре довольно длительный период времени, а вот скоропортящиеся продукты сохраняют свою свежесть только несколько дней и даже часов. Для более длительного хранения растительных продуктов необходимо создавать специальные условия, используя при этом другие научные принципы.

Принцип анабиоза. Это принцип «скрытой» жизни, приведение продукции в состояние, при котором резко замедляются или совсем не проявляются биологические процессы. В такой продукции крайне слабо протекают процессы обмена веществ в клетках, приостановлена

активная деятельность микроорганизмов, клещей и насекомых. Однако живое начало в продукции и живые организмы в нем не уничтожены. При возникновении благоприятных условий активизируются все процессы жизнедеятельности. Поэтому анабиоз и называют принципом скрытой жизни. Анабиоз может быть создан несколькими способами. В зависимости от этого он подразделяется на несколько видов.

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

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

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

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

Осмоанабиоз – хранение продукции при повышении осмотического давления в ее тканях. Это защищает продукцию от воздействия на нее микроорганизмов и тем самым исключает нежелательные микробиологические процессы (гниение, плесневение, брожение). При этом в клетках микробов нарушается состояние тургора, так как происходит осмос воды из них в окружающий субстрат, и наблюдается явление плазмолиза. Повышение осмотического давления в продукте достигается введением соли или сахара. На этом принципе основано соленье овощей (требуется 8–12 % соли от массы продукции), консервирование фруктов и ягод сахаром (варка варенья, приготовление джемов и повидла), концентрация которого должна быть не меньше 60 % от массы плодов.

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

Наркоанабиоз – применение для консервирования анестезирующих, наркотических веществ (хлороформ, эфир), которые останавливают действие микроорганизмов и вредителей, замедляют процессы обмена веществ.

Аноксианабиоз – хранение продукции без доступа воздуха, создание бескислородной среды. Отсутствие кислорода исключает возможность развития аэробных микроорганизмов (прежде всего, плесневых грибов), насекомых и клещей. Дыхание клеток самой продукции резко замедляется и приобретает анаэробный характер.

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

Ацидоценоанабиоз – повышение кислотности среды в результате развития *молочнокислых* бактерий, которые в анаэробных условиях вырабатывают молочную кислоту. При концентрации молочной кислоты более 0,5 % тормозится деятельность вредных микроорганизмов. На этом принципе основано приготовление и сохранение соленоквашеных овощей, моченых плодов, силосование кормов.

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

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

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

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

Механическая стерилизация – удаление микроорганизмов из продукции *фильтрованием*, пропуском плодово-ягодных соков через специальные обеспложивающие фильтры с очень мелкими порами (0,001 мм), задерживающими микроорганизмы, или *центрифугированием*, применяемом на микробиологических заводах и в лабораторных исследованиях.

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

2.2. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна и семян

2.2.1. Состав зерновой массы

Зерно и семена различных культур принято называть зерновой массой. На хранение зерно поступает партиями. Партии продукции неоднородны по составу. Любая зерновая масса состоит из зерен основной культуры, составляющих как по объему, так и по количеству основу всякой зерновой массы, примесей, микроорганизмов. Кроме указанных постоянных компонентов в отдельных партиях зерна могут присутствовать насекомые и клещи. В связи с этим при хранении и обработке любой зерновой массы ее следует рассматривать прежде всего как комплекс живых организмов. Влияние на состояние и качество зерновой массы в той или иной степени может оказывать каждая группа данных организмов при условии проявления их жизнедеятельности.

Состав этой зерновой массы зависит от многочисленных факторов: вида культуры, наличия в посевах основной культуры растений других культурных и сорных растений, применяемых агротехнических мероприятий, способа уборки урожая, пораженности посевов болезнями и вредителями, агроклиматическими условиями года, отлаженности работы зерноуборочной техники, попадания в зерновую массу при транспортировке зерен других культур.

Все примеси отрицательно сказываются на качестве продуктов, получаемых из зерна, уменьшают выход продукта при переработке.

Многие примеси отрицательно влияют на сохранность зерновых масс. Семена сорных растений, попадающие в зерновую массу в период уборки, могут вызывать самосогревание, так как содержат влаги на 10–20 % больше, чем зерно основной культуры.

Зерновая масса всегда включает в себя большое количество микроорганизмов. Особенно сильно загрязняется микроорганизмами зерно при уборке урожая. Морфологические признаки зерна влияют на скопление на нем пыли вместе с микроорганизмами. Большому скоплению способствуют шероховатая поверхность эпидермиса, наличие бороздки и хохолка у мягкой пшеницы. Беднее микрофлорой, по сравнению с семенами пшеницы и ржи, семена пленчатых культур и кукурузы, початки которых закрыты обертками, а также семена бобовых. Микроорганизмы, особенно плесневые грибы, развиваясь на зерне, губительно действуют на зародыш и резко ухудшают качество зерна.

Зерновая масса как живой организм также помимо основного зерна и примесей может включать в себя насекомых-вредителей, клещей. Насекомые-вредители и клещи, входящие в зерновую массу и являющиеся ее компонентом, наносят большой ущерб, уменьшая массу продукции и ухудшая ее качество. При сильной зараженности вредители снижают всхожесть зерна, ухудшают его мукомольные свойства и пищевую ценность, засоряют зерновую массу, повышая ее температуру и влажность.

В технологии послеуборочной доработки и хранения зерновых масс большое внимание уделяется ее составу: чем меньше примесей, тем выше качество зерна.

2.2.2. Физические свойства зерновых масс

Присутствие в зерновой массе различных компонентов придает ей специфические свойства, которые необходимо учитывать при обработке и хранении. Независимо от культуры все партии зерна обладают следующими физическими свойствами: сыпучестью, самосортированием, скважистостью, сорбционными, а также теплофизическими и массообменными свойствами.

Сыпучестью называется способность зерна и зерновой массы перемещаться по какой-либо поверхности, расположенной под углом к горизонту. Зерновая масса, состоящая из громадного числа зерновок и некоторого количества примесей с промежутками, заполненными между ними воздухом, является сыпучим материалом. Сыпучесть зер-

новой массы зависит от вида культуры, засоренности, влажности и снижается при продолжительном хранении зерна без перемещения. Наиболее сыпучи зерновые партии, состоящие из семян шарообразной формы с гладкой поверхностью (горох, просо, соя). Меньшая сыпучесть у зерновой массы, состоящей из зерен продолговатых, тонких, с шероховатыми оболочками или цветковыми пленками. Снижают сыпучесть примеси зерна особенно мелкие или с шероховатой поверхностью.

В практике послеуборочной доработки и хранения зерна и семян сыпучесть используется для перемещения зерна по принципу самотека. Поднятая на верхние этажи элеватора зерновая масса под действием силы гравитации самотеком направляется на расположенные в нижних этажах зерноочистительные машины. Принцип самотека используется при отгрузке зерна из силосов элеватора и в технологическом процессе работы шахтных сушилок. Благодаря сыпучести зерновая масса способна заполнять хранилища самой различной конфигурации.

Показатель сыпучести зерна и семян характеризуется *углом естественного откоса*. Под углом естественного откоса (углом ската) понимается угол между диаметром основания и образующей конуса, возникающий при свободном падении зерновой массы на горизонтальную плоскость. Угол естественного откоса составляет: для пшеницы и ржи – 23–38°, для овса и подсолнечника – 31–45°, для проса – 20–25°, для кукурузы – 30–40°, для риса-зерна – 27–48°. Тот наименьший угол, при котором зерно начинает двигаться самотеком по наклонной плоскости, получил название *угла трения*.

Зерновая масса при длительном хранении уплотняется, и сыпучесть ее снижается. Очень сильно сыпучесть снижается при самосогревании зерновых масс.

Самосортирование – способность зерновой массы терять однородность при перемещении и в свободном падении. Всякое перемещение зерновой массы сопровождается неравномерным расслоением входящих в нее компонентов по отдельным участкам насыпи. Это создает предпосылки для возникновения в зерновой массе нежелательных явлений – самосогревания, слеживания, развития микроорганизмов и вредителей. Самосортирование зерновой массы ухудшает условия ее хранения и переработки.

Этот процесс является следствием сыпучести, происходит в недостаточно подготовленной к хранению партии зерна, когда она неодно-

родна и в ней присутствуют тяжелое, выполненное зерно, тяжелые примеси, а также легкие зерна и примеси. При заполнении силосов элеватора неоднородной зерновой массой зерно падает с большой высоты и в процессе падения, вследствие различия в массе и аэродинамических свойств зерна и примесей, разделяется на тяжелую и легкую фракции. Тяжелые зерна и примеси располагаются у центра дна силоса, а легкие – ближе к его стенкам. В момент выпуска зерна из силосов самосортирование усиливается, в первую очередь вытекает тяжелое зерно. От этого в силосе нарушается однородность зерновой массы, в отдельных ее участках создаются условия для развития самосогревания. В практике хранения рекомендуется для исключения самосортирования при выпуске зерна из силосов устраивать или специальные приспособления, или по всей площади днища делать несколько выпускных конусов и отверстий.

Самосортирование происходит и при загрузке складов транспортерами, что создает неодинаковые условия хранения. Явление самосортирования необходимо учитывать при отборе проб зерна для определения качества партий зерна. В методике взятия точечных проб зерна предусмотрено это явление, и поэтому пробы отбираются в различных слоях зерновой насыпи.

Скважистость – объем воздушных промежутков, выраженный в процентах от общего объема, занятого зерновой массой. Скважистость зависит от природы, состояния его поверхности, количества и состава примесей, влажности и изменяется в зависимости от формы и выполненности зерна. Наиболее высокая скважистость у насыпи семян подсолнечника – 60–80 %, зерна овса – 50–70 %, риса и гречихи – 50–65 %. Зерно пшеницы, ржи, проса и гороха укладывается более плотно, у этих культур скважистость составляет 35–45 %.

Воздух межзерновых пространств необходим для сохранения жизнеспособности зерна. По воздушным каналам, образующимся за счет скважистости, в зерновой массе происходит перемещение воздуха и влаги, находящейся в газообразном состоянии. За счет скважистости через зерновую массу можно пропускать подогретый или охлажденный воздух, проводить активное вентилирование, а с целью уничтожения вредителей хлебных запасов проводить фумигацию.

Длительное хранение зерна с большой высотой насыпи увеличивает плотность его укладки, снижает скважистость и ухудшает в зерновой массе газообмен, что создает условия для снижения семенами всхожести и может привести к развитию процессов самосогревания.

Наряду с положительным скважистость имеет и негативное значение. Наличие в скважинах воздуха обуславливает низкую теплопроводность зерновой массы и слабый отток тепла, образующегося в процессе самосогревания. Скважины в зерновой массе создают условия для обитания вредителей хлебных запасов, защищают их от перепадов температур и переохлаждения в зимний период хранения зерна.

Сорбционные свойства – это способность поглощать из окружающей среды пары различных веществ или газы и выделять их.

Сорбционные пары и газы при определенных условиях могут улетучиваться из зерновой массы, это явление называют *десорбцией*. Значительная сорбционная емкость зерновой массы объясняется капиллярно-пористой, коллоидной структурой каждого зерна и скважистостью всей массы.

Все явления сорбции, происходящие в зерновой массе при транспортировании, обработке и хранении, можно разделить на две группы: сорбцию и десорбцию различных газов и паров; сорбцию и десорбцию паров воды.

Зерно интенсивно сорбирует различные газы и пары, в среде которых находится, и обратно удалить их очень трудно. Оно способно поглощать пары и газы нефтепродуктов, фенола, эфирных масел семян, сорняков, почти все фумиганты. Партии зерна с посторонним запахом – это дефектные партии, которые надо хранить отдельно от нормального зерна. Их дополнительно обрабатывают для устранения постороннего запаха, что увеличивает расходы на хранение. Чтобы избежать ухудшения качества зерновых масс в результате сорбции паров различных веществ, хранилища и транспортные средства должны быть чистыми, без посторонних запахов.

Гигроскопичность – способность зерновой массы поглощать пары воды из воздуха или выделять их в воздушное пространство. Это свойство оказывает значительное влияние на состояние зерна при хранении и послеуборочной обработке. Практика показывает, что при хранении зерна в производственных условиях наблюдается самопроизвольное изменение влажности зерна. При хранении его во влажной атмосфере происходит увлажнение, а в сухой – подсыхание. В результате взаимодействия зерновой массы с окружающей средой влажность зерна непрерывно изменяется до установления равновесной. *Равновесная влажность зерна* – это влажность, при которой наступает состояние равновесия между влажностью зерна и окружающей средой, после чего изменение влажности хранящейся массы зерна прекращается. Она

зависит от сорбционных свойств зерна, относительной влажности и температуры воздуха. Равновесную влажность используют для выбора режимов активного вентилирования и сушки зерна, а также для выявления условий его безопасного хранения, при которых жизнедеятельность всех живых компонентов зерновой массы незначительна. Максимальная равновесная влажность зерна злаков устанавливается при 100%-ной относительной влажности воздуха и равна 33–36 %. Это тот предел, до которого зерно может сорбировать пары воды из воздуха. Влажность выше максимальной равновесной возможна только при впитывании зерном капельно-жидкой влаги. Влажность зерна 7–10 % устанавливается при относительной влажности воздуха 15–20 %. Это низший предел влажности зерна в производственных условиях.

Равновесная влажность зерна разных культур из-за различия по химическому составу неодинакова. Она больше у семян бобовых культур, меньше – у зерновых и еще меньше – у масличных. Уменьшение этой величины объясняется увеличением содержания жира в семенах и снижением количества гидрофильных веществ.

Равновесная влажность зависит от температуры окружающего воздуха, так как изменение температуры воздуха влечет за собой изменение его относительной влажности. Повышение температуры на 10 °С при постоянной относительной влажности воздуха вызывает уменьшение равновесной влажности на 0,6–0,7 %. Поскольку атмосферные условия меняются в течение суток, месяца и года, то и влажность зерна колеблется, поэтому контроль за влажностью в течение суток при приемке, хранении и обработке зерна – обязательное условие предотвращения потерь. Равновесная влажность быстрее и раньше устанавливается в верхних слоях насыпи, окруженных атмосферным воздухом. На зерно нижних и особенно средних слоев насыпи атмосфера по времени и по характеру воздействует иначе, поэтому влажность зерна, находящегося в различных слоях насыпи, неодинакова. Она постоянно меняется вследствие изменения параметров наружного воздуха и других причин.

Гигроскопичность зерна обуславливает необходимость очистки свежесобранного зерна для удаления примесей, влажность некоторых из них во много раз превышает влажность самого зерна. Промедление с очисткой приводит к увлажнению зерна в результате перераспределения влаги.

Теплофизические свойства зерновых масс. Зерновая масса обладает также теплофизическими свойствами, которые характеризуют процес-

сы тепломассообмена в партиях зерна при хранении. *Теплопроводность* – способность зерновой массы передавать тепло. Характеризуется коэффициентом теплопроводности, который показывает, какое количество теплоты передается в единицу времени, (т. е. характеризует теплоизоляционные свойства материала). Теплопроводность зерновой массы невысокая, так как ее компоненты (зерно и воздух) – плохие проводники тепла.

Зерно плохо проводит тепло, коэффициент его теплопроводности колеблется в пределах от 0,12 до 0,3 Вт/(м·К), в то время, как, например, коэффициент теплопроводности меди 300–390 Вт/(м·К). Межзерновые пространства зерновой массы на 30–70 % заполнены плохо проводящим тепло воздухом, имеющим, по сравнению с зерном меньшую, примерно в 8 раз теплопроводность. Поэтому общая теплопроводность у зерновой массы еще ниже – 0,08–0,15 Вт/(м·К). С повышением показателя влажности зерна теплопроводность зерновой массы также повышается. Из-за низкой теплопроводности зерновой массы при сушке зерна возможен перегрев отдельных его слоев, снижается всхожесть семян, ухудшаются технологические достоинства зерна.

Температуропроводность – скорость изменения температуры зерновой массы, т. е. скорость ее нагрева или охлаждения, м²/с. Она характеризует скорость изменения температуры в зерне, т. е. способность за определенный срок выравнять температуру в различных слоях насыпи зерна. *Коэффициент температуропроводности* показывает скорость нагревания или охлаждения зерновой массы, т. е. теплоинерционные свойства. Коэффициент температуропроводности зерновой массы зависит от показателей влажности зерна и его температуры и колеблется в пределах $1,7–1,9 \cdot 10^{-7}$ м²/с. Из-за низкой температуропроводности насыпей зерна колосовых культур они длительное время сохраняют температуру, приобретенную в период поступления на хранение. Примерно 3 месяца требуется для выравнивания температуры насыпи высотой 4 м в складе с температурой окружающего воздуха.

Низкая тепло- и температуропроводность зерновой массы в технологии хранения рассматриваются и как положительное, и как отрицательное свойство. Положительным фактором является то, что хранящиеся массы зерна могут долго находиться в охлажденном за зиму состоянии даже при повышенных весенних температурах воздуха в хранилищах, отрицательным – из-за низкой температуропроводности при интенсивном дыхании зерновой массы и выделении значительного

количества тепла может происходить его концентрация в насыпи, что вызывает самосогревание зерна или семян.

Теплоемкость – количество теплоты, требующееся для нагревания зерна на 1 °С, выражается удельной теплоемкостью С [Дж/(кг·К)]. Так как теплоемкость воды значительно выше теплоемкости сухого зерна, то с повышением его влажности показатель теплоемкости зерна возрастает. Теплоемкость зерна учитывают при его сушке и охлаждении.

Термовлагопроводность – направленное перемещение в зерновой массе влаги, обусловленное перепадом температур. Влага в зерновых массах из-за перепадов температуры в различных пластах постоянно перемещается в направлении теплового потока – от более нагретых к менее нагретым слоям. Перемещение влаги в зерновой массе вследствие термовлагопроводности имеет большое практическое значение для хранения зерна. Так, из-за неравномерного обогрева весной стен зернохранилища солнечными лучами или при размещении неохлажденной зерновой массы на холодном полу в ней возникает резкий перепад температур, вызывающий миграцию влаги из слоев насыпи с большей температурой к слоям более холодным. Охлаждаясь до температуры ниже точки росы, влажный воздух образует в этих слоях капельножидкую влагу. Влага немедленно увлажняет зерно. При высокой влажности находящиеся в зерне ферменты активизируются, повышается интенсивность дыхания и возникает самосогревание зерновой массы.

2.2.3. Физиологические процессы, происходящие в зерне при хранении

Партии зерна, заложенные на хранение, представляют комплекс живых организмов. В них протекают различные физиологические процессы, главнейшие из которых дыхание, созревание, прорастание, старение. *Дыхание* – это процесс распада органических веществ (преимущественно одномолекулярных углеводов) до конечных продуктов с выделением энергии в виде тепла. Различают два вида дыхания растительных продуктов – аэробное и анаэробное. Процесс *аэробного* дыхания заключается в окислении моносахаров (глюкозы) кислородом воздуха и сопровождается потерей массы растительного объекта, повышением влажности, выделением большого количества тепла и изменением газового состава окружающего воздуха:



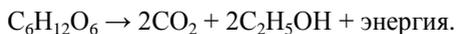
Потери массы при дыхании хранящихся растительных продуктов могут достигать значительных размеров, если режимы хранения далеки от оптимальных. Выделяющиеся при этом тепло и влага могут быть причиной дальнейшего усиления процесса дыхания. Это происходит при плохой вентиляции хранящихся продуктов.

Интенсивность дыхания зависит от внешних факторов (температуры, влажности зерна, газового состава воздуха). Кроме того, на интенсивность дыхания влияют: ботанические особенности, зрелость, наличие травм, проросших зерен и т. д. Масса продукции с повышенной интенсивностью дыхания менее стойка при хранении. Особенно возрастает интенсивность дыхания при механических повреждениях и микробиологических заболеваниях.

Значительное влияние на интенсивность дыхания оказывает содержание в зерне свободной воды. Чем зерно влажнее, тем интенсивнее оно дышит. Так, в сыром зерне с влажностью более 17 %, интенсивность дыхания возрастает в 20–30 раз по сравнению с сухим зерном, имеющим влажность ниже 14 %.

Важным фактором, влияющим на интенсивность дыхания, является температура. С повышением температуры интенсивность дыхания увеличивается. В определенном интервале повышение температуры на 10 °С приводит к увеличению интенсивности дыхания в 2–3 раза. При высоких температурах (+50 °С и более) интенсивность дыхания снижается вследствие разрушения веществ, входящих в состав клеток (самосогревание).

На интенсивность дыхания также большое влияние оказывает газовый состав воздуха. Повышенные концентрации углекислого газа и пониженные концентрации кислорода сильно тормозят аэробное дыхание растительных продуктов. При снижении концентрации кислорода до 2 % и менее растительные организмы переходят на *анаэробное* дыхание:



Выделяющийся при этом этиловый спирт губительно действует на растительные ткани, приводит к потере всхожести семян. Однако при анаэробном дыхании выделяется значительно меньше тепла, чем при интенсивном аэробном дыхании.

При дыхании происходят потери сухого вещества, увеличивается влажность массы, изменяется состав воздуха в массе продукции и накапливается тепло. Все это приводит к необходимости организации

хранения продукции растениеводства в условиях, сокращающих до минимума процессы дыхания. Если дыхание замедлено (интенсивность его очень низкая), то оно не оказывает отрицательного влияния на сохранность и качество зерна и семян, происходят только незначительные потери массы (в пределах норм естественной убыли), за год не превышающие, как правило, 0,1–0,2 % при правильном хранении сухого зерна. При хранении очень сырого зерна (с влажностью более 20 %), находящегося в неохлажденном состоянии, такие же потери массы сухого вещества могут произойти за одни сутки. При интенсивном дыхании происходят не только потери в массе, но и значительные потери в качестве зерна и семян. Самым отрицательным следствием дыхания в этом случае является выделение большого количества тепла, приводящего к самосогреванию зерновой массы.

Послеуборочное дозревание – комплекс сложных биохимических процессов в зерне и семенах при хранении, приводящих к улучшению их посевных и технологических качеств. Дозревание заключается в повышении жизнеспособности семян, их всхожести и энергии прорастания. Отмечается также улучшение технологических качеств в небольших пределах: повышается качество сырой клейковины в зерне пшеницы, увеличивается выход масла при переработке маслосемян.

Послеуборочное дозревание происходит только в том случае, если синтетические процессы в семенах преобладают над гидролитическими. А для этого необходимо, чтобы зерно находилось в сухом состоянии (с влажностью ниже критической). Это главное условие для нормально протекающего процесса дозревания. В свежееубранном зерне с повышенной влажностью преобладание процессов гидролиза приводит не к уменьшению физиологической активности, а к ее дальнейшему росту. Семена не только не улучшают своих посевных качеств, но могут и снизить их. Послеуборочное дозревание в таких партиях зерна не происходит.

Важнейшим условием, обеспечивающим процесс послеуборочного дозревания, является также температура. Семена дозревают только в условиях положительной температуры и наиболее интенсивно при 15–30 °С. Поэтому в первый период хранения сухие свежееубранные семена не следует значительно охлаждать. Наиболее интенсивно послеуборочное дозревание протекает при активном доступе воздуха к семенам. Недостаток кислорода и накопление в зерновой массе диоксида углерода замедляют дозревание. При благоприятных условиях хранения процесс послеуборочного дозревания семян основных злако-

вых культур заканчивается в течение полутора-двух месяцев. Таким образом, послеуборочное дозревание имеет не только технологическое, но и экономическое значение.

Прорастание. При хранении зерна и семян следует исключить их прорастание, которое сопровождается полной утратой семенных качеств и резким ухудшением технологических достоинств вследствие активного гидролиза запасных питательных веществ. Прорастание сопровождается усиленным дыханием, выделением тепла, потерей массы сухого вещества (в течение 5 сут после начала прорастания зерно хлебных злаков теряет 4–5 % сухого вещества). Зерно при этом приобретает солодовый запах и сладкий вкус, т. е. утрачивает свою свежесть.

Прорастание становится возможным в результате накопления зерном *капельно-жидкой* влаги (не менее 50 % от массы зерна), которая поступает в зерновую массу при нарушении правил перевозки и хранения (негерметичное хранилище: попадание в него атмосферных осадков через неисправную крышу, доступ грунтовых и талых вод через пол). Также капельно-жидкая влага образуется как конденсат при перепадах температур в различных участках зерновой массы вследствие явления *термовлагопроводности* – переноса влаги с потоками тепла (из теплых участков в холодные). Все эти процессы нельзя допускать при хранении зерна.

Самосогревание зерновых масс при хранении. Самосогревание – повышение температуры зерновой массы вследствие протекающих в ней физиологических процессов и низкой теплопроводности. При этом температура зерновой массы может повышаться до 55–65 °С и даже выше, что приводит к значительному ухудшению качества зерна. Самосогревание – комплексное явление, которое возникает в результате активной жизнедеятельности зерна основной культуры, семян сорных растений, микроорганизмов, насекомых и клещей. Интенсивность самосогревания зависит от нескольких факторов.

Состояние зерновой массы – зависит от исходной влажности, температуры, физиологической активности и состава микрофлоры.

Самосогревание чаще всего наблюдается в партиях зерна, заложенных на хранение во влажном и сыром состоянии и хранящихся при температуре выше 10 °С. Так, при температуре 10–15 °С начальные стадии самосогревания развиваются очень медленно, а ниже 8–10 °С оно обычно не возникает.

После достижения максимальной температуры самосогревания (60–65 °С) начинается медленное естественное охлаждение зерновой массы из-за гибели всех живых компонентов под действием высоких температур. Однако зерно и семена к этому времени полностью утрачивают пищевые, кормовые и посевные качества. Самосогревание ни в одной зерновой массе само по себе не прекращается раньше, чем будет достигнута максимальная температура.

Физиологическая активность зерновой массы. Партии свежеубранного зерна, не прошедшие послеуборочного дозревания, а также незрелое, проросшее зерно характеризуется повышенной физиологической активностью. Оно менее устойчиво при хранении и в нем раньше возникает самосогревание.

Неадекватное состояние зернохранилищ и их неадекватная конструкция: чем лучше гидроизолировано зернохранилище и менее теплопроводны его стены, пол и крыша, тем меньше опасность возникновения самосогревания.

В зависимости от состояния зерновой массы и условий хранения самосогревание может возникнуть в различных ее частях. В практике хранения зерна различают следующие виды самосогревания: гнездовое, пластовое и сплошное.

Гнездовое самосогревание может возникнуть в любом участке при нарушении основных правил размещения зерна и ухода за ним. Причинами возникновения гнездового самосогревания могут быть увлажнение какого-то участка зерновой массы в результате неисправности крыши или плохой гидроизоляции стен хранилища; засыпка в одно хранилище зерна с различной влажностью и образование очага с повышенной влажностью; образование участка с повышенным содержанием примесей, пыли и микроорганизмов; скопление насекомых и клещей в одном участке насыпи.

Пластовое самосогревание может возникнуть при увлажнении отдельных слоев насыпи. Различают самосогревание верховое, низовое, вертикально-пластовое.

Верховое самосогревание встречается при хранении зерновой массы в периоды наибольшего перепада температур зерна и атмосферного воздуха, т. е. поздней осенью и весной.

Низовое самосогревание развивается в нижнем слое насыпи на расстоянии 20–50 см от пола. Оно возникает в складах ранней осенью при засыпке теплого зерна с повышенной влажностью на холодный пол.

Вертикально-пластовое самосогревание характеризуется образованием вертикального греющегося пласта в зерновой массе, хранящейся в складах и силосах. Причина этого самосогревания – неравномерный обогрев или охлаждение стен хранилища или их увлажнение.

Сплошное самосогревание – это повышение температуры во всей зерновой массе за исключением строго ограниченных периферийных участков. Оно обычно бывает следствием других видов самосогревания и появляется при хранении зерна с высокой влажностью и значительным содержанием примесей.

2.2.4. Влияние жизнедеятельности микроорганизмов и насекомых на хранение зерна и семян

Ежегодно в мировом хозяйстве при хранении теряют значительную часть продукции в результате активной жизнедеятельности микрофлоры, главным образом бактерий и грибов. Воздействие микроорганизмов на состояние и свойства зерновой массы может проявляться в следующих формах:

- потери партий зерна признаков свежести, т. е. изменение цвета, запаха, вкуса и титруемой кислотности;
- ухудшение технологических качеств зерна (крупяных, мукомольных и хлебопекарных);
- снижение посевных и товарных качеств зерна в связи с поражением зародышей;
- приобретение зерном токсических свойств;
- образование и накопление в зерновой массе значительного количества тепла;
- потери в массе сухого вещества зерна.

Начальный период развития микроорганизмов протекает внешне незаметно. Опасность этого периода заключается в том, что, получив возможность для своего активного развития, бактерии и плесени обычно не прекращают своей жизнедеятельности без вмешательства человека и разрушительная их работа может привести зерновую массу к последней стадии самосогревания или заплесневения и гниения. Следовательно, важно не допустить в зерновой массе активного развития микроорганизмов. Этого достигают своевременной обработкой зерновых масс при хранении.

Факторы, влияющие на развитие микроорганизмов: влажность, температура и степень аэрации. Существенную роль играют целостность и состояние покровных тканей продукта, его жизненные функции, количество и состав примесей.

Важнейшее условие, определяющее возможность развития микроорганизмов в продукции, – влажность. В целом, чем больше свободной влаги, тем интенсивнее развиваются микроорганизмы. Наименее требовательны к влаге плесневые грибы. Их активное развитие возможно при влажности зерна 15–16 % и более. Бактерии и дрожжи образуются при влажности 18 % и более. Поскольку картофель, овощи и плоды содержат особенно много воды и хранятся в сыром состоянии, активное развитие микроорганизмов – основная причина их порчи при хранении. Наиболее распространенные микроорганизмы, поражающие овощи, плоды и картофель во время уборки, транспортирования и хранения – грибки (вызывают микозы: гнили, фитофтора, серая плесень и др.), бактерии (бактериозы – слизистый бактериоз, мокрая гниль и др.).

По отношению к температуре основную часть микрофлоры растительного сырья составляют мезофильные микроорганизмы (минимум развития при температуре +5–10 °С, оптимум – при +20–30 °С и максимум – при +40–45 °С). Следовательно, понижение температуры продукции при хранении до +8–10 °С и ниже значительно задерживает их развитие.

Микрофлора хранимой продукции почти полностью состоит из аэробных микроорганизмов, поэтому только полная герметизация исключает возможность их развития.

Активному развитию микроорганизмов способствуют травмированные экземпляры продукции. При нарушении покровных тканей внутренние части становятся доступными для питания многих микроорганизмов, не способных разрушать клетчатку, что ускоряет их развитие. Микроорганизмов в партии продукции тем больше, чем больше в ней примесей.

Вредители хлебных запасов (насекомые, клещи, мышевидные грызуны) – это одна из причин, приводящая к значительным потерям и снижению качества зерна в процессе хранения. Насекомые-вредители представляют огромную опасность для сельского хозяйства всех стран мира. Во всем мире ведется постоянная борьба с насекомыми-вредителями как в поле (полевые вредители), так и при хранении продукции (амбарные вредители, вредители злаков). Основными вредите-

лями зерна в хранилищах и продуктов его переработки в Республике Беларусь и странах СНГ являются жуки (отряд Coleoptera), хлебные или мучные клещи (Tyroglyphoidea, или Acaroidea) и бабочки (отряд Lepidoptera).

Наиболее распространенными и вредоносными являются: долгоносик амбарный, долгоносик рисовый, большой мучной хрущак, малый мучной хрущак, зерновой точильщик, амбарная зерновая моль, моль зерновая настоящая, мучные клещи и другие насекомые. Для вредителей хлебных запасов характерной особенностью является высокая приспособленность к существованию в насыпях зерна. Для их развития, в отличие от плесеней хранения, не требуется высокая влажность, они могут, за исключением клещей, развиваться в сухом зерне.

Потери зерновой продукции от жизнедеятельности вредителей могут достигать 30–50 %, при этом, в ряде случаев, полностью теряются продовольственные, фуражные и семенные качества зерна. Продукты жизнедеятельности амбарных вредителей небезопасны для людей и животных. Зараженное зерно не соответствует требованиям стандартов и на него не выдаются сертификаты соответствия.

Характер повреждения зерна вредителями может быть различен. Амбарный и рисовый долгоносики питаются эндоспермом зерна, амбарные огневки и клещи только зародышами, кожееды, мавританская козявка и мучные хрущаки сначала выедают зародыш, а затем эндосперм.

Для вредителей хлебных запасов характерной особенностью является высокая приспособленность к существованию в насыпях зерна. Для их развития, в отличие от плесеней хранения, не требуется высокая влажность, они могут, за исключением клещей, развиваться в сухом зерне. При оптимальных условиях амбарные вредители имеют высокую плодовитость и быстрое развитие, достигают значительной численности. Подсчитано, что один жук амбарного и рисового долгоносиков способен за свою жизнь уничтожить 80 зерен. Особенно опасны вредители при хранении запасов семян, так как поврежденные зерна значительно теряют всхожесть. Вредители хлебных запасов не только питаются, но и загрязняют зерновую массу своими экскрементами, умершими особями, паутиной, продуктами метаболизма и различной микрофлорой. Из поврежденного зерна мука получается низкосортной, с ухудшенными хлебопекарными и вкусовыми качествами. Поэтому они представляют главную проблему в обеспечении санитарного состояния и качества хлебопродуктов.

Насекомые и паукообразные могут быть первопричиной возникновения гнездового самосогревания. Выедая зародыши, они снижают посевные качества семян. Гусеницы бабочек выделяют паутину, которая склеивает зерновую продукцию в большие комки. Эти комки могут закупоривать выпуски из хранилищ, самотеки.

Млекопитающие вредители (мыши, крысы) повреждают здания, оборудование, тару, электрические кабели. Млекопитающие и птицы могут переносить на своем теле насекомых-вредителей, быть переносчиками инфекционных заболеваний.

Отдельным вредителям хлебных запасов свойственно явление танатоза, т. е. полной неподвижности, замирания, тем самым они спасаются от механических повреждений. При неблагоприятных условиях для развития клещи меняют цикл развития и образуют устойчивую к фумигантам и неблагоприятным условиям форму – гипопус. В этой форме клещи способны жить без пищи несколько лет. При влажности зерна свыше 14 % клещи могут проникать со стороны зародыша внутрь эндосперма, образуя скрытую форму зараженности, и бороться с ней очень трудно.

С целью предупреждения массового развития вредителей хлебных запасов проводится контроль наличия вредителей и создаются условия, исключающие развитие насекомых и клещей. Размножение, развитие, продолжительность жизни насекомых и клещей и другие показатели их жизнедеятельности зависят от состояния окружающей среды. Знание экологических факторов среды и отношения к ним насекомых и клещей помогает правильно организовать наиболее эффективные методы защиты зерна и продуктов его переработки при хранении, создать условия, ограничивающие рост численности популяций, добиться полного их уничтожения и тем самым значительно сократить размеры причиняемого ими вреда.

На насекомых и клещей из группы вредителей хлебных запасов влияют многие экологические факторы. Важнейшими из них являются: пища, температура, влага, свет, состав атмосферы.

Температура тела насекомых и клещей в большой степени зависит от температуры окружающей среды. Поскольку все процессы обмена веществ между организмом и средой протекают при различной температуре с разной скоростью, то влияние температурного фактора среды в жизни насекомых и клещей имеет очень большое значение, гораздо большее, чем для теплокровных животных. Для каждого вида вредителя существует благоприятная температурная зона, в пределах которой

происходит нормальное развитие. Внутри этой зоны имеется интервал, называемый оптимумом, при котором создаются наиболее благоприятные условия для популяции неосновным жизненно важным показателям. Оптимальная температура для развития большинства насекомых-вредителей зерна колеблется от 26 до 37 °С.

Низкие температуры оказывают тормозящее действие на развитие насекомых. Находясь в холодовом оцепенении, насекомые не погибают до тех пор, пока минусовая температура их тела не снизится до критической точки. Неблагоприятно влияют на насекомых и клещей и высокие плюсовые температуры, лежащие выше оптимальной зоны. Небольшое повышение температуры за оптимум сначала вызывает у них несколько возбужденное состояние, прекращение питания и размножения. При значительном отклонении температуры животные впадают в тепловое оцепенение, вслед за которым наступает смерть в результате перегрева тела и свертывания белков. Эти явления у разных видов насекомых и клещей наступают при различной температуре и продолжительности ее действия.

При обилии пищи и при достаточной влажности зерновых продуктов вредители хлебных запасов могут развиваться катастрофически быстро. Учитывая чувствительность насекомых и клещей к температуре, можно во время хранения продуктов создавать условия, ограничивающие развитие вредителей или даже губительные для них.

2.2.5. Мероприятия, повышающие стойкость зерновых масс при хранении

Послеуборочная обработка – это комплекс взаимосвязанных технологических транспортных операций по приемке, очистке, сушке и активному вентилированию зерна. К технологическим приемам, способствующим обеспечению сохранности зерновых масс и применению определенных режимов хранения, относят: сушку и очистку зерновых масс от примесей, их активное вентилирование, обеззараживание от вредителей, химическое консервирование. Главными приемами послеуборочной обработки являются сушка и очистка зерна и семян с целью доведения их до требуемых кондиций по влажности и засоренности. Если сушка проводится при влажности зерна выше критической, то очищают от примесей все партии свежубранного зерна.

В настоящее время широкое распространение получила обработка зерна в потоке, которая представляет собой систему операций, прово-

димых в определенной последовательности и выполняемых одна за другой. При этом можно совмещать самые разнообразные операции обработки зерна в зависимости от особенностей культуры, исходного качества, метеорологических условий, целевого назначения и материально-технической базы предприятия.

При организации поточной обработки предусматривают соблюдение условий: круглосуточную бесперебойную приемку зерна; полную сохранность зерна в процессе послеуборочной обработки; формирование партий зерна по качеству в соответствии с целевым назначением; минимальный расход топлива и электроэнергии; сокращение затрат труда.

Для обработки зерна в потоке созданы технологические линии, состоящие из комплекса машин и сооружений, связанных между собой в заданной последовательности подъемно-транспортными механизмами.

Схема приемки и обработки зерна в потоке может включать следующие операции:

- определение качества (влажность, засоренность);
- взвешивание;
- разгрузка;
- предварительная очистка (удаление грубых примесей);
- временное хранение с активным вентилированием;
- сушка;
- первичная очистка (доведение зерна до заготовительных кондиций).

Для семенных партий дополнительно:

- вторичная очистка (доведение зерна до посевных кондиций);
- специальная очистка (удаление трудноотделимых примесей);
- пневмосортирование.

Необходимость каждой операции устанавливают исходя из качества поступающего зерна и его назначения. Поскольку каждая технологическая линия имеет определенную пропускную способность, а фактическое поступление зерна может быть более или менее интенсивным, то для равномерной загрузки линий их оборудуют накопительными емкостями. При использовании накопительных емкостей их оборудуют установками для активного вентилирования и охлаждения зерна. При разработке схем послеуборочной обработки зерна руководствуются: объемами и сроками приемки, обработки, хранения и отпуска зерна; техническими нормами производительности оборудования расхода энергии; режимами очистки, сушки и активного вентилирования.

Очистка зерна и семян от примесей. Присутствие в зерновой массе примесей значительно ухудшает качество хранящегося зерна, так как они, как правило, обладают повышенной влажностью и обсеменены патогенными микроорганизмами. Очистка зерна преследует следующие цели: повышение семенных качеств; улучшение условий хранения; снижение транспортных расходов на перевозку; снижение зараженности вредителями хлебных запасов; создание благоприятных условий для сушки. Очистка зерна считается эффективной, если содержание сорной примеси после нее составляет не более 2 %, зерновой – не более 5 и вредной – не более 0,2 %.

Под сепарированием понимается процесс механического разделения зерновой смеси, предусматривающий полное выделение зерен основной культуры и разделение отсортированных зерен на составные, более однородные части (фракции). Машины для очистки зерновых масс – сепараторы – условно делят на две группы: простые и сложные.

Простые – сепараторы, у которых смесь разделяется по одному признаку на две фракции. К ним относят решето с одинаковыми (по форме и размерам) отверстиями, триер с одинаковыми ячеями, пневмоканал однократного действия.

К сложным зерноочистительным сепараторам относят сепаратор, состоящий из нескольких простых сепараторов: 3 различных решет (приемного, сортировочного и подсевного) и 2 пневмосепарирующих каналов (предварительной и окончательной продувки), а также рассев для сортирования зернопродуктов. Зерно очищают по следующим признакам: аэродинамическим свойствам; ширине и толщине зерна; длине зерна; плотности зерна; по форме и состоянию поверхности зерна; по металломагнитным свойствам. Если указанные свойства зерна и примесей различны, то их можно очень легко разделить на соответствующих зерноочистительных машинах. Если примеси по физико-механическим свойствам сходны с зерном основной культуры, то их называют трудноотделимыми. Полностью очистить зерно от трудноотделимых примесей сложно.

В зависимости от линейных размеров зерна и примесей очистка проводится по различным параметрам:

С учетом ширины – на решетках с круглыми отверстиями.

С учетом толщины – на решетках с продолговатыми отверстиями.

С учетом формы поперечного сечения – на решетках с круглыми или треугольными отверстиями. Например, стручки (плоды) дикой

редьки (сечение в форме круга) остаются на поверхности решета с треугольными отверстиями, а зерна гречихи (треугольной формы) проходят через отверстия. Через решето с треугольными отверстиями проходят и сорные семена татарской гречихи (треугольной формы), а пшеница, засоренная этими сорными семенами, остается на поверхности. Эффективность разделения подобных смесей повышают путем предварительной сортировки исходного материала по ширине на решетках с круглыми отверстиями;

В зерноочистительных машинах применяют пробивные (штампованные) решета, изготавливаемые из оцинкованной листовой стали. Отверстия в них имеют круглую или прямоугольную форму. Реже применяют отверстия другой формы, например, треугольные. Рабочим размером отверстий являются: для круглых – диаметр, прямоугольных – ширина, треугольных – сторона правильного треугольника.

Заводы выпускают решета с круглыми отверстиями диаметром от 0,8 до 40 мм. Номер такого решета – это число, в десять раз большее диаметра отверстия, например, решето № 8 имеет диаметр отверстий 0,8 мм. С прямоугольными отверстиями предусмотрены решета шириной от 0,5 до 10 мм.

Оптимальный режим очистки зерна и семян достигается за счет правильного подбора решет по форме и размеру отверстий. При этом производительность решет с продолговатыми отверстиями выше, чем решет с круглыми отверстиями, но последние дают некоторое преимущество по качеству сепарирования.

С учетом длины зерно сепарируют на ячеистой поверхности. На решетках не разделяются зерна с одинаковым поперечным сечением и различной длиной. Для их сепарирования используют триерные поверхности с полусферическими ячеями. При движении смеси по ячеистой поверхности короткие зерна попадают в ячеи, затем в сборный лоток и далее с помощью шнека выводятся из сепаратора. Длинные зерна не попадают в ячеи, скользят по триерной поверхности и сходят с нее. Применяемые для очистки пшеницы и ржи от коротких примесей (куколя, битых зерен, гречихи, дикого гороха) машины называют куколеотборочными. В них выделенные короткие примеси попадают в проход, а сходом идет очищенное зерно. Триеры, применяемые для очистки пшеницы и ржи от длинных примесей (овсюга, овса, ячменя), называют овсюгоотборочными машинами. Зерна пшеницы и ржи, как более короткие, попадают в проход, а в сход попадают зерна ячменя и овса.

При очистке зерна и семян от примесей часто используют их *различия в аэродинамических свойствах*. Они обусловлены различиями в самом строении зерновок, их массе и величине. Семена сорняков могут быть очень легкими, покрыты волосками, сухими остатками чашечки и т. п. Такие семена сравнительно долгое время могут держаться в потоке воздуха, не падая.

Значения критических скоростей потока воздуха для зерновок различных культур и сорных примесей колеблются в широких пределах. Так, скорость витания, или взвешивающая скорость воздуха, для зерна пшеницы составляет 9,0–12,0 м/с, ржи – 8,5–10,0 м/с, кукурузы и ячменя – 8,5–11,0 м/с, овса – 8–9 м/с, для большинства же сорных примесей – 4–6 м/с.

Скорость витания основной массы семян сорных растений за небольшим исключением лежит в пределах скоростей витания зерен основных культур, и полное отделение потоками воздуха семян сорняков возможно только при уносе с ними некоторого количества зерен основной культуры. Однако потери эти незначительны, так как вместе с сорняками уносится небольшое количество мелких, неполноценных зерен.

С учетом аэродинамических свойств зерна и его примесей воздушным потоком, создаваемым в зерноочистительных машинах, из зернового вороха, поступившего на очистку, выделяются легкие органические примеси – мякина, солома, кусочки соломы, пылевидные частицы, отдельные семена сорняков, обладающие высокой парусностью, различиями в скоростях витания зерна и примесей. На этом принципе основана работа пневмосепарирующей части зерноочистительных машин, аспирационной колонки и аспиратора с двукратным продуванием зерновой смеси.

Сушка зерна. Процесс удаления из зерновой массы влаги, ведущий к ее обезвоживанию и повышению содержания сухой массы, а также к снижению ее физиологической активности, получил название сушки зерна и семян. Зерно сушат для снижения его влажности до кондиционной, при которой его можно хранить длительное время без порчи и потерь.

Удалить влагу из зерна можно различными способами: механическим путем – отжимом в центрифуге (при мойке зерна на мелькомбинатах) или смешиванием зерна с веществами, быстро поглощающими воду – сорбентами. Но сорбционная сушка зерна занимает много времени, она малоэффективна, при ее использовании влажность зерна снижается на небольшую величину.

Основным, широко применяемым в практике работы с зерном, способом сушки служит метод удаления влаги при ее испарении за счет подвода извне энергии, идущей на преодоление силы связи влаги с сухим веществом зерна, а также на теплоту парообразования. Сушку с использованием тепла называют тепловой. В зависимости от способа подвода тепла к зерну для испарения влаги сушка получила название *конвективной, кондуктивной и терморadiационной*.

При сушке кондуктивным способом теплота к зерну передается от нагретой поверхности, а водяной пар, выделяемый при этом способе сушки, поглощается пропускаемым через сушильную камеру воздухом, выполняющим в данном случае функцию только влагопоглотителя. Этот способ сушки имеет существенный недостаток – зерна, находящиеся в нижней части слоя и непосредственно соприкасающиеся с горячей поверхностью, интенсивно нагреваются и перегреваются. Зерно, находящееся на поверхности слоя, нагревается слабо и медленно просушивается. В производстве этот способ в чистом виде используется мало.

Наибольшее применение получила *конвективная сушка*. При таком способе сушки теплота к зерну передается от нагретого воздуха или агента сушки, представляющего смесь воздуха с продуктами сгорания топлива. Агент сушки здесь выполняет функции и теплоносителя, и влагопоглотителя. Преимущество конвективного способа сушки зерна заключается в том, что агент сушки служит не только для подвода и передачи тепла зерну, но и одновременно для поглощения испаряющейся из него влаги.

Небольшие партии семенного зерна можно сушить терморadiационным способом, или, как его еще называют, воздушно-солнечным. Это старейший и дешевый способ сушки. Зерно здесь получает теплоту от солнечной энергии. При таком способе сушки ускоряются процессы послеуборочного дозревания свежесобранного зерна. Недостатками этого способа сушки является то, что ее можно проводить только в сухую теплую погоду, имеет высокую трудоемкость, а также значительную продолжительность и низкую эффективность процесса сушки.

Обычно конвективный и кондуктивный способы сушки зерна применяются совместно: холодное зерно нагревается конвективно от газообразного теплоносителя, а кондуктивно – при соприкосновении с нагретыми конструкциями сушиллки и с уже горячим зерном.

Сушка зерна проводится в основном в специальных зерносушилках. В Республике Беларусь наиболее распространены шахтные зерносушилки. Свое название они получили из-за наличия в них одной или двух вертикальных прямоугольных камер, называемых шахтами, заполняемых в процессе работы просушиваемым зерном. В шахте только верхняя часть является сушильной камерой, а нижняя служит зоной охлаждения зерна, здесь находится охладительная камера. Конструкция сушильной и охладительной шахт одинакова. Для создания определенного запаса сырого зерна над шахтами предусмотрены бункера. Из них в шахты поступает зерно и движется к низу шахты за счет силы тяжести и присущей зерновой массе сыпучести. Агент сушки подается, а отработанный отводится, проходя через так называемые короба, установленные по всей высоте шахты. Короба из листовой стали имеют пятигранную форму. В основании короба нижняя часть отсутствует. По назначению короба различают: подводящие и отводящие агент сушки. Подводящие короба открыты со стороны подвода агента сушки, а отводящие – со стороны выхода отработавшего агента сушки.

При сушке все пространство между коробами заполнено зерном. Агент сушки поступает в шахту из подводящего короба, проходит через слой зерна и выходит из него по отводящим коробам. Подводящие и отводящие короба размещаются через один в каждом ряду или через ряд.

Сушка зерна идет в верхней части шахты, в нижней – охлаждение, поэтому сверху зерно продувается агентом сушки, внизу – воздухом. Длительность пребывания зерна в шахте регулируется выпускным механизмом, расположенным в ее нижней части. Чем дольше зерно находится в шахте, тем больше на него воздействует агент сушки и тем больше оно теряет влаги. В среднем продолжительность нахождения зерна в шахте около 40 мин, за это время влажность снижается на 4–6 %.

Существенный недостаток шахтных зерносушилок заключается в том, что зерно в них находится в непосредственном соприкосновении со стенками горячих коробов, температура которых достигает 140–150 °С. Вследствие этого зерно может перегреваться, что весьма опасно для зерна, предназначенного на семенные цели.

Шахтные прямоточные зерносушилки имеют ту особенность, что в них зерно проходит стадии сушки и охлаждения за один проход через сушилку. Это позволяет за один проход зерна через сушилку снять не более 6 % влаги. Если необходимо удалить большее количество влаги,

то зерно сушат повторно, и весь процесс сушки усложняется и удорожается.

К типу шахтных сушилок относятся зерносушилки СЗШР-8 и СЗШР-16, СЗШ-20, S 616, GDT-300/20/3 и др., предназначенные для сушки зерна и семян, предварительно прошедших очистку на зерноочистительных агрегатах.

Шахтные зерносушилки довольно просты в устройстве и обслуживании, имеют относительно невысокий удельный расход тепла и электроэнергии и дают неплохие результаты сушки зерна.

Вместе с тем прямоточные шахтные зерносушилки имеют ряд недостатков:

1) невозможность сушки неочищенного зерна, поступающего непосредственно из-под комбайнов, так как при наличии в зерне даже небольшого количества сорных примесей в шахтах образуются застои зерна и происходит его загорание;

2) малый удельный, $\text{кг}/\text{м}^3$, съём влаги;

3) неравномерность нагрева и сушки зерна в разных частях шахты;

4) невозможность сушки за один пропуск сырого зерна, что увеличивает расходы на повторную сушку;

5) невозможность точного измерения температуры зерна в процессе сушки;

6) наличие конструктивных недостатков (несовершенство выпускных и воздухораспределительных устройств);

7) необходимость формирования до сушки больших партий сырого зерна с небольшими колебаниями по влажности.

Практически всех этих недостатков лишены рециркуляционные зерносушилки. Конструктивно рециркуляционные зерносушилки созданы на базе шахтных прямоточных зерносушилок. Но технология рециркуляционной сушки основана на смешивании определенного количества сырого зерна с большим количеством сухого (подсушенного). За один проход через рециркуляционную сушилку зерно независимо от исходной влажности удастся высушить до сухого состояния.

Зерно в рециркуляционных сушилках полностью сохраняет свои качественные показатели, так как влага из зерна испаряется в основном в период его охлаждения. Такие сушилки сушат и частично очищают зерно от отличающейся от него по аэродинамическим свойствам легкой примеси. Зерносушилки с рециркуляцией по конструктивному исполнению и способу нагрева зерна выпускают рециркуляционные с камерами нагрева и шахтные рециркуляционные без камер нагрева.

Наибольшее распространение получили газовые рециркуляционные зерносушилки «Целинная-50», «Целинная-30» и РД-2×25–70.

Режим сушки зерна характеризуется следующими основными параметрами: температурой максимального нагрева зерна; временем пребывания зерна в нагретом состоянии; температурой агента сушки, подаваемого в сушильную камеру; скоростью движения агента сушки. Оптимальный режим сушки устанавливают с учетом культуры, исходной влажности зерна, его целевого назначения, типа сушилки. При этом нужно учитывать прежде всего температуру нагрева зерна, позволяющую сохранить зерно как живой организм (табл. 11).

Таблица 11. **Примерные режимы сушки семенного зерна на зерносушилках шахтного типа**

Культура	Группа по влажности	Влажность семян до сушки, %	Пропуск семян через сушилку	Температура нагрева семян, °С	Температура теплоносителя, °С
Пшеница Рожь Ячмень Овес	1	До 18	1	45	70
	2	19–20	1	43–45	65
	3	21–26	1	42–43	60
			2	43–44	65
	4	Свыше 26	1	40	55
			2	41–43	60
			3	42–44	65
Люпин Горох Вика	1	До 18	1	38–40	50–60
	2	19–20	1	35–38	45–50
			2	38–40	50–55
	3	21–25	1	30–33	35–38
			2	33–35	45–50
			3	35–38	50–60
Гречиха Просо	1	До 18	1	40	55
	2	19–20	1	40	55
	3	21–25	1	38	50
			2	40	55
	4	Свыше 25	1	35	45
			2	40	55

При сушке фуражного и продовольственного зерна на шахтных сушилках температура его нагрева может быть повышена на 7–10 °С по сравнению с семенным зерном, а температура теплоносителя соответственно на 40–50 °С.

С увеличением исходной влажности зерна и семян температура их нагрева в начале сушки должна уменьшаться. Для зерна с влажностью выше 19–20 % применяют ступенчатый режим сушки. Если конструкция сушилки не позволяет использовать ступенчатый режим сушки, то зерно сушат за несколько пропусков через сушилку. Съем влаги за один проход через зерносушилку не должен превышать 6 % для зерна большинства злаковых культур и не более 4–5 % для семенного материала. При сушке зернобобовых культур рекомендуется снимать за один проход у партий продовольственного и фуражного назначения до 4 % влаги, а семенных – не более 2–3 %. При несоблюдении этого требования зерна сморщиваются или растрескиваются. При сушке масличных культур допускается снимать не более 2–3 % влаги.

Семенные партии любых культур сушат при более мягких режимах. Кроме того, более мягкого температурного режима сушки требуют семена кукурузы, бобовых культур, так как при высокой температуре в их зернах образуются трещины. При сушке с повышенной температурой пшеницы со слабой клейковиной ее качество может улучшиться. Но при сушке пшеницы с нормальной клейковиной при таком режиме клейковина может понизить качество и стать слишком крепкой.

Особое внимание необходимо уделять режимам сушки масличных культур. При использовании шахтных сушилок для сушки семян рапса влажностью более 18 % желательно применять двухфазную сушку. В первой фазе температура нагрева зерна составляет +35 °С, влажность семян снижают на 2–3 %. Во второй фазе сушки температура нагрева семян повышается до +40–45 °С. Для товарных семян рапса рекомендуется максимальная температура нагрева до +50 °С, максимальная температура теплоносителя – +80–85 °С.

На практике для рапса используют и более жесткие режимы сушки. Однако при быстрой сушке семена становятся хрупкими, хрупкое зерно легко бьется, масло окисляется. Даже при незначительном перегреве семян рапса их всхожесть снижается. Температура нагрева зародыша до +50–60 °С и более ведет к потере жизнеспособности семян. Такие семена после нескольких месяцев хранения пригодны только для производства низкокачественного масла.

После сушки зерно и семена должны обязательно охлаждаться атмосферным воздухом. Температура зерна, вышедшего из охладительной камеры, не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 10–15 °С.

Активное вентилирование. Принцип действия активного вентилирования сводится к интенсивному принудительному продуванию воздуха через неподвижную зерновую насыпь. Поток воздуха создает возможность воздействия на физиологические процессы, протекающие в массе зерна, управления ими и тем самым предупреждения возникновения нежелательных процессов в зерне, приводящих к ухудшению его качества, сведения к минимуму потери органических веществ.

В основе активного вентилирования лежит использование скважности зерновой массы, представляющей собой многочисленные межзерновые пространства, заполненные воздухом и соединенные друг с другом воздушными каналами, создающими воздухопроводящую среду. Воздух, нагнетаемый вентиляторами, из установок активного вентилирования проходит по всем межзерновым каналам, омывает каждую зерновку, удаляет водяные пары, изменяет температуру и газовый состав воздуха зерновой массы.

Широко используется в хранении зерновых масс и *пассивное* вентилирование. Но оно характеризуется незначительным воздухообменом, так как перемещение воздуха в зернохранилищах происходит только вследствие различий в его плотности из-за разности в температуре. Для сухого зерна, не требующего интенсивного воздухообмена, пассивная вентиляция вполне приемлема.

Совершенно иная картина наблюдается при хранении, даже временном, сырого или влажного зерна. Такое зерно обладает высокой интенсивностью физиологических процессов. Сроки хранения влажного и сырого зерна без снижения качества зависят от его влажности: чем она выше, тем короче срок временного хранения.

Активное вентилирование зерна снижает интенсивность дыхания и является одним из наиболее совершенных и доступных способов обработки зерна и семян как для временного сохранения свежесобранной зерновой массы, так и в стационарных хранилищах. Достоинством активного вентилирования является то, что его проведение не требует больших экономических затрат, так как оно полностью механизировано и почти не требует использования рабочей силы.

Активное вентилирование проводится как профилактическое, применяемое для предотвращения нежелательных изменений в состоянии зерна и семян при хранении, так и технологическое, целью которого является охлаждение, сушка, ликвидация очагов самосогревания, промораживание, обогрев семян перед посевом, фумигация, дегазация и т. д.

Профилактическое вентилирование свежееубранного зерна повышенной влажности, ожидающего сушку, проводят для сохранения его качества (временной консервации). С этой целью навесы, склады, площадки, бункеры и силосы оборудуют установками для активного вентилирования, где размещают на временное хранение сырое и влажное зерно. Вентилирование сырых и влажных партий зерна осуществляют холодным воздухом до того момента, когда освободятся сушилки. До проведения активного вентилирования зерно проходит предварительную очистку, позволяющую удалить примеси с повышенной влажностью и улучшить пропускную способность воздуха через зерновую массу.

Для охлаждения зерна наружным воздухом в процессе активного вентилирования необходимо, чтобы температура воздуха была ниже температуры зерна. Организуя работу на установках для вентилирования, следует учитывать колебания температуры воздуха в течение суток. В то же время следует учитывать и то, что в процессе охлаждения зерна более холодным атмосферным воздухом происходит не только тепло-, но и влагообмен между воздухом и зерном. Содержание влаги в зерне всегда стремится прийти в соответствие с количеством влаги в окружающей среде – равновесной влажности. Вентилировать зерно независимо от его влажности и относительной влажности воздуха рекомендуется лишь в том случае, если наружный воздух холоднее зерна в ясную погоду на 4 °С, а в дождливую и туманную – на 8 °С. Во всех остальных случаях необходимо учитывать влажность зерна и относительную влажность воздуха и проверять целесообразность активного вентилирования. Следует иметь в виду, что только определенная интенсивность продувания зернового слоя обеспечивает сохранение семенных и продовольственных качеств зерна.

Эффективно использовать установки активного вентилирования с целью охлаждения зерна, вышедшего из сушилок. Переоборудование нижней части шахты в сушильную зону и продувание через нее воздуха из установок активного вентилирования ускоряет процесс сушки, повышает производительность зерносушилок на 20–40 %.

Активное вентилирование семян способно не только обеспечить сохранность посевного материала, но и повысить их посевные свойства. Свежееубранные семена многих зерновых культур после уборки могут иметь пониженную всхожесть, в них не завершены сложные биохимические процессы, связанные с прохождением периода послеуборочного дозревания. Семенные партии зерна, имеющие по резуль-

татам проведенных в ГСИ анализов низкую всхожесть, вентилируют осенью в дневные часы теплым воздухом с большой его подачей, что снижает влажность семян. Для завершения послеуборочного дозревания осенью с наступлением морозной погоды не следует стремиться быстро охладить семенной материал, если семена сухие и в них не начинается самосогревание. В том случае, если проверка посевных качеств семян показала, что семена имеют высокую жизнеспособность, но низкую всхожесть, то такие семена подвергают весной воздушно-тепловому обогреву с последующей перепроверкой их всхожести. Такую обработку семенного материала с помощью установок активного вентилирования эффективно проводить, когда весной в дневные часы воздух прогреется не менее чем до 15 °С.

Для ликвидации очага самосогревания зерновую массу вентилируют высоким удельным расходом воздуха, от 100 до 200 м³/(ч·т) и более, при любых погодных условиях и влажности атмосферного воздуха. Греющееся зерно вентилируют до тех пор, пока оно не охладится до температуры, близкой к температуре наружного воздуха в ночное время, или не будет ее превышать более чем на 3–5 °С. Если через 6–8 ч вентилирования зерно не охладится, снижают высоту насыпи зерна или увеличивают подачу воздуха.

В хранящихся зерновых массах крайне нежелательна активная жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей хлебных запасов. Активное вентилирование холодным воздухом замедляет жизнедеятельность вредителей, но не может полностью прекратить их размножение. Поэтому в зимнее время активную вентиляцию применяют для снижения температуры зерновой насыпи до отрицательных значений. Зерно, подвергнутое промораживанию, резко снижает активность всех физиолого-биохимических процессов, и в нем приостанавливается жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей хлебных запасов. Промораживание зерновых насыпей до температуры –4–5 °С заставляет их впадать в состояние анабиоза, а при длительном воздействии отрицательных температур вредители погибают. Промораживание сухих семян не ведет к снижению посевных качеств и технологических свойств сырого продовольственного зерна.

Для борьбы с вредителями хлебных запасов широко используют химические вещества – фумиганты, но после их использования нужно осуществить дегазацию. Ускоряет этот процесс активное вентилирование теплым наружным воздухом.

В мировой практике применяется огромное количество установок активного вентилирования различного конструктивного исполнения, которые можно классифицировать по нескольким признакам.

По конструктивному оформлению камеры: бескамерные (напольные); вентилируемые бункеры, закрома; силосы различной формы.

По назначению: для консервации зерна охлаждением; универсальные (для сушки и охлаждения); аэрационные.

По способности к передвижению: стационарные; переносные.

По способу подвода воздушного потока в зерновую массу: с вертикальным односторонним; с горизонтальным радиальным (одно- и двусторонним); с горизонтальным поперечным; со смешанным воздухо-распределением.

По типу воздухо-распределительных устройств: с коробами или каналами; с перфорированным «ложным» полом; с перфорированными трубами; с жалюзийными стенками; с перфорированными центральным и наружным цилиндрами.

По типу разгрузочных устройств: саморазгружающиеся; с пневмовыгрузными устройствами; со шнековыми разгрузчиками.

Стационарная установка СВУ-2 состоит из 22 сдвоенных и 4 оди-нарных воздухо-распределительных каналов, располагаемых в полу типового склада, вместимостью 3200 т, сверху каналы накрыты деревянными щитами на уровне с полом. Из воздухо-распределительного канала воздух поступает в зерновую насыпь и выходит по всей длине через щели, образующиеся между щитами и боковыми стенами канала.

На установке СВУ-2 вентилируют зерно пшеницы, ячменя, ржи, овса, бобовых культур с влажностью не выше 24 %, а зерно проса, гречи и подсолнечника с влажностью не более 22 %.

Стационарная вентиляционная установка СВУ-63 предназначена для вентилирования зерна с влажностью до 26 % и сушки его в насыпи с исходной влажностью до 30 %. Каналы установки СВУ-63 обеспечивают пропуск большого количества воздуха и равномерное его распределение по площади пола склада. Она позволяет вентилировать в 1,5–2,5 раза больше зерна, чем на других установках. При формировании партий зерна до вентилирования допускается и большая высота насыпи, чем над другими установками.

Вентилируемые бункера служат для вентилирования и сушки зерна в основном семенного назначения. Вместимость их от 12,5 т до 400 т.

Телескопическую вентиляционную установку ТВУ-2 применяют для вентилирования зерна на токах и в складах. Подача воздуха в зерновые

насыпи происходит из пятизвенных труб, они в собранном виде уложены на металлические салазки, что позволяет перемещать их по току. Расстояние между трубами дифференцируют в зависимости от величины исходной влажности зерна и высоты насыпи.

2.2.6. Режимы и способы хранения зерна

Режимы хранения направлены на снижение до минимума интенсивности физиологических процессов в самом зерне и предотвращение развития микроорганизмов и вредителей. Интенсивность всех протекающих в зерновой массе физиологических процессов зависит от одних и тех же факторов, важнейшими из которых являются: влажность зерновой массы и содержание влаги в окружающей среде (воздухе, элементах конструкций хранилища, таре и т. п.); температура зерновой массы и окружающих ее объектов; доступ воздуха к зерновой массе. Эти условия закономерно воздействуют на жизнедеятельность всех живых компонентов зерновой массы: зерна, микроорганизмов, семян сорных растений, насекомых и клещей. В практике хранения зерна применяют три режима, основанных на свойствах зерновой массы: хранение зерновых масс в сухом состоянии, т. е. имеющих пониженную влажность, хранение зерновых масс в охлажденном состоянии, хранение зерновых масс в герметических условиях (без доступа воздуха). Кроме того, на практике используют много технологических приемов, способствующих обеспечению сохранности зерновых масс и применению указанных выше режимов. К таким приемам относят: сушку и очистку зерновых масс от примесей, их активное вентилирование, обеззараживание от вредителей, химическое консервирование, соблюдение комплекса оперативных мероприятий и др. В Республике Беларусь наиболее распространены два первых режима хранения в сочетании с перечисленными выше технологическими приемами.

Хранение зерновых масс в сухом состоянии. Этот режим базируется на принципе ксеронабиоза, основанного на том, что в зерне с влажностью до критической все физиологические процессы протекают очень медленно и практически не имеют значения. Объясняется это отсутствием свободной воды, которая могла бы принимать участие в процессе обмена веществ в клетках зерна. Отсутствие свободной воды не дает возможности развиваться и микроорганизмам. В сухой зерновой массе из-за недостатка влаги прекращается также развитие клещей и в значительной степени замедляется жизнедеятельность многих насеко-

мых. Это основной режим хранения зерна любого целевого назначения в течение нескольких лет (4–5).

Зерновая масса всех злаковых и бобовых культур влажностью 12–14 % находится в состоянии анабиоза. Значение критической влажности масличных культур колеблется в зависимости от содержания жира. Для хранения семян подсолнечника с содержанием жира 20–30 % требуется влажность 10–12 %, для высокомасличных сортов (40–50 % жира) – 6–8 %, для рапса – 8–10 %.

Хранение в сухом состоянии – необходимое условие для поддержания высокой жизнеспособности посевного материала всех культур.

Партии сухого зерна и семян можно успешно перевозить любым транспортом и на любые расстояния. Основной причиной порчи сухого зерна может быть развитие насекомых-вредителей, некоторые виды которых способны существовать в зерне с влажностью ниже критической, поэтому целесообразно охлаждать и сухие зерновые массы. Хранение зерновых масс в сухом состоянии не исключает также необходимости систематического наблюдения и ухода за ними.

Хранение зерна в охлажденном состоянии. Этот режим основан на принципе термоанабиоза, т. е. на пониженных температурах хранения, которые позволяют резко снизить жизнедеятельность зерновых масс. В практической деятельности могут возникнуть также случаи, когда влажное зерно и не нужно сушить, поскольку оно вскоре будет использовано по назначению. Хранению зерновых масс в охлажденном состоянии способствует их плохая теплопроводность. Благодаря этому зерно в охлажденном состоянии можно хранить в течение всего года.

Консервирующее действие на зерновую массу оказывает температура +5...+10 °С. При этом зерно с температурой всей насыпи 0...+10 °С считают охлажденным в первой степени, а с температурой ниже 0 °С – во второй. Охлаждение зерна до 0 °С или небольшой минусовой температуры (–5 °С) также обеспечивает его сохранность. Более значительное охлаждение или промораживание может вызвать снижение всхожести зерна с повышенной влажностью.

В нашей стране зерно охлаждают главным образом холодным атмосферным воздухом. Начинают применять и искусственный холод. Наиболее совершенный и экономически выгодный метод охлаждения зерна – активное вентилирование.

С наступлением весеннего потепления во всех зернохранилищах принимают меры, обеспечивающие сохранение в зерновой массе низ-

ких температур. В складах с началом потепления следует закрывать окна, двери, а также вентиляционные каналы. Переходить на летние режимы хранения нужно постепенно, так как возможна конденсация водяных паров в верхних слоях насыпи, которая может привести к самосогреванию зерновой массы. На каждом предприятии обязательно необходимо составлять план по переводу зерна на зимнее хранение. В этом плане определяют очередность обработки партий в зависимости от их состояния, намеченных сроков хранения и целевого назначения.

Хранение зерна без доступа воздуха. Этот способ хранения основан на принципе аноксианабиоза, т. е. на отсутствии кислорода в межзерновом пространстве и над зерновой массой. Возможность хранения зерна в бескислородной среде основана на потреблении кислорода всеми его живыми компонентами. Отсутствие кислорода снижает интенсивность дыхания зерна. В этих условиях почти полностью прекращается жизнедеятельность аэробных микроорганизмов, не развиваются насекомые и клещи, а зерно и семена сорняков переходят на анаэробное дыхание и теряют жизнеспособность. Поэтому такой режим не рекомендуется для семенного зерна.

Зерновая масса влажностью до критической при хранении в бескислородной среде сохраняет свои мукомольные, хлебопекарные, пищевые и кормовые свойства. Анаэробные условия хранения зерна влажностью выше критической приводят к снижению его качества.

Бескислородные условия хранения достигаются несколькими методами.

1. Естественное накопление углекислого газа и потеря кислорода вследствие дыхания (самоконсервация). Интенсивность дыхания зерна уменьшается со снижением содержания в воздухе кислорода и постепенно полностью прекращается. Условия для самоконсервации: влажность зерна не менее 20 %, температура не ниже 18 °С, герметизация.

2. Введение в зерновую массу различных инертных газов – азота, диоксида углерода, их смеси. В данном случае с самого начала прекращаются дыхание зерна и любая аэробная жизнедеятельность.

3. Создание в зерновой массе вакуума. Однако при этом возникает проблема сооружения газонепроницаемых хранилищ для больших количеств зерна. Для этих целей чаще всего используют металлические силосы различной вместимости.

Химическая консервация зерна – направленное замедление или прекращение жизненных функций отдельных компонентов зерновой мас-

сы при хранении путем обработки ее различными химическими средствами. Химическая консервация зерна позволяет предохранить его от развития вредителей, подавить жизнедеятельность микрофлоры в зерновой массе повышенной влажности, ликвидировать самосогревание зерна.

Для химической консервации зерна повышенной влажности применяют органические кислоты: пропионовую, муравьиную, бензойную, уксусную, сорбиновую и др. Их добавляют во влажное зерно в чистом виде или в определенном сочетании. В качестве консерванта влажного зерна также применяют метабисульфит натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Он защищает зерно от плесневения, прорастания и самосогревания в течение 40–80 сут. Этот препарат постепенно разлагается с образованием SO_2 , чем и объясняется его консервирующее действие.

Для консервации влажного кормового зерна (не менее 20 %) также применяют аммиак и мочевины. При разложении мочевины также выделяется аммиак. Зерно, обработанное мочевиной или аммиаком, приобретает коричневую окраску вследствие потемнения оболочек, однако на кормовых достоинствах это не отражается.

Возможности применения указанных консервантов ограничиваются их использованием только для кормового зерна и только для жвачных животных.

Применение того или иного режима хранения зависит от климатических условий местности, типа зернохранилища и его вместимости, технических возможностей предприятия, целевого назначения партий хранимого зерна, качества партий зерна, экономической целесообразности применения того или иного режима или отдельного технологического приема. Все эти условия должны быть обязательно учтены. Наилучшие результаты получают при комплексном использовании режимов, например, хранение сухой зерновой массы при низких температурах.

Способы хранения зерна. Хранение зерна может быть *временным (краткосрочным)* и *длительным (долгосрочным)*. Первое по продолжительности исчисляется в сутках или месяцах (один-три), второе длится от нескольких месяцев до нескольких лет. Как временное, так и долгосрочное хранение должно быть организовано так, чтобы не было потерь в массе (кроме неизбежных) и тем более потерь в качестве.

Даже кратковременное хранение партий зерна целесообразнее организовывать в *специальных хранилищах*, где обеспечивается стабильное состояние зерновой массы в пределах принятого режима хранения.

Однако в практике хранения не представляется возможным сразу в период уборки урожая поместить все зерно в хорошо устроенные хранилища. Тогда возникает необходимость в организации временного хранения зерна на *токах* или открытых площадках, в так называемых *бунтах* (насыпях зерна определенной формы, уложенных по установленным правилам).

В практике применяют два способа хранения зерна: в *таре* (содержание в мешках) и *насыпью* (в складах, бункерах, силосах).

Основной способ хранения зерновых масс – хранение насыпью. Преимущества его следующие: значительно эффективнее используется зернохранилище; имеется больше возможностей для механизированного перемещения зерновых масс; облегчается борьба с вредителями хлебных запасов; удобнее организовать наблюдение за качеством зерна; отпадают расходы на тару; меньшая себестоимость хранения зерна. Хранение насыпью может быть *напольным* или *закромным* (в небольших закромах и бункерах).

Хранение в *таре* применяют лишь для некоторых партий посевного материала: элитные семена; семена, легко растрескивающиеся при пересыхании (фасоль); семена, содержащие эфирные масла (культур семейства Сельдерейные); семена мелкосеменных культур (люцерна); калиброванные и протравленные семена кукурузы, свеклы, подсолнечника. Этот способ хранения более дорогостоящий, однако его необходимо применять в определенных случаях для предотвращения потерь зерна и семян в массе и качестве.

Доступность зерновых масс, хранящихся в *бунтах*, воздействию атмосферных условий делает их неустойчивыми при хранении, особенно осенью. Зерно в бунтах легко загрязняется, портится и в некоторых случаях не исключается его истребление птицами и грызунами. Однако в уборочный период применяют временное хранение зерна в бунтах. Допускается длительное хранение в бунтах только зерна продовольственного и кормового назначения, лучше на закрытых площадках. Семенные фонды необходимо после созревания размещать в хранилищах.

К зернохранилищам предъявляется много разносторонних требований. Все они направлены на то, чтобы можно было обеспечить сохранность зерновых партий с минимальными потерями в массе, без потерь в качестве и с наименьшими издержками при хранении. Любое зернохранилище должно быть достаточно прочным и устойчивым, т. е. выдерживать давление зерновой массы на пол и стены, давление ветра и неблагоприятное воздействие атмосферы. Зернохранилище должно

иметь надежную *гидроизоляцию* (защищать зерновую массу от проникновения атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод) и *термоизоляцию* (защищать зерно от резких перепадов температуры).

Чрезвычайно важным требованием является надежность защиты зерновых масс от грызунов, птиц, насекомых и клещей, поэтому зернохранилище должно быть удобным для проведения мероприятий по обеззараживанию (дезинсекции).

Зернохранилища сооружают из камня, кирпича, железобетона, металла по различным типовым проектам. Выбор строительных материалов зависит от местных условий, целевого назначения зернохранилищ и экономических соображений.

Основными типами зернохранилищ являются одноэтажные склады с горизонтальными или наклонными полами, а также хранилища силосного типа – элеваторы из железобетона и цилиндрические силосы и бункера (бины) различной вместимости, сделанные из различных металлов, которые можно быстро построить. Их преимущество в быстрой механизированной загрузке и выгрузке (самотеком) зерна, надежной защите от грызунов, пожаробезопасности. Основным недостатком силосных элеваторов заключается в том, что их нельзя использовать для продолжительного хранения зерновой массы любого состояния. В силосах может быть обеспечено надежное хранение партий зерна только сухого и средней сухости. Кроме того, элеватор наиболее выгодно, когда он принимает, обрабатывает и отгружает большое количество зерна.

В условиях сельскохозяйственного предприятия экономически целесообразными являются зерносклады (с приточно-вытяжной вентиляцией или с активным вентилированием, немеханизированные, частично или полностью механизированные). В настоящее время быстро окупаемыми, компактными, современными хранилищами являются вентилируемые силосы модульной сборки с горизонтальным и конусным днищем.

Для рациональной эксплуатации зернохранилищ и удешевления стоимости хранения зерна вместимость их должна быть использована максимально. Этого достигают, размещая зерновую массу в складах предельно допустимым по высоте насыпи слоем. *Высота насыпи* зерновой массы в хранилищах зависит от ее состояния, целевого назначения партии зерна и предполагаемого срока хранения зерна, типа хранилища и времени года. Зерно влажностью до критической, очищенное от примесей и предназначенное для продовольственных и кормовых целей, можно хранить во всех типах хранилищ с максимально

возможной высотой насыпи: 30–40 м в силосах элеватора и до 4–5 м при напольном хранении в складах. При пониженной высоте насыпи (1–2,5 м) приходится хранить зерновые массы, обладающие пониженной стойкостью. При хранении зерна и семян в таре мешки укладывают в штабеля различными способами: тройником, пятериком, колодцем. Высота штабеля колеблется от 8 до 14 рядов.

Подготовка зернохранилищ. В каждом хозяйстве перед уборкой урожая, его обработкой и размещением необходимо провести определенные профилактические мероприятия. К ним относят тщательную механическую очистку всех объектов с последующим уничтожением (лучше всего сжиганием) сметок и отходов. Используемые отходы должны быть обеззаражены и размещены на хранение в отдельном месте.

Все объекты обследуют на зараженность и проводят их дезинсекцию. Перед дезинсекцией хранилища обязательно очищают с использованием промышленных пылесосов. При этом очищают стены, перегородки, полы, окна, двери, щиты и т. д. В складах со стационарными установками для активного вентилирования зерна и аэрожелобами очищают каналы и решетки этих установок. Одновременно со складами очищают связанные с ними помещения и линии для обработки зерна. Очистку элеваторов и зерносушилок начинают с верхних этажей.

Кузова автомашин и деревянный инвентарь промывают 15%-ным раствором каустической соды или кипятком. Тару можно прогреть в специальной камере при температуре выше 70 °С. Склады обрабатывают средствами влажной, аэрозольной или газовой дезинсекции с использованием разрешенных препаратов. При влажной дезинсекции используют такие препараты, как Фастак, Альтерр, Простор, Актеллик и др. Особое внимание обращают на тщательность обработки объектов, так как средства влажной дезинсекции эффективны только при непосредственном контакте с вредителями. Для аэрозольной обработки хранилищ используют специальные дымовые шашки. Аэрозоли готовят также с применением специальных аэрозольных генераторов. Газацию хранилищ можно проводить только при условии их достаточной герметичности. Для обеззараживания крупных и достаточно герметичных зернохранилищ применяют Квикфос, Фостоксин, Фоском. Газовую дезинсекцию должны проводить только подготовленные специалисты.

Особое внимание при подготовке хранилищ к приемке зерна нового урожая должно быть уделено дератизации, т. е. борьбе с грызунами.

2.2.7. Размещение зерна и семян на хранение и правила наблюдения за ними

Важнейшим мероприятием, обеспечивающим успешное хранение зерновых масс как по качеству, так и по экономическим показателям, является правильное размещение их в зернохранилищах. Только соблюдая правила размещения, можно организовать рациональное хранение зерновых масс, т. е. избежать их излишнего перемещения, эффективно провести их обработку, хорошо использовать вместимость хранилищ, предотвратить потери в качестве и до минимума сократить потери в массе. Все это будет способствовать сокращению издержек при хранении и наилучшему использованию партий зерна.

В основу правил размещения зерновых масс в зернохранилищах положены следующие принципы:

- учет показателей качества каждой партии зерна и связанных с этим возможностей использования ее по тому или иному назначению;
- учет устойчивости каждой партии зерна при различных условиях хранения.

Правилами хранения *запрещается смешивать* партии зерна различного назначения и разной устойчивости. При этом учитывают ботанические признаки (тип, подтип и сорт зерна), целевое назначение, важнейшие показатели качества (влажность, засоренность, зараженность).

Перед приемкой зерна составляется и утверждается план размещения зерна в зернохранилищах.

За зерновыми массами необходимо систематически наблюдать в течение всего периода хранения, что позволяет своевременно предотвратить все нежелательные явления и с минимальными затратами довести зерновую массу до состояния консервирования или реализовать ее без потерь. Наблюдение организуют за каждой партией зерна. К числу показателей, по которым при систематическом наблюдении можно безошибочно определить состояние зерновой массы, относят ее *температуру, влажность, содержание примесей, зараженность, показатели свежести (цвет и запах)*. В партиях *семенного зерна* дополнительно проверяют его *всхожесть и энергию прорастания*. Периодичность проверки зерновой массы по этим показателям зависит от ее состояния и условий хранения (времени года, типа хранилищ, высоты насыпи). Так, чем физиологически активнее зерновая масса, тем чаще проверяется ее температура. Например, в сухом зерне она измеряется

один раз в 15 дней, а в сыром неохлажденном зерне – ежедневно. Сроки проверки зерна на зараженность клещами и насекомыми зависят от температуры: при температуре выше 15 °С – один раз в 10 дней, при температуре ниже 5 °С – один раз в месяц. В зависимости от влажности и температуры установлены и сроки наблюдений по другим показателям. Результаты наблюдений в хронологическом порядке заносят в журнал наблюдений.

При хранении проводят *количественно-качественный учет* зерна, в процессе которого в приходно-расходной книге указывают количество поступившего на склад и выбывшего из него зерна, выявляют неизбежные потери в массе (естественную убыль), потери массы, связанные с изменением качества (уменьшение влажности), и неоправданные (сверхнормативные) потери. По окончании срока хранения составляется и утверждается *акт зачистки* зернохранилища с указанием всех видов и величины потерь.

2.3. Технология хранения картофеля, овощей, плодов и ягод

2.3.1. Лежкость и сохраняемость плодовоовощной продукции

Характеризуя плоды и овощи как *объект хранения*, необходимо учитывать, что они содержат большое количество воды (от 64 до 97 % от массы). По этому признаку их относят к группе растительного сочного сырья. Основная часть общего содержания воды находится в непрочной связи с тканями растений (вода клеточного сока) и носит название свободной. Большое количество свободной воды способствует интенсивному протеканию биохимических процессов, значительному испарению, слабой устойчивости к фитопатогенным микроорганизмам. Также это вынуждает хранить продукцию в условиях высокой относительной влажности воздуха, чтобы предупредить испарение влаги и потерю тургора, так как в увядших овощах и плодах снижается естественный иммунитет, и они подвергаются порче вследствие развития микроорганизмов.

Необходимо также учитывать состав партий продукции, поступающей на хранение. Наряду с самой продукцией, в партии имеются примеси – частицы почвы, листья, черешки и т. д. На поверхности продукции, и особенно на примесях, находится большое количество микроорганизмов (от сотен тысяч до миллионов штук на 1 г поверхности). Также в массе продукции могут находиться насекомые. Таким

образом, партии плодоовощной продукции являются многокомпонентными системами, в которых протекают различные физиологические, микробиологические и физические процессы.

Необходимо также учитывать и отношение сочной продукции к температуре хранения. Пониженная против оптимальной или отрицательная температура вызывает физиологические расстройства, замерзание или подмораживание продукции. Повышение температуры приводит к прорастанию, увяданию, а также физиологическим расстройствам.

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

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

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

Количественно лежкость можно выразить максимальным сроком хранения при оптимальных условиях выращивания и хранения продукции. Она характеризуется следующими определениями: высокая, средняя, низкая. Сохраняемость характеризуется величиной потерь продукции и степенью изменения ее качественных показателей за период хранения. В случае, когда выращивание проводилось при благоприятном сочетании погодных, почвенных и агротехнических условий, а хранение – при оптимальных температуре, влажности и составе газовой среды, лежкость и сохраняемость совпадают. По лежкости плоды и овощи разделяют:

- на двулетние овощи и картофель;
- плоды и плодовые овощи;
- листовые овощи и ягоды.

У двулетних овощей хранят запасающие органы растений (клубни картофеля, луковицы репчатого лука и чеснока, кочаны капусты, корнеплоды моркови, свеклы, редьки и др.) с находящимися на них точками роста (почками). Лишь на следующий вегетационный сезон из точек роста разовьются семенные растения, произойдет цветение и образование семян. Биологической основой периода хранения двулетних овощей является подготовка точек роста к репродуктивному развитию в следующем вегетационном сезоне, т. е. период покоя. Его характер у различных объектов различен. Так, для картофеля и лука характерно состояние физиологически обусловленного (глубокого) покоя, при котором почки клубней и луковиц не прорастают даже при благоприятных внешних условиях. Для капусты и корнеплодов характерно состояние неглубокого, вынужденного покоя.

У плодов объектами хранения являются сочные органы, представляющие собой завершающий этап онтогенетического развития растений со сформированными семенами. Однако и после съема зародыши семян многих видов и сортов плодов нуждаются в связи с околоплодником для окончания своего развития и формирования. При этом в течение определенного периода околоплодник и семена плодов анатомически связаны и между ними идет взаимный обмен веществами пластического и физиологически активного характера, в результате чего проходит послеуборочное дозревание плодов. Наибольшей пищевой и вкусовой ценностью плоды и овощи обладают при определенной степени созревания. Дальнейшее хранение их в свежем виде приводит к старению и ухудшению качества. Как уже отмечалось, у большинства плодов и овощей различают следующие степени зрелости: съемную, техническую (или технологическую), потребительскую и биологическую.

Послеуборочное дозревание означает не только окончательное развитие зародыша и эндосперма семян. В это время околоплодник приобретает определенные свойства, характерные для полной биологической степени зрелости, соответствующей оптимальному сочетанию потребительских качеств. Затем наступает старение тканей околоплодника. Товарное качество плодов быстро ухудшается, устойчивость к фитопатогенным микроорганизмам падает, наступают физиологические расстройства даже при благоприятном режиме хранения.

Таким образом, период хранения плодов характеризуется прохождением процессов послеуборочного дозревания. Те виды и сорта плодов, у которых этот период продолжительный, отличаются высокой лежкостью, и наоборот.

Лежкость плодов семечковых культур, ягод и листовой зелени не выражена. У этой группы продукции отсутствует покой и послеуборочное дозревание. Уже в первый период хранения в них интенсивно протекают процессы диссимиляции и затем наступает гибель клеток. Данная продукция требует особых условий хранения и сохраняется непродолжительное время.

2.3.2. Физические свойства плодоовощной продукции

Сохранность плодов, овощей и картофеля в значительной степени определяется физическими свойствами, которые регулируют интенсивность физиологических, биохимических и микробиологических процессов, протекающих в продукции при ее обработке и хранении.

Сыпучесть – это способность продукции самопроизвольно перемещаться относительно какой-либо наклонной поверхности или по отдельным экземплярам продукции (кочан по кочану, корнеплод по корнеплоду и т. п.). Продукция, имеющая гладкую поверхность и округлую форму (вишня, абрикос, слива, персик), обладает большей сыпучестью. Примеси снижают сыпучесть. Травмированная продукция менее сыпуча. На сыпучесть влияет характер материала, состояние поверхности, по которой перемещается продукция. Сыпучесть определяется углом трения и углом естественного откоса или ската. Угол естественного откоса (ската) у сочной продукции находится в пределах 40–45°, его учитывают при размещении продукции насыпью в хранилище, при устройстве буртов. Чем меньше указанные углы, тем выше сыпучесть продукции.

Самосортирование – это неравномерное распределение компонентов массы продукции по отдельным участкам насыпи. Самосортированию способствует неоднородность продукции, ее разная сыпучесть. Оно наблюдается при перевозке продукции, передвижении ее по транспортерам, засыпке на хранение и в процессе выгрузки. Так, при механической загрузке хранилищ картофелем и овощами более крупные, с большей удельной массой экземпляры распределяются вблизи места падения, а мелкие, легкие отбрасываются к стенам хранилища, скатываются к основанию насыпи. Создаются участки насыпи с более мелкими, травмированными экземплярами, с большим содержанием легковесных примесей, а следовательно, с меньшей скважистостью и низким содержанием воздуха. Здесь активнее протекают физиологические и микробиологические процессы, появляются предпосылки воз-

никновения самосогревания и задыхания продукции. Чтобы избежать самосортирования, на хранение следует закладывать продукцию, прошедшую сортирование и калибрование по форме и размерам, а также очищенную от примесей.

Скважистость – это отношение межклубневых, межкочанных и подобных пространств (пор, скважин) к общему объему, занятому продукцией. Иначе говоря, это объем промежутков между экземплярами в 1 м³ штабеля продукции, заполненных воздухом. Благодаря скважистости создается запас воздуха для жизнедеятельности продукции, идет тепло- и влагообмен в хранящейся продукции за счет воздухообмена, можно проводить активное вентилирование продукции, вводить в нее газ или пары различных отравляющих веществ для дезинсекции или дезинфекции. Скважистость зависит от размера, формы, характера поверхности продукции, высоты загрузки, наличия в ней примесей. Чем больше скважистость, тем меньше объемная масса продукции. Для большинства овощей скважистость находится на уровне 45–55 %.

Сорбционные свойства. Сорбция – способность плодоовощной продукции поглощать из окружающей среды пары воды и газы. Она свойственна клубням, плодам, ягодам, луковицам. Сорбция молекул газов приводит к возникновению посторонних запахов в массе продукции при хранении. Поэтому нельзя хранить плоды с сильным ароматом с другими плодами, овощи с резким запахом с другими овощами.

В практике хранения сочной продукции чаще встречается десорбция (испарение) водяных паров. Большие размеры клеток и межклеточников, высокое содержание воды в свободном состоянии, большая удельная поверхность способствуют быстрому испарению влаги и увяданию плодов и овощей при низкой влажности и повышенной температуре воздуха в хранилищах или в окружающей среде.

Чем суше воздух, больше скорость его движения, тем быстрее теряется влага, снижается качество сочной продукции при хранении. Для основных видов плодов и овощей в хранилищах поддерживают влажность воздуха 90–95 %, для листовых овощей и пучковой продукции – 96–98 %. Исключение составляют репчатый лук, тыква и кабачки-цукини, они лучше сохраняются при влажности воздуха 70–75 %.

Сорбционные свойства могут способствовать отпотеванию продукции, которое может происходить при высокой относительной влажности воздуха в хранилище. Отпотевание происходит также при незначительном снижении температуры, если в хранилище поддерживается

высокая влажность воздуха и пониженная температура. Если охлажденную продукцию сразу переместить из холодильника в теплое помещение, может также произойти отпотевание. Оно происходит при разности температур по участкам насыпи продукции, а также – в массе продукции и окружающем воздухе.

При наличии капельножидкой влаги создаются благоприятные условия для внедрения спор фитопатогенов в ткани продукции через устьица и микроповреждения. И как следствие, идет плесневение и гниение продукции, появляются бактериозы. На сухой и здоровой поверхности овощей и плодов споры фитопатогенов лишены возможности прорасти и развиваться. Поэтому борьба с отпотеванием является первоочередной задачей во время хранения.

Для предупреждения отпотевания объектов хранения и их порчи применяют активное вентилирование. При отсутствии установок продукцию укрывают стружками, рогожами, соломой и другими теплоизоляционными материалами, обладающими большой гигроскопичностью. Конденсационную влагу, оседающую на укрытии, удаляют вместе с ним.

Подверженность замерзанию. При замерзании плодов и овощей внутри клеток образуются кристаллы льда, что приводит к резкому снижению их качества. При подмораживании овощи и плоды темнеют и изменяют вкус. Гидролитические ферменты разрушают сложные вещества (крахмал, гликозиды) до более простых сахаров. По этой причине брусника, рябина, дикие яблоки, картофель становятся сладкими. Кроме того, плоды становятся мягче, так как протопектин после оттаивания гидролизует до растворимого пектина. Замороженные яблоки после оттаивания буреют.

В основном овощи и плоды замерзают в пределах температуры от $-0,5$ (огурцы, томаты) до -3 °С (свекла, морковь и др.), что крайне ограничивает возможность сохранения продукции в свежем виде.

У некоторых овощей разные части объекта замерзают при разных температурах. Так, наружные зеленые листья кочана белокочанной капусты выдерживают кратковременное воздействие температуры $-5...-7$ °С. При этом, верхушечная почка кочана замерзает при температуре $-0,8...-1,1$ °С, кочерыга капусты замерзает при температуре $-1,5...-1,8$ °С, а белые листья – при $-2...-4$ °С.

Теплофизические свойства. К теплофизическим свойствам сочной продукции относят теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и термовлагопроводность. Они определяют температуру в

массе продукции при ее хранении и скорость охлаждения продукции естественным путем или при активном вентилировании. Тепло в массе продукции передается путем кондукции (при соприкосновении плодов и клубней друг с другом) и конвекции (через воздух скважин).

Овощи, плоды и картофель обладают плохой тепло- и температуропроводностью. Они очень медленно охлаждаются и также медленно нагреваются. Интенсивность данных процессов замедляется и вследствие высокой скважистости хранимых объектов, так как воздух – плохой проводник тепла.

Теплоемкость. Сочная продукция по величине этого показателя занимает среднее положение между воздухом и водой. Так, теплоемкость картофеля равна 3,52; капусты – 3,98; огурцов – 4,06 кДж/(кг·°С).

Сочная продукция имеет низкий коэффициент теплопроводности: 0,34–0,52 кДж/(м·ч·°С). Для сравнения у меди он равен 1190–1430 кДж/(м·ч·°С).

Коэффициент температуропроводности для сочной продукции также низок, поэтому она сравнительно долго может сохранять свою температуру на одном уровне, характеризуется большой тепловой энергией.

Термовлагодисперсионность – это перемещение парообразной влаги в направлении потоков тепла. Движение идет от более нагретых к менее нагретым участкам. При этом происходит конденсация водяных паров в отдельных слоях насыпи и усиливаются физиологические и микробиологические процессы. Термовлагодисперсионность является основой пластового самосогревания.

Из-за низких тепло- и температуропроводности сочная продукция при хранении очень медленно охлаждается и нагревается. Если на хранение заложена продукция в охлажденном состоянии, то низкая ее температура сохраняется и в теплое время года.

Вследствие плохой тепло- и температуропроводности плодово-овощной продукции тепло, выделяемое всеми живыми компонентами массы овощей, плодов и картофеля, аккумулируется в ней, при этом активизируется микрофлора и возникает самосогревание, приводящее к частичной или полной потере качества продукции. Теплофизические свойства овощей, плодов и картофеля учитывают при хранении в условиях активного вентилирования для расчета параметров хранилищ и скорости охлаждения продукции. Хранение овощей, плодов и картофеля с учетом их физических свойств позволяет значительно сократить потери и сохранить качество продукции.

Механическая прочность характеризуется удельным сопротивлением клубней, корнеплодов, кочанов, плодов вдавливанию штампа площадью 1 см² (измеряется в килограммах на сантиметр квадратный) и усилием на раздавливание между двумя пластинами. Так, у картофеля удельное сопротивление колеблется в пределах 17–25 кг/см², усилие на раздавливание составляет 30–98 кг. Прочность продукции зависит от ее структуры, размера и массы.

На механическую прочность картофеля, овощей и плодов влияют также условия выращивания, уборки, доработки. Например, большую роль играет температура клубней картофеля во время уборки и сортировки. Более высокая повреждаемость клубней картофеля наблюдается при уборке и доработке при температуре ниже 10–12 °С. Снижение температуры на 1 °С увеличивает травмированность на 9–10 %. Это объясняется тем, что при понижении температуры накапливаются сахара и ткани клубней становятся менее эластичными. Крупные клубни травмируются сильнее, чем средние и мелкие. Клубни округлой формы имеют большую прочность. Плодоовощная продукция, имеющая более прочные покровные ткани, повреждается меньше. Например, свекла прочнее, чем морковь, репа, редис.

Трещины на картофеле и овощах появляются при ударах о конструкции машин во время уборки и сортирования или при падении с большой высоты в период загрузки. Иногда трещины у клубней и корнеплодов возникают во время вегетации из-за неравномерности роста, что не связано с механическими повреждениями. Снижению механических повреждений способствуют: применение специализированных транспортных средств; использование транспортеров, выгрузной конец которых меняет высоту по мере накопления емкости, и вставных полос из прорезиненного полотна, гасящих удар; покрытие лопастей, прутков сортировальных машин слоем резины или пластмассы, смягчающих удары.

2.3.3. Физиологические процессы, происходящие в картофеле, овощах и плодах при хранении

Дыхание – это окислительный с участием кислорода распад органических питательных веществ, сопровождающийся образованием химически активных метаболитов и освобождением энергии. Наиболее типичные исходные вещества, используемые при дыхании гексозы (глюкоза и фруктоза). В плодах и овощах преобладают глюкоза (виноградный сахар), фруктоза (плодовый сахар) и сахароза (свекловичный

сахар). Так же, как и у зерна, дыхание у плодоовощной продукции протекает по аэробному и анаэробному типу.

Следствием дыхания является потеря массы сухих веществ продукции, повышение относительной влажности воздуха в массе продукции, изменение газового состава воздуха, выделение тепла. Уменьшение массы продукции в процессе хранения вследствие дыхания включается в естественную убыль продукции, которая нормируется для каждого ее вида в зависимости от срока и способов хранения.

При дыхании выделяется большое количество тепла. Так, 1 т плодоовощной продукции за 1 сут выделяет от 1008 до 3780 кДж тепла. Причем количество выделившейся энергии зависит от вида продукции и сезона хранения. Наибольшее количество тепла образуется при дыхании капусты, у моркови и лука этот показатель несколько ниже, а на последнем месте – картофель. У этих видов продукции больше тепла выделяется осенью, зимой в период покоя – меньше, чем осенью, весной идет возрастание. Овощи, картофель и плоды при дыхании и испарении выделяют также значительное количество влаги (170–800 г/(т·сут)).

Интенсивность дыхания зависит от рода, вида, разновидности, сорта, степени зрелости, наличия механических повреждений, условий окружающей среды (температуры, относительной влажности и газового состава воздуха).

С повышением температуры отмечается увеличение интенсивности дыхания. Однако при этом не наблюдается прямо пропорциональной зависимости. Колебания температуры в процессе хранения также влияют на интенсивность дыхания, чаще всего усиливая его. Влажность воздуха косвенно влияет на интенсивность биохимических процессов, в том числе и на газообмен при дыхании. Пониженная влажность воздуха в картофеле-, овоще- и плодохранилищах приводит к увяданию заложенной продукции, потере клетками ткани тургора и увеличению интенсивности дыхания.

Существенно отражается на интенсивности дыхания состав воздуха. Снижение содержания кислорода и увеличение количества диоксида углерода подавляет дыхание в клетках тканей плодов и овощей, замедляет процесс старения и увеличивает срок их хранения.

С дыханием тесно связаны лежкость и устойчивость к болезням хранящихся овощей, плодов и картофеля. Наблюдается взаимосвязь дыхания и раневых реакций у картофеля и корнеплодов. Дозревание и

старение плодов, период покоя и начало прорастания клубней, луковиц, корнеплодов и кочанов также связаны с процессом дыхания.

Покой – определенный период в жизненном цикле растений, во время которого сильно понижена интенсивность многих физиологических процессов и отсутствует видимый рост. В период покоя под действием природных ингибиторов роста блокируются некоторые биохимические процессы. У картофеля в покое находятся только меристематические ткани (глазки). Запасающие же ткани в период покоя обладают более высокой потенциальной способностью активизировать биохимические процессы в ответ на механические повреждения или инфекцию. Вследствие этого свежесобранные клубни активнее образуют раневую перидерму и обладают более высокой устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам по сравнению с клубнями после хранения, когда период покоя закончен. Началом периода покоя считают время, когда клубни прекращают рост в длину.

Температура хранения – важнейший фактор, от которого зависит продолжительность периода покоя. Если при хранении картофеля поддерживают температуру 6 °С, то период покоя клубней позднеспелых сортов заканчивается в январе, среднеспелых – в декабре. При температуре 4 °С период покоя картофеля обоих сортов длится до февраля, при 2 °С – до марта.

Раневые реакции. На свежесобранных клубнях картофеля, корнеплодах моркови и свеклы механические неглубокие повреждения довольно быстро зарубцовываются, и на месте повреждения образуется раневая перидерма. В зоне поражения образуется суберин (жироподобное вещество), который пропитывает оболочки верхних рядов клеток, расположенных под повреждением. Главная роль суберина – защищать пораженные участки от излишней потери воды, а также от проникновения микробов внутрь продуктов.

Под слоем клеток, пропитанных суберином, формируется многослойная (5–6 слоев) раневая перидерма. Она является механическим защитным барьером. После соприкосновения с паразитом или с выделенными им ферментами и другими соединениями в клубнях, корнеплодах образуются фитоалексины, которые также обладают высокой фунгитоксичностью. При заживлении повреждений появляется не только механический, но и химический барьер. В зоне поражения образуются антибиотические вещества, способные подавить развитие микроорганизмов.

Клубнями картофеля лучше всего раневая перидерма образуется при температуре в его массе 18–20 °С, относительной влажности воз-

духа около 95 % и свободном доступе кислорода. Она формируется плохо, если температура ниже 10 °С, относительная влажность воздуха менее 80 %, а содержание кислорода в воздухе ниже 10 %. Много-слойная раневая перидерма формируется через 5–7 дней.

Раневые реакции у корнеплодов моркови проходят в течение десяти дней при температуре 10–12 °С и влажности воздуха 90–95 %. При таких же условиях идут раневые реакции у корнеплодов свеклы.

По мере хранения способность клубней продуцировать фитохемицины падает, что снижает их устойчивость к болезням.

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

При съемной степени зрелости плоды и овощи, вполне развившиеся и сформировавшиеся, способны после уборки дозреть и достигнуть потребительской зрелости; они готовы к съему, упаковке, отправке на дальнейшее расстояние и закладке на хранение. При технической степени зрелости они достигают оптимальных технологических свойств для переработки на определенные продукты; эта степень характеризует готовность продукции для технологической переработки. При потребительской степени зрелости овощи и плоды достигают наиболее высокого качества по внешнему виду, вкусу и консистенции мякоти, они пригодны для использования в свежем виде и переработки.

Таким образом, один из самых важных моментов уборки урожая – правильное определение степени зрелости плодов и овощей. Преждевременный или, напротив, слишком поздний сбор может существенно ухудшить качество продукции и снизить ее устойчивость к условиям хранения.

Старение – процесс жизнедеятельности клубней, луковиц, корнеплодов, кочанов и др., связанный с нарушением обмена веществ в клетках и приводящий к необратимым изменениям. Происходит ухудшение вкуса, цвета, запаха, пищевых свойств, наблюдается снижение содержания витаминов и других веществ, снижается устойчивость к фитопатогенным микроорганизмам, наблюдаются мутационные изменения. В результате образования альдегидов, спиртов, янтарной кислоты идет побурение мякоти плодов и овощей. Перезревшие старые овощи и плоды не могут храниться.

2.3.4. Влияние микроорганизмов и насекомых на сохранность плодовоошной продукции

Активное развитие микроорганизмов при хранении плодов и овощей является главной причиной порчи плодовоошной продукции. Наиболее распространенные фитопатогенные микроорганизмы, поражающие овощи, плоды и картофель во время уборки, транспортирования и хранения, вызывают следующие болезни:

- микозы (плодовая, голубая, зеленая, серая, розовая гнили, фомоз, фитофтороз, серая плесень, черная плесень);
- бактериозы (слизистый бактериоз, мокрая гниль, мокрая бактериальная гниль картофеля);
- вирусные поражения.

Микроорганизмы выделяют токсины, а также ферменты, причем в некоторых случаях эти ферменты являются составной частью токсинов. При этом большую роль играют пектолитические ферменты. С их помощью микроорганизмы вызывают размягчение растительных тканей. Разрушая органическое вещество продукции, микроорганизмы вызывают появление неприятного запаха, изменяют ее цвет и вкус. Многие грибы образуют токсические вещества, из-за чего продукция становится ядовитой.

Активное развитие микроорганизмов на овощах, плодах и картофеле часто сопровождается большим выделением тепла, скапливающегося в результате плохой тепло- и теплопроводности. В зависимости от вида продукции, способа и условий хранения иногда самосогревание развивается слабо, малозаметно, в других случаях протекает сильно и быстро. Начавшийся процесс самосогревания сам по себе не останавливается до его завершения. Только срочное охлаждение способом активного вентилирования или переборки и последующая реализация позволяют спасти часть продукции от порчи. Самосогревание начинается локально или сразу охватывает большие насыпи. Локальное самосогревание при отсутствии наблюдения и мероприятий, направленных на ликвидацию очага, переходит в сплошное.

Вредители сельскохозяйственных культур (насекомые, нематоды и др.) влияют на сохранность заложенной в хранилище продукции. Овощи и плоды, поврежденные в поле, теряют естественный иммунитет и в местах ходов личинок, гусениц легко поражаются микроорганизмами. Поврежденная продукция резко снижает товарную ценность и плохо хранится.

Овощи, пораженные в сильной степени, относят к техническому браку, при поражении более 1/3 поверхности – к отходам.

Борьбу с вредителями в хранилище вести очень трудно, так как они интенсивно размножаются и хорошо приспособляются к неблагоприятным условиям внешней среды, устойчивы к химическим воздействиям. Только комплекс профилактических мероприятий (улучшение организации заготовки, упаковывания, транспортирования; сортирование и калибрование; обсушивание; удаление почвы; выдерживание лечебного периода для заживления механических повреждений; закладка только доброкачественной продукции; своевременная подготовка хранилищ, тары, инвентаря, оборудования), хранение продукции в современных типовых хранилищах (с регулированием режима) обеспечивают сокращение потерь от этих вредителей.

Основной путь сокращения потерь растительной сочной продукции при хранении – своевременная борьба с нематодами, клещами и насекомыми в полевых условиях и закладка на хранение здоровой продукции.

2.3.5. Режимы и способы хранения плодоовощной продукции

Для успешного хранения плодоовощной продукции учитывают следующие абиотические факторы: температуру продукции и окружающей среды, влажность воздуха окружающей среды, доступ воздуха и его газовый состав в массе продукции и в окружающей среде. Таким образом, под *режимом* хранения овощей и плодов понимают оптимальное сочетание условий внешней среды, обеспечивающих их максимальную сохраняемость. Для рассматриваемой группы продуктов применяют в основном два режима хранения:

- в *охлажденном состоянии*;
- в *охлажденном состоянии в РГС* (регулируемой или модифицированной газовой среде).

Основным режимом хранения плодоовощной продукции является охлажденное состояние, когда при пониженных температурах ослабевает или подавляется жизнедеятельность всех компонентов, входящих в состав насыпи продукции. Отношение плодов и овощей к температуре воздуха зависит от вида продукции. Оптимальная температура хранения значительно колеблется в зависимости от физиологического состояния (завершены или нет процессы созревания), вида продукции, условий и техники уборки. На результаты хранения влияет поврежденность продукции микроорганизмами и вредителями. Необходимо защитить плоды и овощи от переохлаждения (промораживания и замерзания), поэтому минимальные пределы температуры должны быть не ниже $-1...-3$ °С. Для того чтобы не активизировались различные

физиологические процессы, нежелательно повышать температуру хранения выше 6–10 °С.

При хранении плодов и овощей поддерживают высокую относительную влажность воздуха, которая колеблется в пределах 85–95 % и чуть выше для капустных и зеленных овощей. Для лука и чеснока она должна быть не выше 75–80 %.

Таким образом, пониженная температура в сочетании с повышенной относительной влажностью воздуха (для большинства видов продукции в пределах 85–95 %) обеспечивает наилучшую сохранность овощей и плодов.

Овощи и плоды, заложенные в холодильные камеры с *регулируемой газовой средой (РГС)*, дольше сохраняют товарные качества, биологическую и витаминную ценность, консистенцию и аромат. Это объясняется тем, что при снижении в воздухе окружающей среды концентрации кислорода подавляется жизнедеятельность вредителей и аэробных микроорганизмов, замедляется старение, значительно снижается интенсивность дыхания в тканях плодов, а значит и естественная убыль.

Газовый состав воздуха в камерах устанавливают с учетом сортовых особенностей плодов и овощей. Газовые среды подразделяют на три типа:

- *нормальные*, когда сумма процентов диоксида углерода и кислорода составляет 21 % (например, CO_2 – 5 и O_2 – 16);

- *субнормальные*, когда резко понижено содержание кислорода (до 3–5 %), а количество диоксида углерода сохраняется на высоком уровне (3–6 %);

- среды без диоксида углерода при пониженной концентрации кислорода (3 %). Однако следует учесть, что очень низкие концентрации кислорода (ниже 2 %) и предельно высокие концентрации диоксида углерода (более 10 %) могут приводить к отрицательным последствиям: появлению ожога поверхностных тканей, пухлости плодов, образованию водянистых пятен на поверхности кожицы, изменению окраски.

Способами создания МГС являются упаковывание плодов в небольшие пакеты из полиэтиленовой пленки, применение полиэтиленовых вкладышей для ящиков и контейнеров. Для поддержания РГС применяются: поглотители (скрубберы) CO_2 ; диффузионные вставки из пленки, обладающей селективной (избирательной) проницаемостью для разных газов; газообменники-диффузоры, газогенераторы и баллоны с газами.

Для хранения плодоовощной продукции применяют два основных **способа хранения**: полевой и стационарный. Полевой способ хранения картофеля и некоторых видов овощей (капуста белокочанная, столо-

вые корнеплоды) распространен в условиях небольших сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств и не требует больших затрат. Это хранение продукции в простейших хранилищах – буртах. *Бурты* – валообразные насыпи овощей или картофеля, уложенные на грунте (на поверхности земли или в неглубоком длинном котловане) и укрытые какими-либо термо- и гидроизоляционными материалами.

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

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

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

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

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

Плодоовощехранилища бывают *наземные*, *полузаглубленные* и *заглубленные* в грунт.

Их также классифицируют по видам продукции: *картофеле-*, *корнеплодо-*, *капусто-*, *луко-*, *плодо-* и *универсальные* (для любого вида продукции) хранилища. Большинство хранилищ одноэтажные, прямо-

угольные. Но есть хранилища двухэтажные, например, для семенного картофеля.

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

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

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

При стационарном способе хранения плодоовощную продукцию размещают: в *закромах* хранилища, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией с высотой загрузки овощей и картофеля 1,2–1,5 м; *насытью в крупных закромах*, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5–4 м (иногда до 5–6 м); *слошной насытью (навалом)* в хранилищах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5–5 м; в *таре* на поддонах с высотой 8–10 *ящиков* в штабелях и 3–4 *рядов контейнеров*, высота загрузки – 3–5 м, хранилище оборудовано принудительной вентиляцией. Продукцию можно также хранить на стеллажах в 3–4 яруса (лук, чеснок) или уложенную в пирамиды (с переслойкой песком для моркови).

Для хранения плодоовощной продукции широко используется как *жесткая* (деревянные и пластиковые ящики, лотки, контейнеры), так и *мягкая* (коробки из гофрокартона, пакеты из полимерной пленки, сетки, мешки) тара или упаковка. Выбор тары определяется видом продукции, ее назначением, типом хранилища, сроком хранения, организационно-хозяйственными соображениями, экономической эффективностью хранения.

Ягоды и скоропортящиеся плоды косточковых культур, томаты необходимо хранить в мелкой таре, например, в стандартном деревянном ящике вместимостью 8–12 кг и высотой насыпи 5–10 см или

укладкой в 1–2 слоя (например, персики и виноград). Для яблок и груш зимних сортов широко применяется деревянный или фанерный ящик вместимостью 25–30 кг (размеры 60×40×30 см). На дно ящика рекомендуется насыпать деревянную стружку, а плоды уложить шахматным или диагональным способом для уменьшения степени механических повреждений. Отборные плоды высшего сорта можно завернуть в бумагу, это трудоемкое мероприятие, однако позволяющее продлить сроки хранения и уменьшить потери в массе и качестве.

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

В стационарных хранилищах объекты размещают так, чтобы не было *несовместимого* хранения, которое приводит к повышенным потерям массы и качества из-за отсутствия оптимальных условий для каждого вида продукции.

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

2.3.6. Технологии хранения отдельных видов плодоовощной продукции

Технология хранения картофеля. Обязательным этапом между процессами уборки и хранения картофеля является его послеуборочная доработка. Она должна обеспечивать прием продукции, очистку от примесей, сортировку (деление на фракции), переборку (удаление больных и дефектных клубней), закладку на хранение. Клубни по размеру калибруют на три основные фракции: крупную – диаметром более 60 мм для реализации в качестве продовольственного картофеля; среднюю – 30–60 мм для закладки на семена; мелкую – менее 30 мм на фураж. Размер фракций может изменяться в зависимости от категории хозяйства (семеноводческие, товарные) и целей использования картофеля (продовольственный, технический, для промышленной переработки). Для механизации указанных операций используются стационарные и передвижные картофелесортировальные пункты (КСП-25, ПКСП-25 и т. п.), отдельные приемные бункеры с предварительной

сортировкой и отделением примесей (БПВ-40, Grimme RH 14-40 и др.), транспортеры, укладчики-загрузчики картофеля и т. д.

В зависимости от условий уборки и состояния картофеля целесообразно использовать различные технологии его закладки на хранение: поточную, перевалочную и прямоточную. При поточной технологии картофель после уборки поступает на сортировальный пункт для отделения примесей и сортирования на фракции и сразу закладывается на хранение. Данная технология чаще всего используется в хозяйствах, однако при этой технологии клубням наносится наибольшее количество механических повреждений. Ее целесообразно применять при уборке полностью вызревших клубней, с окрепшей кожурой и не пораженных болезнями, а также, если картофель убирается при благоприятных погодных условиях, реализуется осенью или поступает с поля с растительными остатками и примесью почвы более 20 %.

При перевалочной технологии клубни после уборки выдерживают во временных буртах в течение 10–14 дней и только затем подвергают сортировке и закладывают на хранение. Данную технологию необходимо применять при значительном поражении клубней болезнями, удущьем или если уборка проводится в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах. Прямоточная технология закладки предусматривает размещение картофеля сразу на хранение без сортирования на фракции. Данная технология может применяться, если уборка проводится в сухую теплую погоду, клубни здоровые, неповрежденные и с окрепшей кожурой, при этом примесь почвы в ворохе составляет не более 10–15 %.

В процессе загрузки хранилища проводят просушивание картофеля вентилированием из расчета 100–150 м³/т·ч. Вентилирование проводят непрерывно наружным воздухом с температурой не ниже +10 °С. Продолжительность обсушивания не должна превышать 2–3 суток. Вентиляторы необходимо отключать, если поверхность насыпи стала полностью сухой, так как излишнее досушивание приводит к увяданию клубней.

Весь сезон хранения картофеля традиционно делят на четыре периода: лечебный (заживления повреждений), охлаждения, основной и весенний (перед выгрузкой картофеля из хранилища).

В *лечебный* (подготовительный) период клубни любого целевого назначения хранят при температуре 12–18 °С, относительной влажности воздуха 90–95 % и свободном доступе воздуха в течение 8–10 суток. При вентилировании теплым воздухом клубни обсушиваются и проходят раневые реакции. Длительность этого периода должна быть такой, чтобы на травмированных клубнях образовался достаточный

слоем *суберина*, который составляет основу раневой перидермы, представляющей собой опробковевшую ткань, являющуюся барьером от испарения воды (увядания) и проникновения патогенной микрофлоры.

При *охлаждении* картофель вентилируют ночью холодным воздухом, когда его температура ниже температуры картофеля. Скорость охлаждения 0,5–1 °С в сутки до выхода на основной режим как для картофеля, так и для всех овощей. Резкое охлаждение нежелательно, так как приводит к отпотеванию клубней и физиологическим расстройствам. Длится период охлаждения 2–3 недели.

В *основной* период глубокого покоя для продовольственного картофеля температуру поддерживают на уровне 2–4 °С при относительной влажности воздуха 85–95 %. Холодное хранение картофеля (при температуре 0–1 °С) неприемлемо, так как приводит к ухудшению пищевых и товарных качеств, в частности, клубни приобретают сладкий вкус и происходит потемнение мякоти.

В *весенний* период семенной картофель перед посадкой прогревают теплым воздухом в течение 7–10 суток. Это не только снижает механические потери при сортировке, но и стимулирует ростовые процессы в тканях глазков.

Технология хранения корнеплодов. Столовые корнеплоды представляют отдельную группу овощных растений, состоящую из многих видов. Состояние покоя корнеплодов неглубокое, а период естественного покоя в отдельные годы может вообще отсутствовать – дифференциация верхушечной почки заканчивается до уборки и корнеплоды быстро прорастают. Поэтому для данной группы продукции важно быстрое создание условий, поддерживающих вынужденный покой.

По своей лежкоспособности, обусловленной морфологическими особенностями, корнеплоды условно разделяют на две группы: грубые, отличающиеся прочными покровными и внутренними тканями (свекла, брюква, турнепс, редька, пастернак), и нежные, с менее прочными тканями (морковь, репа, сельдерей, петрушка, хрен). За счет указанных особенностей строения корнеплоды первой группы сохраняются лучше.

Свекла и морковь, как и картофель, обладают способностью зарубцовывать неглубокие механические повреждения в послеуборочный период. У свеклы данная способность выражена сильнее, чем у моркови, но слабее по сравнению с клубнями картофеля. При обычной в период уборки температуре +10–15 °С зарубцовывание повреждений заканчивается в течение 10–12 дней. В то же время, в отличие от картофеля, свекла и морковь способны залечивать повреждения и при низкой температуре (0...+2 °С), поэтому их можно закладывать на

хранение и охлаждать сразу после уборки. При этом во время охлаждения активное вентилирование можно проводить в ночное время непрерывно до выравнивания температуры продукции и наружного воздуха.

Все корнеплоды, особенно с нежными покровными тканями, резко снижают устойчивость при хранении в результате увядания. Поэтому необходимо принимать меры по предотвращению потери корнеплодами влаги: своевременное удаление ботвы, минимизация механических повреждений, исключение длительного воздействия солнца и ветра и т. д. В то же время корнеплоды после уборки и во время хранения необходимо оберегать от воздействия отрицательных температур – даже при легком подмораживании ткани повреждаются и становятся благоприятной средой для развития микроорганизмов.

Для столовых корнеплодов, так же как и для картофеля, традиционно выделяют четыре периода хранения: лечебный, охлаждения, основной и весенний. Однако эти периоды не так четко выражены и, учитывая особенности данной продукции, они могут проходить при одинаковых условиях хранения. Поэтому корнеплоды целесообразно закладывать в хранилище сразу же после уборки.

Свекла столовая. На длительное хранение необходимо закладывать корнеплоды механически неповрежденные, вызревшие, хорошо сформировавшиеся, типичной для ботанического сорта окраски и формы, с длиной оставшихся черешков не более 2 см, неподороженные, выращенные без избыточного увлажнения и избыточного азотного питания. Сразу после уборки, в течение 1–3 дней, корнеплоды свеклы необходимо охладить до температуры ниже +5 °С (но не ниже 0 °С), поскольку они не обладают глубоким покоем и могут очень быстро прорасти. В связи с этим уже в послеуборочный период необходимо создать условия для поддержания вынужденного покоя. При этом для сокращения времени на охлаждение урожая желательно убирать его в относительно поздние сроки при более низкой температуре воздуха.

Оптимальная температура воздуха при хранении свеклы в основной период – 0...+2 °С. Повышение ее до +4–6 °С может вызвать развитие патогенных микроорганизмов. Относительная влажность воздуха в хранилище должна поддерживаться на уровне 90–95 %.

Морковь столовая. При организации хранения моркови необходимо учитывать, что она хранится хуже по сравнению со свеклой. Покровные ткани ее тонкие, а период естественного покоя короче – до 3 месяцев. Уборка моркови, как и свеклы, производится в стадии полной зрелости. Уборку моркови следует проводить максимум за 10–20 дней и закончить до наступления заморозков. Корнеплоды, за-

кладываемые на хранение, должны быть здоровыми, плотными, не склонными к прорастанию, неподмороженными, непереросшими, без излишней внешней влажности, неувядшими, без механических повреждений, иметь нормальные размеры – без переростков. Ботву необходимо срезать на уровне головки корнеплода без повреждения его плечиков. Если уборка проводится в сырую погоду, морковь перед закладкой на хранение следует подсушить. При этом важно не допустить их увядания, поскольку это напрямую влияет на сохранность продукции. Очищать корнеплоды от прилипшей земли механическим путем нецелесообразно.

Морковь, как и свеклу, следует закладывать на хранение, по возможности, сразу после уборки. В течение 1–3 дней она должна быть охлаждена до температуры +1–5 °С для предотвращения быстрого прорастания и продления срока хранения.

Оптимальная температура для хранения моркови – от 0 до +1 °С, относительная влажность воздуха – 95–98 %. Такие условия можно создать и стабильно поддерживать в холодильных камерах. В хранилищах без искусственного охлаждения допускается хранение моркови в интервале температур +1–5 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %.

Морковь хранят в контейнерах, ящиках, реже навалом (при длительном хранении). При размещении навалом высоту насыпи следует принимать с учетом свойств данного сорта моркови, качества партии и типа вентиляции. Рекомендуемая высота насыпи при активном вентилировании – до 3 м.

Наиболее эффективный способ хранения моркови – в контейнерах вместимостью 300 кг с открытым вкладышем из полиэтиленовой пленки. В такой таре высокая относительная влажность воздуха (95–98 %) и концентрация углекислого газа около 2–4 % способствуют продлению срока хранения, сохранению высокого товарного качества корнеплодов и сокращению потерь в 2–3 раза по сравнению с хранением в обычных контейнерах. Аналогичные условия создаются при хранении моркови в открытых полиэтиленовых мешках. Для предотвращения увядания корнеплодов моркови применяют системы искусственного увлажнения воздуха, который подается в насыпь продукции.

Морковь лучше других корнеплодов сохраняется в условиях регулируемой газовой среды (РГС). Рекомендуемые концентрации газов для моркови: углекислого газа – 3–5 %, кислорода – 2–3 %, азота – 92–95 %. Изменение газового состава воздуха позволяет сохранять продукцию более 6 месяцев. При выгрузке моркови из хранилища с

РГС желательно освобождать всю камеру сразу, так как после ее разгерметизации оставшаяся часть корнеплодов может быстро испортиться.

Технология хранения белокочанной капусты. Сроки хранения капусты в первую очередь определяются продолжительностью покоя почек. Как продолжительность периода покоя, так и в целом пригодность капусты к хранению зависит от особенностей сорта, плотности кочанов, их химического состава. Кочаны с неплотно прилегающими листьями сильнее испаряют влагу и расходуют питательные вещества на дыхание, так как в воздушных прослойках между листьями содержится больше кислорода и больше насыщаемость водяными парами. Чем больше содержание в капусте растворимых сухих веществ, тем лучше ее сохраняемость.

Режим хранения капусты белокочанной и краснокочанной продовольственного назначения подразделяют на два периода: *охлаждение* и *основной*. Капуста отличается относительной устойчивостью к небольшим отрицательным температурам, повышенным влаго- и тепловыделениям, поэтому ее быстро охлаждают в хранилище или в специальных траншеях. Для длительного хранения выбирают неповрежденные плотные головки капусты позднеспелых сортов.

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

Белокочанную капусту можно также хранить в условиях регулируемой газовой среды. Оптимальный ее состав: 4 % углекислого газа, 5 % кислорода и 91 % азота.

Капусту можно хранить в хранилищах с активной вентиляцией, холодильных камерах, а также в буртах. Размещать продукцию в хранилище можно навалом или в таре (контейнерах, контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами, клетках, ящиках).

В хранилищах с активной вентиляцией используют следующие способы размещения продукции: в отдельные штабеля высотой около 2,5–3 м и длиной 4–8 м; сплошным штабелем по всей площади хранилища высотой 2–2,5 м; в таре. Первый способ применяют при одновременном хранении различных сортов капусты – каждый сорт укладывают в отдельный штабель. Для слаблежких сортов высоту штабеля уменьшают до 1,8–2 м. Расстояние между штабелями – 0,5 м, ши-

рина главного прохода – 2–2,5 м. Продовольственную капусту лежких сортов хранят в сплошном штабеле высотой 2,5–3 м и шириной 6–8 м во всю длину хранилища. Контейнеры устанавливают в штабеля во всю длину помещения шириной 5–6 шт. и высотой в 3–4 контейнера.

Во время загрузки хранилища продукцию вентилируют холодным воздухом (при необходимости вечером, ночью, утром). Капуста отличается повышенной интенсивностью дыхания и большим количеством выделяемого при этом тепла. Поэтому удельная подача воздуха для вентиляции должна быть довольно высокой – от 100 до 200 м³/ч на 1 т продукции, скорость охлаждения – 0,5 °С в час. После установления оптимальной температуры вентилирование проводят по мере необходимости с расходом воздуха 80–100 м³ на 1 т продукции.

По окончании хранения кочаны капусты следует проверить, очистить от наружных листьев, которые могли испортиться или высохнуть, кочерыгу следует подрезать. Зачищенные кочаны капусты можно хранить в течение 2–3 недель при температуре до +10 °С.

Технология хранения лука и чеснока. Основой лежкости лука является его способность находиться в состоянии глубокого физиологического покоя. Наибольшей продолжительностью периода покоя характеризуются острые многозачатковые сорта. У сладких и полусладких малозачатковых сортов период состояния покоя короче и их лежкоспособность ниже. Закладывать на хранение необходимо сорта с хорошей генетически обусловленной лежкостью. Пригодность лука к хранению в большей степени зависит от его вызревания. У полностью зрелого лука формируются сухие кроющиеся чешуи, усыхают листья и шейка луковицы. Лук, предназначенный для длительного хранения, рекомендуется убирать при полегании листьев у 50–80 % растений, когда на луковицах образуются 1–2 сухие, хорошо окрашенные чешуи. Недозревшие луковицы не успевают сформировать кроющиеся чешуи, а шейка и листья не успевают высохнуть до уборки.

Технология уборки и послеуборочной доработки лука определяется с учетом степени его зрелости, погодных условий и технической оснащенности предприятия. В сухую погоду лук убирают уборочной машиной с одновременным удалением листьев, сортируют и направляют на сушилку. Искусственная сушка лука проводится в основном на напольных сушилках с воздухонагревателями. Сушку проводят подогретым до температуры +30–35 °С воздухом с его расходом 400–500 м³/ч на 1 т при высоте насыпи около 2–2,5 м. Высота насыпи устанавливается с учетом крупности луковиц и состава вороха. В зависимости от влажности вороха процесс сушки длится до нескольких суток. После того как влажность кроющихся чешуй достигнет 14 % (они

шелестят), луковицы прогревают в течение 12–24 ч при температуре до 45 °С. При такой температуре погибают возбудители шейковой гнили, ложной мучнистой росы и других заболеваний. Искусственная сушка снижает потери лука при хранении в 2–4 раза по сравнению с естественной сушкой в поле.

Режим хранения лука дифференцируют на подготовительный период (просушивание и прогревание), охлаждение, основной и весенний.

При холодном способе лук хранят в основной период при температуре –1...–3 °С и относительной влажности воздуха 80–85 %. При теплом способе лук хранят при температуре 18–22 °С и влажности воздуха 60–70 % (в комнатных условиях).

Размещают лук в таре (полуконтейнерах, сетчатых и открытых полиэтиленовых мешках, в ящиках и лотках, установленных штабелями), на многоярусных стеллажах или россыпью (навалом) слоем до 3 м при активном вентилировании. Лук-матку (на семенные цели) обязательно хранят при положительной температуре 2–3 °С для успешной дифференциации почек и высокой урожайности семян. Лук-севок (для выращивания товарной луковицы) и лук-выборок (на перо) хранят выше указанными способами для предотвращения стрелкования.

Головки *чеснока* продовольственного назначения и маточники хранят так же, как и лук репчатый: просушивают, прогревают, охлаждают (продовольственный – до отрицательных температур, а маточники – до низких положительных). Влажность воздуха поддерживается на уровне 70 %.

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

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

Перец сладкий и баклажаны. Хранят 1–2 месяца при температуре 8–10 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %. Хранение при более низкой температуре приводит к физиологическим заболеваниям: ослизнению мякоти и образованию темных вдавленных пятен на покровных тканях. Продукцию укладывают в ящики и устанавливают в штабеля.

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

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

Зеленные овощи (салат, укроп, петрушка, лук-перо и др.). Это скоропортящаяся продукция, которая сохраняется в открытой таре только в течение нескольких суток и быстро теряет свои товарные качества. Оптимальная температура хранения – 0 °С, влажность воздуха – 95–98 %. В запаянных полиэтиленовых пакетах, внутри которых создается МГС, срок хранения зеленных овощей увеличивается до 1–2 месяцев.

Хранение плодов и ягод. *Яблоки.* Уборку яблок проводят после достижения плодами состояния съемной зрелости вручную, чтобы не допустить травмирования. Общая продолжительность уборки осенних сортов должна составлять не более 5–7 суток, зимних – 10–15 суток. Сразу же после доставки в хранилище с помощью активного вентилирования снижают температуру до +5–6 °С: для холодостойких сортов – за 2 суток, а для холодочувствительных – за 5 суток. Качественно проведенное предварительное охлаждение увеличивает лежкость плодов в 2–3 раза.

Оптимальная температура хранения для разных сортов яблок может находиться в диапазоне от –2 °С до +4 °С. Большая часть сортов яблок сохраняет свои ценные свойства при стабильной температуре 0 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %.

Для хранения яблок широко используются регулируемые и модифицированные газовые среды. Их оптимальный состав может значительно отличаться в зависимости от сорта и условий его выращивания (табл. 12).

Таблица 12. Режимы хранения яблок

Сорт	Состав атмосферы, %		Температура, °С	Продолжительность хранения, мес
	CO ₂	O ₂		
1	2	3	4	5
Антоновка	0–0,6	3–4	+2–4	4–4,5
	0–1	2–3	+2–3	5–6
	2	3–5	+2–4	5
	0–1	4–5	+3–4	5

1	2	3	4	5
Банановое	0–1	4–5	0...+4	7–7,5
	5–7	6	0...+1	8,5
	7–9	6	0...+1	8,5–9
Белорусское малиновое	0–1	4–5	0...+1	7–8
Минское	0–1	3–4	+2–4	3
	5–7	11	+2–4	3
	7–9	9	+2–4	3
Спартан	3	3	+2–3	6
	6	15	0	9
	3	3	0	9
Слава победителям	5	16	0...+1	4

Отдельные сорта яблок не выносят высоких концентраций углекислого газа. При длительном хранении в регулируемых и модифицированных газовых средах у них возникают физиологические расстройства. Такие плоды размещают на хранение только в охлажденном состоянии.

Груши на хранение закладывают в стадии съемной зрелости.

Уборку каждого сорта проводят отдельно. Плоды, предназначенные для длительного хранения, убирают вручную, избегая их повреждения, с применением лестниц и платформ. В тару (ящики) плоды груши укладывают послойно, выстилая каждый слой бумагой и стружкой.

Оптимальная температура хранения плодов груши – 0...–1 °С. Относительная влажность воздуха при этом должна поддерживаться на уровне 90–95 %. По сравнению с яблоками груши более холодоустойчивы, но при хранении сильнее поражаются грибными заболеваниями. Около 80–90 % потерь продукции происходит именно из-за поражения плесневыми грибами и чаще всего серой гнилью. Поэтому груши необходимо хранить при пониженной температуре – в этих условиях плоды многих сортов сохраняются в течение 5–8 месяцев. Груши также хорошо хранятся в РС. Для большинства сортов оптимальная концентрация углекислого газа и кислорода – по 2–3 %. Однако, как и для яблок, оптимальные концентрации газов могут сильно отличаться в зависимости от сорта, условий его выращивания, а также степени зрелости. Для рано убранных плодов рекомендуется более высокая концентрация CO₂. Некоторые сорта груш вообще не пригодны для хранения в измененных газовых средах. Для многих сортов существует

риск поражения тканей углекислым газом, в результате чего развиваются физиологические расстройства плодов (распад тканей, побурение мякоти и сердцевины и т. п.).

Груши можно успешно хранить и в условиях МГС. Для этого используются герметичные полиэтиленовые контейнеры вместимостью 350–400 кг со специальными вставками, обладающими избирательной газопроницаемостью. Предварительно охлажденные до $+4-5^{\circ}\text{C}$ плоды в ящиках помещают в контейнеры, которые в хранилище сначала оставляют открытыми (для предотвращения отпотевания). После достижения необходимой температуры хранения контейнеры герметизируют. В результате дыхания плодов в контейнерах создается МГС с повышенным содержанием углекислого газа и пониженным – кислорода.

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

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

Ягоды. *Смородина и крыжовник* хранятся около одного месяца, *малина и земляника* при оптимальных условиях – лишь несколько суток. Оптимальная температура хранения ягод – 0°C , относительная влажность воздуха – 90–95 %. Хранят их в лотках с небольшим слоем укладки – 5–10 см. Применение РГС значительно увеличивает сроки хранения ягод.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

3.1. Переработка зерна и маслосемян

3.1.1. Технология производства муки

Мука – продукт, получаемый в результате измельчения зерна различных культур. Муку разделяют по видам, типам и сортам.

Вид муки зависит от культуры, из которой она получена: пшеничная, ржаная, овсяная, ячменная, соевая, гречневая, кукурузная. Основным сырьем для производства муки является зерно пшеницы и ржи.

Тип муки определяется ее свойствами и целевым назначением. Мука может быть хлебопекарной, макаронной, для пищевых концентратов и кондитерских изделий. Хлебопекарную муку получают в основном из мягких сортов пшеницы. Макаронную муку получают помолом твердой или высокостекловидной мягкой пшеницы.

Сорт муки показывает соотношение содержащихся в ней различных тканей зерна. Сортная мука состоит в основном из измельченного до определенной крупности эндосперма с некоторым включением оболочек. Чем ниже сорт муки, тем больше в ней оболочечных частиц. Сорт муки связан с ее выходом. Выход муки – это количество муки, выраженное в процентах к массе переработанного зерна. Чем больше выход муки, тем ниже ее сорт. Мука различных выходов и сортов различается по питательности и усвояемости. Мука высшего и первого сорта содержит меньше белков и витаминов, чем обойная и второго сорта. Однако усвояемость ее значительно выше.

Мука получается в результате помола. *Помол* – совокупность операций по переработке зерна в муку. Помолы подразделяют на разовые и повторительные. При разовых помолах зерно превращается в муку в результате однократного пропуска через измельчающую машину, мука при этом отличается низким качеством и имеет темный цвет. Более светлую муку (сеяную) получают просеиванием продуктов размола на ситах. При повторительных помолах зерно измельчают в муку путем многократного прохождения его через измельчающие машины и после каждого измельчения продукт сортируют. Измельчению подвергается преимущественно эндосперм, а оболочки, алейроновый слой и зародыш стараются отделить. Мука, получаемая из внутренней части зерна (эндосперма) называется сортной, из всего зерна – обойной.

Технология производства муки состоит из двух этапов: подготовка зерна к помолу и размол зерна. Процесс подготовки зерна к измельчению включает очистку зерна от сорных, зерновых и металломагнитных примесей; очистку поверхности зерна. При сортовых помолах проводят увлажнение (кондиционирование) зерна, а также составление помольных партий.

Цель очистки – наиболее полное выделение зерен основной культуры. Для отделения примесей от зерна на мельницах используют различные зерноочистительные машины. После выделения из зерновой смеси примесей проводится очистка поверхности зерна для удаления минеральной пыли и микроорганизмов. Для очистки поверхности зерна на мукомольных заводах применяют сухой и мокрый способ. При сортовом помоле зерно подвергают гидротермической обработке, которая включает в себя увлажнение и отволаживание (отлежку) зерна. Основной целью гидротермической обработки является снижение прочности эндосперма и повышение прочности оболочек для облегчения их отделения. При увлажнении зерна оболочки становятся эластичными, их связь с эндоспермом ослабляется, в то время как сам эндосперм остается сухим и хрупким. При помоле оболочки отделяются от зерна в виде крупных хлопьев, что облегчает их последующее выделение при просеивании. Гидротермическую обработку зерна проводят с использованием холодного, горячего и скоростного кондиционирования.

Составление помольных партий зерна заключается в смешивании различных по качеству партий зерна. Чтобы готовая мука соответствовала требованиям стандартов и обладала хорошими хлебопекарными свойствами, разные партии зерна смешивают с учетом их стекловидности, содержания белка и зольности. Обычно в состав помольной партии входит определенное количество сильной и слабой пшеницы.

Технологический процесс производства готовой продукции включает измельчение зерна и сортирование продуктов измельчения по крупности. Измельчение зерна производят чаще всего на вальцовых станках. После каждого станка для сортировки продуктов по крупности частиц устанавливается просеивающая машина с набором сит разных размеров (рассеивы). При простых повторительных помолах большую часть зерна сразу превращают в муку. При сортовом помоле зерно дробят на крупку и сортируют по размеру и качеству. Рассортированные крупки измельчают на нескольких станках до получения муки определенной крупности. Смешивая различные потоки муки, получают определенный сорт муки.

Таким образом, при сортовых помолах процесс измельчения подразделяется на несколько этапов, при которых крупные просеянные продукты поступают на измельчение на следующий вальцовый станок.

При переработке пшеницы технологический процесс сложного повторительного помола разделяется на драной (крупнообразующий), обогащения и размольный.

Драной процесс – это интенсивное измельчение зерна, при котором эндосперм извлекается в виде промежуточных продуктов (крупок, дунстов) и муки. Крупками называют частицы зерна, содержащие эндосперм в виде отдельных или сращенных с оболочками кусочков. Крупки – наиболее ценная часть промежуточных продуктов размола зерна, из них при последующем размоле получают муку высших сортов. Продукт, называемый манной крупой, представляет собой одну из средних крупок. Дунсты – частицы крупнее муки, но мельче крупок.

Для разделения по крупности (сортировки по размерам) крупки и дунсты направляют в просеивающие машины – рассевы. Каждый рассев представляет собой шкаф, разделенный на несколько секций, состоящих из набора ситовых рам с разными размерами отверстий и сборных днищ и оборудованных каналами для выпуска продуктов. После каждого станка установлен свой рассев. Верхние сходы с рассева, не просеявшиеся через наиболее крупные сита, направляются на следующие станки для дальнейшего измельчения.

Ситовеечный процесс. После рассевов крупки при развитых схемах помола поступают в ситовеечные машины, сортирующие их по качеству (добротности) и размеру. Основным рабочим органом ситовеек является сортировочное сито с определенными отверстиями ячеек. Через сито снизу вверх подается воздух. Сквозь первые самые мелкие сита проходят наиболее качественные крупки, богатые эндоспермом. Крупки, содержащие большое количество оболочек, как более легкие, отделяются на последующих ситах. Затем их подвергают шлифовке на вальцовых станках, на которых крупки освобождаются от частиц оболочек, связанных с эндоспермом.

Размольный процесс позволяет получить из промежуточных продуктов максимальное количество муки. Размол крупок и дунстов осуществляется на мелкорифленых вальцах при низких режимах работы. Выделенная с рабочих рассевов мука поступает на контрольное просеивание для предотвращения попадания посторонних примесей в готовый продукт и передается на склад бестарного хранения или в упаковочный цех.

Качество муки всех выходов и сортов нормируется стандартом. При оценке качества муки определяют: запах, вкус, цвет, зольность, крупность помола, отсутствие хруста при разжевывании, содержание примесей, зараженность вредителями, количество металлопримесей. Свежая мука должна обладать слабым специфическим мучным запахом и пресным вкусом. Хруст свидетельствует о повышенном содержании в муке минеральных примесей и является недопустимым дефектом. Влажность муки не должна превышать 15 %. Зараженность вредителями хлебных запасов не допускается. Содержание металломагнитной примеси допускается не более 3 мг на 1 кг муки.

Хранят муку при температуре не выше 15 °С и относительной влажности воздуха 60–70 %.

3.1.2. Технология производства крупы

Крупа представляет собой ценный продукт питания, состоящий из целого или дробленого зерна крупяных (просо, гречиха, рис) зерновых (ячмень, овес, пшеница, кукуруза) и бобовых (горох, чечевица) культур. Ассортимент крупы зависит от вида сырья, из которого она выработана и способа его обработки. Виды круп делят на сорта в зависимости от содержания примесей, номера (по размеру частиц) и марки (по типовому составу зерен). Крупа может быть целой, дробленой, плющеной и в виде хлопьев. Цельная крупа подразделяется на шлифованную или нешлифованную, пропаренную или непропаренную.

Основными технологическими операциями производства крупы являются: очистка зерна от примесей, сортирование зерна, гидротермическая обработка, шелушение, сортирование продуктов шелушения, шлифование крупы, контроль качества крупы (рис. 1).

Очистка зерна от примесей проводится на зерноочистительных машинах. В процессе очистки от зерна отделяют легкие, мелкие и крупные примеси, мелкие и щуплые зерна, металломагнитные примеси. Разделение партий зерна на фракции по крупности необходимо для *получения фракций однородных по размеру, отделения мелких и щуплых зерен и облегчения снятия наружных оболочек в шелушильных машинах.* Этот процесс применяется при переработке гречихи, овса и гороха. Особенно тщательно сортируют на фракции зерно гречихи, так как его эндосперм хрупкий и имеет различные размеры. Гречиху перед шелушением сортируют на пять фракций, овес и ячмень – на две фракции.

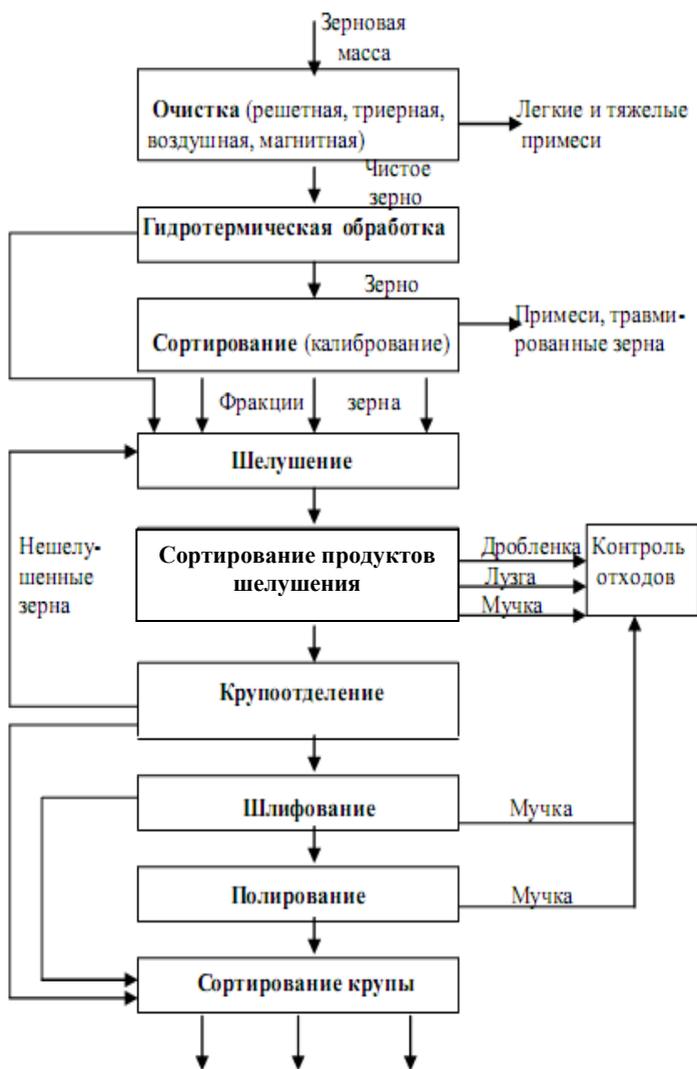


Рис. 1. Технологическая схема производства крупы

Гидротермическую обработку зерна применяют при выработке крупы из гречихи, овса, кукурузы, гороха и в меньшей степени (или

вообще не проводят) для зерна других культур. Ее проводят, чтобы уменьшить прочность цветковых пленок и повысить прочность ядра. Для гречихи и овса используют горячее кондиционирование, при котором зерно увлажняют и пропаривают под давлением, а также применяют современные варианты обработки – СВЧ, ИКЛ, лазерное излучение и т. п. В результате гидротермической обработки ядро становится более прочным и способно выдерживать жесткие механические воздействия при шелушении. Оболочки у зерна приобретают хрупкие свойства, облегчается обрушивание зерна и увеличивается выход недробленной крупы. Питательная ценность крупы и стойкость при хранении улучшаются, а продолжительность варки сокращается.

Шелушение – процесс отделения пленок и оболочек от ядра. Это основная технологическая операция производства крупы. При шелушении происходит отделение цветочных пленок, плодовых и семенных оболочек от ядра. При этом должно быть максимальное сохранение ядра в целом состоянии. Для шелушения зерна используют различные машины: обочные, шелушильные постава, вальцедековые станки, шелушители с резиновыми вальцами. В результате шелушения получают ряд продуктов: целое ядро, нешелушенные зерна, дробленое ядро, мучку (мелкоизмельченные продукты) и лузгу (оболочки). *Сортировкой продуктов* шелушения разделяют указанные компоненты, используя просеивание, провеивание. Лузгу отделяют провеиванием продуктов шелушения на лузговойках. Необрушенные зерна, цельное ядро, дробленое ядро и мучку разделяют просеиванием на ситах. Отделение нешелушенных зерен от шелушенных проводят на специальных крупотделительных машинах. Для получения дробленой номерной крупы (из ячменя, пшеницы, кукурузы) применяют операцию дробления зерна на вальцевых станках. Измельченный продукт рассортировывают по размеру и направляют на шлифование.

Шлифование – удаление с поверхности ядра плодовой и семенной оболочки, алейронового слоя и зародыша. Это улучшает внешний вид продукта и повышает усвояемость, но снижает содержание белков, минеральных веществ, витаминов. После шлифования от продукта отвеивают мучку, битые крупинки. Затем проводят контрольное просеивание и отделение металломагнитных примесей, затаривают крупу в мешки или расфасовывают в пакеты.

Основными показателями качества круп являются внешний вид, цвет, вкус, запах, влажность, наличие посторонних примесей, количество доброкачественных ядер, величина крупки, зараженность амбар-

ными вредителями. Хранят крупу в сухих, хорошо вентилируемых помещениях при температуре воздуха не выше 18 °С и относительной влажности около 60–70 %.

3.1.3. Технология производства хлеба

Хлеб – продукт, полученный при выпечке теста на основе муки и приготовленный по разработанным рецептурам. Хлеб является важнейшим продуктом питания человека. В ассортимент продукции хлебопекарного производства входят разнообразные виды и сорта хлебобулочных, сдобных, бубличных и сухарных изделий, а также диетические изделия. По рецептуре хлебные изделия бывают простые (из муки, воды, соли и дрожжей), улучшенные (с добавлением сахара, жиров, молока, яиц) и сдобные (с повышенным содержанием сахара и жира). По способу выпечки хлеб бывает формовой и подовой. По форме различают булки, батоны, калачи и другие изделия. По виду и сорту муки хлебобулочные изделия подразделяют на следующие основные группы: хлеб из ржаной муки различных выходов, хлеб из пшеничной муки различных выходов, хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки.

Для производства хлеба используют различное сырье, которое делят на две группы: основное и дополнительное. К основному сырью относят муку, воду, дрожжи или закваски, соль. Дополнительное сырье вводится в рецептуру для повышения пищевых достоинств хлеба – молоко, яйца, маргарин, растительное и животное масло, мед, орехи, пищевые кислоты, пряности и др. *Технологический процесс производства хлеба* можно разделить на следующие этапы: подготовка сырья, приготовление теста и его брожение, обработка теста, выпечка (рис. 2).

Подготовка муки состоит из смешивания, просеивания, отделения от нее металлических примесей, подогрева до температуры 10–20 °С. Смешивание муки разных сортов производится в соответствии с рецептурой изделий. Вода, используемая для хлебопечения, должна соответствовать показателям питьевой и иметь определенную температуру. При подогреве воды исходят из того, что тесто после замеса должно иметь температуру +27–30 °С. Дрожжи перед введением в тесто активируют и вносят в виде суспензии. Соль для лучшего растворения в тесте и отделения механических примесей растворяют в воде, фильтруют и отстаивают. Количество соли, вводимой в рецептуру, составляет для большинства сортов хлеба 1,3–1,5 %.

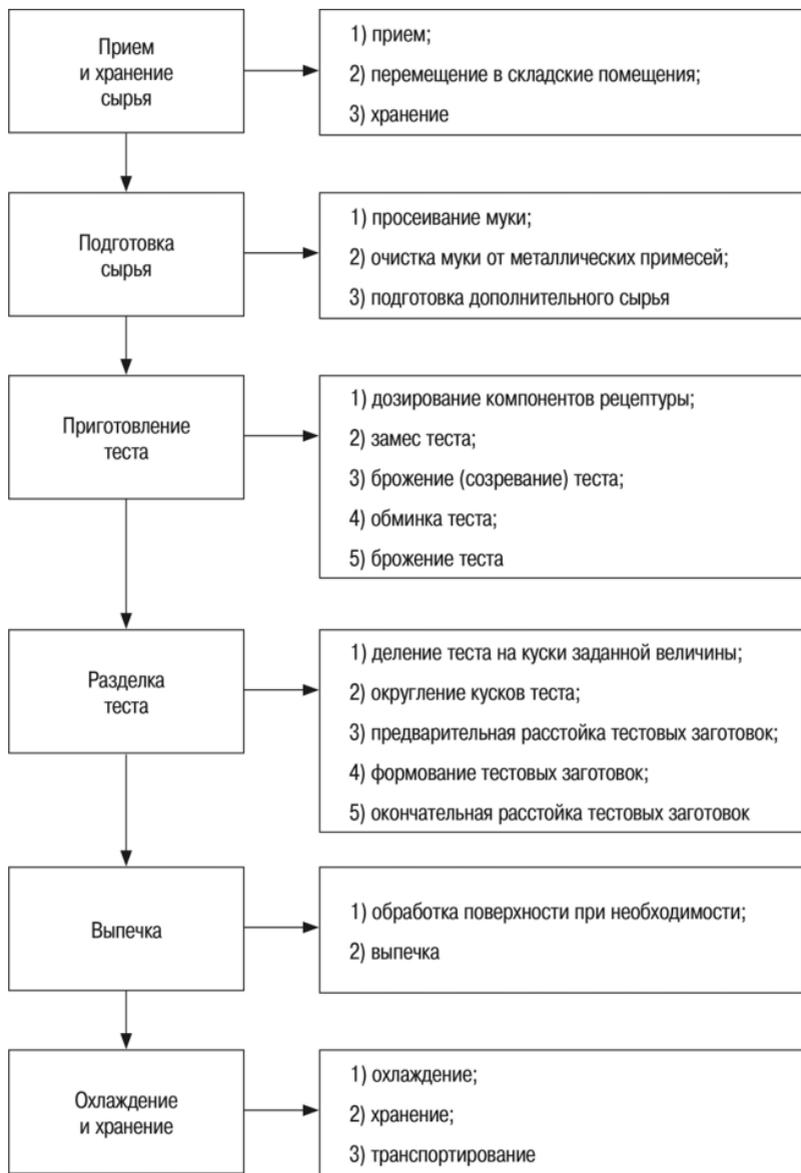


Рис. 2. Технологическая схема производства хлебулочных изделий

Приготовление теста. Необходимое количество компонентов для образования теста в хлебопечении исчисляют на 100 кг муки. Дозирование сырья производят в строгом соответствии с рецептурой по массе или по объему водных растворов установленной концентрации. Способ приготовления теста выбирают в зависимости от вида и сорта перерабатываемой муки, ее хлебопекарных свойств, метода разрыхления, применяемого оборудования. При изготовлении пшеничного хлеба применяют два основных способа приготовления теста – безопарный и опарный. При безопарном способе приготовления теста все количество муки, воды, дрожжей, соли и другого сырья, необходимого по рецептуре, вносят и замешивают одновременно. В результате замеса получают тесто густой консистенции. Кроме того, в нем находится вся норма соли и развитие дрожжей происходит в менее благоприятных условиях, поэтому их вводят в большем количестве – 1,8 %. Продолжительность брожения теста составляет 3–3,5 ч. Этот способ приготовления теста применяют при переработке муки высшего и первого сортов, изделия из которых должны иметь низкую кислотность. Опарный способ приготовления теста состоит из двух фаз: приготовление опары и приготовление теста. В опару вводят 65–75 % полагающейся по рецептуре воды и 40–50 % муки. Полностью вносят дрожжи. Соль обычно вводят при замесе теста. В связи с тем что у опары более жидкая консистенция, дрожжей требуется примерно в два раза меньше (около 0,75 %). Опару ставят на брожение на 3–4,5 ч при температуре 28–30 °С. Затем к опаре добавляют остальное сырье, замешивают тесто, которое бродит еще 1–1,5 ч. Общий срок брожения теста при опарном способе больше, чем при безопарном.

Брожение теста начинается с момента замеса теста и до деления его на куски. Цель брожения – разрыхление теста, придание ему определенных структурно-механических свойств, а также накопление веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба. Во время брожения происходят физические и биохимические процессы, спиртовое и молочнокислое брожение. Тесто обычно готовят в диапазоне температур 26–32 °С.

Обработка теста начинается еще в период брожения. Для лучшего разрыхления всей массы теста и его аэрации во время брожения проводят одно-два перемешивания (обминки). При этом происходит равномерное распределение пузырьков углекислого газа в массе теста, мякиш хлеба приобретает равномерную пористость. Выбродившее тесто разделяют на куски с таким расчетом, чтобы масса готовых изделий данного сорта была одинаковой. Разделка пшеничного теста

включает в себя деление теста на куски, округление, предварительную расстойку, формование тестовых заготовок и окончательную расстойку. Деление теста производится на тестоделительных машинах по объемному принципу и необходимо для получения заданной массы хлеба. В процессе округления, закатки, формирования тесту придается необходимая форма. Округление ведут в тестоокруглительных машинах.

Расстойка теста – прием, целью которого является брожение теста, необходимое для восстановления объема и пористости тестовой заготовки. Предварительная расстойка заключается в выдержке теста в течение 5–8 мин при температуре 30–32 °С, при которой тесто после механического воздействия снова становится однородным. Окончательная расстойка проводится перед подачей в печь при температуре 30–40 °С.

Выпечка – заключительная стадия приготовления хлеба, окончательно формирующая его качество. Режим выпечки устанавливается отдельно для разных видов изделий. В зависимости от вида изделий выпечку ведут в хлебопекарных печах при температуре 220–280 °С. Средняя продолжительность выпечки мелкоштучных изделий составляет 10–12 мин, хлеба массой 1 кг – до 80 мин. После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище для охлаждения. Остывание хлеба сопровождается потерей массы на 2–4 % по сравнению с массой горячего хлеба (усушкой). Чтобы уменьшить величину усушки необходимо как можно быстрее охладить его до температуры 20–25 °С.

3.1.4. Производство комбикормов

Комбикорм – это сложная однородная смесь очищенных и измельченных до необходимого размера различных кормовых средств и микродобавок, составленная по научно обоснованным рецептам. Основное назначение комбикормов – балансирование рационов животных по энергии, протеину, макро- и микроэлементам, витаминам и биологически активным веществам. Комбикормовая промышленность выпускает: комбикорма полнорационные, комбикорма-концентраты, белково-витаминно-минеральные добавки, кормовые смеси, премиксы и другие виды комбикормов. По физической структуре комбикорма подразделяют на гранулированные, брикетированные, рассыпные, крупки, крошки; по кормовой ценности – на полнорационные и комбикорма-концентраты.

Комбикорма полнорационные полностью обеспечивают потребность животных в питательных, в том числе и биологически активных

веществах. При их применении другие кормовые средства не требуются. Эти комбикорма вырабатывают в первую очередь для птицы.

Комбикорма-концентраты имеют повышенное содержание протеина, минеральных веществ и микродобавок. Их скармливают животным в ограниченном количестве как дополнение к зерновым, грубым и сочным кормовым средствам для лучшего обеспечения биологически полноценного кормления. Предназначены эти комбикорма для крупного рогатого скота, свиней, кроликов и других животных.

Кормовые смеси представляют собой продукт, изготовленный в виде однородной россыпи, не содержащий полного набора питательных веществ. Их изготавливают в основном для крупного рогатого скота на специальных установках крупных заводов из побочных продуктов крупяного производства (лузги, мучки) с добавлением мелассы, карбамида, мела, соли и других добавок.

Комбикормовые добавки – добавки, используемые вместе с другими кормовыми средствами для установления баланса питательных веществ. Белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД) – это однородная смесь измельченных до необходимой крупности высокобелковых и минеральных кормовых средств, обогащенная биологически активными веществами (витаминами, ферментами, аминокислотами, микроэлементами и др.), вводимыми в смесь в виде премиксов. Использование БВМД непосредственно для скармливания животным категорически запрещено как из экономических соображений, так и из-за прямого вреда, который можно нанести животным, поедающим комбикорм с очень высоким содержанием протеина (до 30–40 %). Их применяют на сельскохозяйственных предприятиях для производства комбикормов на основе кормового зерна, травяной витаминной муки и других кормовых средств.

Для производства комбикормов используют разнообразное по происхождению сырье: растительное, животное, минеральное, микробиологическое. В настоящее время комбикормовые предприятия республики выпускают продукцию, состоящую из 10–12 компонентов по 20–30 основным рецептам. Компоненты растительного происхождения занимают наибольший объем в составе рецепта комбикорма. В комбикорма включают зерно пшеницы, ржи, тритикале, кукурузы, овса, ячменя, проса, гороха, кормовых бобов, люпина, вики, сои. Сырье растительного происхождения является наиболее важной группой кормов, необходимых для питания животных. Компоненты технической переработки растительных культур также широко используются в качестве

сырья для производства комбикормов. Эту группу компонентов составляют продукты переработки мукомольной, крупяной, пивоваренной, спиртовой, масложировой, крахмалопаточной промышленности: отруби, мельничная пыль, различные кормовые мучки, барда, пивная дробина, шроты, жмыхи, кормовая патока, свекловичный жом, картофель сушеный. При производстве комбикормов также используют компоненты технической переработки животных продуктов. К ним относят продукты переработки молока (обрат, сыворотка, заменитель сухого молока), кормовые продукты мясокомбинатов (кровяная, костная, мясная, мясо-костная, перьевая мука), кормовые продукты рыбоперерабатывающей промышленности (рыбная мука и др.). Все эти компоненты используют в виде сухой муки, которая отличается высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ, хорошо усваиваемых организмом животных. Эти высокоценные компоненты вводят в состав комбикормов для растущих животных, для супоросных и подсосных свиней, а также для птицы. Они намного повышают белковую и минеральную питательность комбикормов.

Технологический процесс производства комбикормов включает приемку и хранение сырья, его подготовку, измельчение, дозирование, смешивание, прессование, хранение и отпуск готовой продукции. Подготовка сырья заключается в его очистке от примесей, измельчении, а также возможно шелушении. Зерновое сырье очищают обычно в воздушно-ситовых и магнитных сепараторах, мучнистое сырье – в ситовых и магнитных сепараторах. В последние годы все шире применяют гидротермическую обработку зерна и некоторых других видов сырья, используя метод экструдирования. Экструдирование представляет собой процесс продавливания продукта через отверстия под большим давлением и при высокой температуре продукта. Продукт резко увеличивается в объеме, происходят существенные физико-химические изменения основных компонентов продукта.

Измельчение сырья необходимо для лучшего его усвоения и равномерного распределения по объему. Технологический процесс производства комбикормов предусматривает грубое (крупное) измельчение кускового сырья, кукурузы в початках, минерального сырья. Для крупного измельчения устанавливают жмыхоломачи и камнедробилки, а для тонкого – вальцовые станки, молотковые дробилки и дезинтеграторы. Наиболее широко используют молотковые дробилки.

Дозирование – это операция, которая обеспечивает подачу в смесь установленного по рецепту количества компонентов. Неудовлетвори-

тельное дозирование может снизить питательную ценность комбикормов, привести к перерасходу дорогостоящего сырья и т. д. Компоненты дозируют по объему или с помощью весовых и объемных дозаторов.

Смешивание – механический процесс, обеспечивающий равномерное распределение всех компонентов по всему объему смеси. В результате смешивания получают рассыпной комбикорм. Рассыпные комбикорма имеют ряд недостатков: низкая стойкость при хранении, высокая гигроскопичность и потери при раздаче. Гранулирование комбикормов позволяет этого избежать. Наиболее распространенный способ – сухое гранулирование. Для этой цели используют специальные прессы – грануляторы, где прессуют смесь подготовленных компонентов, смешанную с мелассой или кормовым жиром. После охлаждения гранулы обычно просеивают на ситах с отверстиями 2,0–2,5 мм для отделения крошки и мучнистых частиц, которые направляют на повторное прессование. Влажное гранулирование заключается в увлажнении продукта до 28–32 %, прессовании теста в гранулы, сушке их и охлаждении.

Большое число перерабатываемых продуктов, их разнообразные свойства – все это требует оснащения технологической схемы значительным числом технологических линий. Общее число технологических линий может достигать 16–20, однако обязательных линий обычно бывает 7–10.

Особенностью производства белково-витаминных добавок (БВД) является то, что в схему их производства включают отдельные линии для подготовки сырья: мучнистого, животного происхождения, жмыха и шрота, мела и соли, аминокислот и антибиотиков. БВД могут изготавливаться на основе готовых премиксов, поставляемых со специализированных заводов.

Премиксы представляют собой однородную смесь витаминов, солей, микроэлементов, антибиотиков, аминокислот и других биологически активных веществ и наполнителя. При выборе наполнителя особое внимание уделяют степени его измельчения, влажности, содержанию жира. В качестве наполнителя чаще всего используют пшеничные отруби, соевый и подсолнечный шроты. Технологический процесс производства премиксов включает несколько самостоятельных линий. Подготовка наполнителя заключается в его очистке от примесей, при необходимости просушивании, измельчении и просеивании. На первой линии производят предварительное дозирование и смешивание солей

микроэлементов, входящих в состав премиксов. Сначала в смеситель загружается наполнитель, а затем биологически активные вещества. Полученная смесь подается в наддозаторные бункера системы главного смешивания. Вторая линия предназначена для предварительного дозирования и смешивания высокоактивных витаминов, антибиотиков, антиоксидантов и других препаратов, вводимых в состав премиксов в небольших количествах. Третья линия предназначена для подготовки и дозирования макрокомпонентов (метионин, витамины и др.), которые вводятся в премикс в значительно больших количествах, чем предыдущие добавки. Макрокомпоненты, не требующие предварительной подготовки, сразу после дозирования поступают на основную линию приготовления премиксов. Основная линия приготовления премиксов включает дозаторы смесей, полученных на линиях предварительного смешивания. Отдельно в главный смеситель могут вводиться жидкие компоненты. Оптимальный режим смешивания достигается при соблюдении очередности загрузки компонентов в смеситель. После смешивания готовые премиксы поступают на фасовку. Для обогащения комбикормов и БВМД в них вводят премиксы в количестве соответственно 0,5–1,0 и 4–5 %.

3.1.5. Производство растительных масел

Растительные масла являются важным продуктом питания и сырьем для переработки, так как обладают высокой пищевой и промышленной ценностью. Для получения пищевых масел используют сою, арахис, хлопчатник, рапс, горчицу, маслины, плоды пальмы, подсолнечник и некоторые другие культуры. Для технических целей широко применяется масло клещевины, льна, конопли, периллы, рапса.

Рапсовое масло, получаемое из семян рапса, распространено в Западной и Центральной Европе, Китае, Индии и Канаде. Рапсовое масло отличается высоким содержанием эруковой кислоты и поэтому требует обязательной рафинации. Его применяют в основном в мыловаренной, текстильной, кожевенной промышленности, а также для производства олиф. После рафинации и гидрогенизации используется в маргариновой промышленности. *Льняное масло*, получаемое из семян льна, относится к быстровысыхающим маслам. Эта способность обусловлена высоким содержанием в нем ненасыщенных жирных кислот. Льняное масло имеет важное техническое значение: из него производят быстросохнущие лаки, краски и олифу. Оно также употребляется в

пищу (рафинированным), и в медицине. *Соевое масло* получают из бобов сои, и в мировом производстве растительных масел оно занимает ведущее место. Соевое масло применяют в пищу и в качестве сырья для производства маргарина. Ценным компонентом соевого масла является лецитин. В пищу используют только рафинированным. Соевое масло используется так же, как и подсолнечное. *Подсолнечное масло*, наряду с другими растительными маслами, обладает многими полезными свойствами, которые делают его потребление намного предпочтительнее использования животных жиров. Подсолнечное масло – это не только питательный продукт, широко используемый в пищевой промышленности, оно также применяется и в медицине. *Кукурузное масло* получают из зародышей кукурузы. По химическому составу кукурузное масло напоминает подсолнечное и содержит до 50 % линолевой кислоты. Используется в хлебопекарной промышленности, для приготовления майонезов, для заправки салатов и обжаривания продуктов.

Растительные масла получают из семян различных растений двумя способами: путем прессования и экстрагирования; используют и комбинированный метод: вначале прессование, а затем экстрагирование. Прессование основано на механическом воздействии на масляное сырье, а экстрагирование – это извлечение жира с помощью растворителя. В результате прессования получают масло и жмых, в котором остается значительное количество масла. Обработка жмыха органическими растворителями позволяет выделять масло в больших количествах, поэтому в отходе (шрот) остается не более 1–3 % масла.

Технология холодного прессования позволяет сохранять натуральный запах и вкус, но оно получается мутным из-за белковых веществ, перешедших из масляного сырья.

Процесс переработки семян масличных культур на заводах состоит из следующих основных технологических операций: очистка семян, отделение оболочек, измельчение, влаготепловая обработка, прессование, последующая экстракция масла из жмыха растворителем, удаление растворителя из мисцеллы и шрота и первичная очистка полученного масла.

Масло после прессования или экстрагирования содержит твердые и коллоидные примеси, поэтому подлежит очистке – *рафинации*. Способы рафинации разные: *физические* (отстаивание, центрифугирование, фильтрование); *химические* (гидратация, щелочная рафинация); *физико-химические* (отбеливание, дезодорация).

В процессе рафинации из масла удаляют минеральные примеси, слизистые вещества, фосфатиды, свободные жирные кислоты, красящие вещества, специфические запахи. Например, при гидратации масла в эмульгаторах перемешивают с горячей водой или паром. При этом фосфолипиды, которые обладают гидрофильными свойствами, интенсивно вбирают воду, набухают и укрупняются. В результате образуются хлопья, выпадающие в осадок. Даже при длительном хранении гидратированное масло остается прозрачным и не дает осадка.

3.2. Переработка картофеля, плодов и овощей

3.2.1. Классификация методов переработки плодов и овощей

Задачей переработки или консервирования овощей и плодов является их сохранение, но уже не в свежем виде, а в переработанном. При этом, как правило, изменяются химический состав и вкусовые качества плодовоовощной продукции, которая приобретает новые потребительские свойства. Способы переработки овощей и плодов разнообразны. В зависимости от способов воздействия на сырье и происходящих в нем процессов их разделяют на следующие группы:

- физические: термостерилизация (при производстве консервов в герметически укупоренной таре), сушка, замораживание, консервирование плодов сахаром и солью;
- биохимические (микробиологические): квашение и соление овощей, мочение плодов и ягод, производство столовых вин;
- химические: консервирование веществами антисептического действия (сернистой, сорбиновой, уксусной, бензойной кислотами и другими консервантами).
- механические: производство картофельного крахмала, растительных масел и др.

С помощью данных методов или в их сочетании производится большое количество разнообразных продуктов. Наиболее распространены различные плодовоовощные консервы, солено-квашеная продукция, замороженные и сушеные плоды, ягоды и овощи.

3.2.2. Микробиологические методы консервирования

К микробиологическим методам консервирования относят квашение и соление овощей, мочение плодов и ягод, а также

производство плодово-ягодных вин. Данные методы консервирования основаны на создании благоприятных условий для развития определенных групп микроорганизмов, выделяющих консервирующие продукт вещества.

Квашение (соление, мочение) – консервирование овощей и плодов молочной кислотой, образующейся в результате сбраживания сахаров молочнокислыми бактериями. Принципиальной разницы между этими видами переработки нет. Название процесса зависит от вида перерабатываемого сырья: квашение – капуста, соление – огурцы, томаты, мочение – яблоки, сливы, брусника. Квашеные плоды и овощи сохраняются благодаря повышенной кислотности среды. При достижении в продукте определенной концентрации молочной кислоты подавляется развитие нежелательных микроорганизмов, вызывающих порчу продукции. Создание анаэробных условий при хранении усиливает этот эффект и препятствует развитию в нем большей части бактерий, для которых необходим кислород. Одновременно с молочнокислым брожением при квашении происходит и спиртовое брожение в результате деятельности дрожжей. Это положительное брожение, приводящее к накоплению небольшого количества спирта (до 0,7 %). Спирт способствует повышению сохранности продукции и образует сложные эфиры, которые придают ей своеобразный аромат.

Большое значение имеет также создание повышенного осмотического давления в среде, которое достигается введением в продукт поваренной соли. Соль придает вкус продуктам и способствует плазмолизу клеток, в результате чего выделяется значительное количество сока. Под действием соли овощи приобретают более плотную консистенцию. Количество вносимой в продукт соли колеблется от 1,5–2,5 % (капуста) до 6–9 % (огурцы). При такой концентрации соль в начальной стадии процесса задерживает развитие большинства микроорганизмов, не оказывая существенного влияния на деятельность молочнокислых бактерий.

После накопления определенного количества молочной кислоты создается среда, неблагоприятная для развития микроорганизмов, вызывающих порчу заквашиваемых продуктов. Для развития молочнокислых бактерий в продуктах должно быть достаточно сахаров. При накоплении 0,5 % молочной кислоты тормозится развитие большинства вредной микрофлоры (кроме дрожжей и плесеней). Предел накопления молочной кислоты в готовом продукте

зависит от наличия сахара в сырье, концентрации соли, вида молочнокислых бактерий и температуры брожения.

На процессы соления, квашения и мочения продуктов большое влияние оказывает температура. Для быстрого накопления молочной кислоты необходима высокая температура – около 30 °С. Однако такая температура способствует развитию бактерий, портящих продукт. При температуре ниже +4 С подавляется деятельность нежелательной микрофлоры, но и молочнокислые бактерии замедляют процесс брожения. Поэтому с учетом вида перерабатываемого сырья оптимальной является температура в пределах 18–23 °С.

Технология квашения и соления плодов и овощей складывается из следующих операций: очистка сырья, удаление малосъедобных частей, измельчение, укладка в тару и уплотнение, ферментация, охлаждение и хранение.

Технология квашения капусты. Ассортимент квашеной капусты зависит от степени ее измельчения и вносимых компонентов. Капусту заквашивают целыми кочанами или чаще нарезанную (нашинкованную или рубленную), а также сочетают – кочанную с шинкованной, кочанную с рубленной. Квасят капусту с кочерыгой или без нее. В соответствии с рецептурной закладкой различают: без компонентов, с морковью, с морковью и тмином, с морковью и сладким перцем, с клюквой, с различными пряностями. Существует много рецептов приготовления квашеной капусты, однако обязательными компонентами в ней являются морковь и соль. Добавление моркови (3–5 % от массы капусты) обеспечивает достаточное количество сахаров для питания молочнокислых бактерий, улучшает внешний вид продукта и повышает его витаминную ценность. Белокочанная капуста должна содержать сахаров не менее 5 %, кочаны должны быть среднего размера, плотные с неглубоким залеганием внутренней кочерыги, листьями белой окраски. Для квашения используется белокочанная капуста среднеспелых и позднеспелых сортов – Подарок, Белорусская поздняя, Амагер и др. В качестве тары для квашения капусты используют дощники, деревянные бочки, контейнеры с полиэтиленовыми вкладышами, пленочные материалы. Подготовка бочек состоит в их мойке, замачивании в течение 15–20 суток, дезинфекции горячим щелочным раствором, промывании водой. Бочки должны быть прочными, герметичными, без постороннего запаха, изготовленными из древесины дуба, липы, осины. Полиэтиленовые вкладыши применяют при квашении капусты или солении овощей в дощниках и других емкостях. Вкладыши изготавли-

вают из пищевой рукавной полиэтиленовой пленки непосредственно в цехах переработки овощей. Перед использованием вкладыши выборочно проверяют на герметичность путем нагнетания воздуха или заполнения его водой.

Подготовка и измельчение сырья. Белокочанную капусту, предназначенную для квашения, подают на участок очистки, где удаляют верхние загрязненные и зеленые листья, одновременно обрезают кочерыгу вровень с кочаном. Очищенная и взвешенная капуста должна быть переработана в тот же день. Зеленые листья моют и используют их для укрытия верхнего слоя нашинкованной капусты в больших емкостях. Шинкуют капусту на шинковальных машинах, обеспечивающих равномерную нарезку узкими (не шире 5 мм) полосками. Рубят капусту на частицы различной формы размером не более 12 мм, без крупных кусков листьев, стволистых и грубых частиц кочерыги. При квашении кочанной капусты с переслойкой шинкованной или рубленой кочаны можно разрезать на половинки. Корнеплоды моркови сортируют по качеству, удаляют все посторонние примеси, моют, очищают от кожицы, ополаскивают, инспектируют и измельчают. Соль, предварительно просеянная и пропущенная через магнитные установки, с помощью дозатора подается в нашинкованную капусту.

Укладка в тару. Капуста с компонентами и солью укладывается в подготовленную тару. При заполнении тары капусту разравнивают и уплотняют. Капусту укрывают чистыми листьями, полиэтиленовой пленкой или прокипяченной чистой тканью.

Уплотнение капусты. После укладки капусты, нашинкованной и смешанной со всеми компонентами в соответствии с рецептурой, в емкости ее уплотняют, чтобы сок закрывал поверхность капусты. Для этого используют водно-солевой, винтовой или вакуумный способ. Вакуумный способ уплотнения капусты осуществляют в емкостях с предварительно уложенными в них полиэтиленовыми вкладышами путем вакуумирования. Предварительно их проверяют на герметичность: надутый вкладыш должен сохранять объем не менее 4 ч. Вкладыши, сделанные в виде мешка по размерам дощника с небольшим припуском, заполняют капустой и сваривают сверху, вваривая патрубок, соединенный с вакуум-насосом. При откачивании из вкладыша воздуха капуста уплотняется за счет атмосферного давления. Хорошее уплотнение получается при разрежении примерно 26–33 кПа. Преимущество квашения капусты в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами в сочетании с вакуумизацией весьма существенно. Во-первых,

нет необходимости в устройстве дошников и использовании бочкотары. Во-вторых, возможна полная механизация размещения продукции в помещениях для хранения и более рационально используется помещение хранилища. В-третьих, готовить квашеную капусту можно не только в сезон квашения (осенью), но и по мере ее потребления.

Ферментация капусты. Брожение капусты (процесс ферментации) должно происходить в анаэробных условиях при определенной температуре. Как только капуста покроется соком, начинается брожение. Сначала возможно развитие многих микробиологических процессов, но со временем молочнокислое брожение подавляет их, что обусловлено анаэробными условиями и добавкой соли. С началом брожения рассол мутнеет, на поверхности появляются пузырьки газов, а затем – снежно-белая пена. Медленно начавшись, процесс вскоре интенсифицируется. В процессе ферментации регулярно определяют температуру и содержание молочной кислоты. При температуре 18–22 °С за 7–10 суток образуется около 1 % молочной кислоты. Самую высокую дегустационную оценку имеет капуста с содержанием молочной кислоты 0,7–1,03 %, соли – 1,2–1,8 %. Квашеная капуста хорошего качества должна иметь светло-соломенный цвет, приятный кисловато-солончатый вкус, приятный специфический аромат, сочную, упругую и хрустящую консистенцию.

Охлаждение и хранение. Для приостановления процесса брожения снижают температуру до 0–4 °С. Для этого бочки с квашеной капустой (при наличии 0,7 % молочной кислоты) из ферментационного отделения перевозят в отделение хранения, в холодильные камеры. При квашении капусты в крупных емкостях готовую продукцию переносят в чистые подготовленные бочки и перевозят в холодильные камеры. Можно охладить квашеную капусту, применяя искусственный холод. Хранят продукт при температуре 0–1 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %.

Технология производства плодово-ягодных вин. Плодово-ягодным вином называется продукт, приготовленный путем спиртового брожения сока или мезги свежих плодов и ягод с добавлением сахара и спирта. Технология плодово-ягодных вин проводится путем спиртового брожения подслащенного сока свежих плодов и ягод или полученного с предварительно подброженной плодовой мезги.

Все плодово-ягодные вина подразделяют на сортовые и купажные. Сортовые вина готовят из соков одного вида плодов и ягод или с добавлением соков других видов, но не более 20 %. Выпускают их под

названием культуры: земляничное, крыжовниковое, яблочное и др. Купажные вина готовят из смеси соков нескольких видов плодоягодных культур. В зависимости от окраски сырья натуральные вина выпускают белыми – из земляники, крыжовника, рябины, яблок; розовыми – из купажа соков малины, красной смородины, яблок, крыжовника; и красными – из вишни, черной смородины, черноплодной рябины. Натуральные вина отличаются от крепленых более высоким качеством, так как при их производстве применяют длительное брожение сула (до 120 дней) и выдержку виноматериала (до 210 дней). Также вина подразделяют на тихие, не содержащие избытка углекислого газа, игристые и шипучие (газированные), насыщенные углекислым газом. Тихие вина представлены наибольшим количеством, и их подразделяют на ординарные и марочные. Ординарные вина реализуют без выдержки, а марочные – после определенной выдержки, из строго определенных, наиболее качественных сортов плодов и ягод. Столовые некрепленые вина и вина, насыщенные углекислым газом, отличаются от других плодово-ягодных вин тем, что требуемую крепость в них получают за счет брожения (естественного наброда). Остальные вина (крепленые, медовые, ароматизированные и т. д.) приготавливают как из свежих, так и из сброженно-спиртованных соков.

Основным сырьем для производства плодово-ягодных вин являются свежие плоды и ягоды: яблоки, алыча, слива, смородина, вишня, голубика, груша, ежевика, земляника, клюква, крыжовник, малина, облепиха, рябина. Особенностью плодов и ягод как сырья для виноделия является повышенная кислотность и недостаток сахаров.

Производство плодово-ягодных вин включает следующие основные операции: получение осветленного сока, приготовление сула, брожение, обработка вина, купажирование, выдержка, розлив в бутылки, хранение.

Для выработки натуральных вин используют наиболее качественные сорта плодов и ягод культурных и дикорастущих пород. Убирают их в период технической зрелости. При уборке удаляют гнилые и поврежденные, невызревшие и другие дефектные плоды и ягоды.

Получение сока. Доставленное на завод сырье моют, сортируют, измельчают и отправляют на извлечение сока. Землянику, малину и другие нежные ягоды обычно перерабатывают без мойки. Сок из яблок отделяется легко, поэтому мезгу сразу прессуют. Мезгу других видов сырья для увеличения выхода сока и лучшего извлечения красящих веществ подбраживают или подвергают тепловой обработке.

На пакпрессах получают сок первой фракции. Выжимки для полного извлечения красящих и ароматических веществ заливают водой с температурой 70–80 °С и настаивают 4–6 ч. После настаивания их повторно прессуют и получают сок второй фракции, который смешивают с соком первой фракции. Полученный сок анализируют, определяют в нем титруемую кислотность и сахаристость, проводят микробиологический анализ. Если по анализу сок имеет излишнюю кислотность, то ее снижают до нормы разбавлением водой. Сок фильтруют для удаления механических частиц и ставят на брожение.

Приготовление сусла и брожение. Сбраживание сока при производстве натуральных вин ведут с таким расчетом, чтобы после добавления в сусло сахара для сладости вино имело требуемую крепость. Для питания дрожжей в качестве дополнительного азотистого питания, добавляют хлористый аммоний. В сусло добавляют 2–4 % разводки дрожжей чистой их культуры. Качество вина зависит не только от исходного сырья и технологии его приготовления, но и в значительной мере определяется дрожжевой флорой, с помощью которой осуществляются бродильные процессы. Наибольшее воздействие на аромат и вкус вина оказывают биохимические процессы, связанные с жизнедеятельностью дрожжей. В плодово-ягодном соке в преобладающем количестве находятся дикие дрожжи, способные вызвать значительное снижение кислотности в соках за счет потребления яблочной кислоты. Поэтому использование специальных чистых культур дрожжей при сбраживании яблочного сока является необходимым. В настоящее время брожение яблочного сока проводится периодическим способом. Дрожжевая разводка задается обычно в количестве 3 % от объема сбраживаемого сусла. Оптимальной температурой брожения считается 18–25 °С. С целью получения качественных натуральных вин стремятся создать условия для медленного брожения, так как вина, сброженные слишком бурно, получаются без специфического аромата.

Технологические приемы, направленные на замедление брожения, сводятся в основном к ограничению доступа кислорода воздуха, эффективному отстаиванию сусла, снижению температуры брожения охлаждением. На этой основе в Беларуси применяется технология получения натуральных плодово-ягодных вин с естественным набродом спирта 12–16 % об.

Обработка вина. После окончания брожения, когда в сусле накапливается достаточное количество спирта, готовый виноматериал осветляют отстаиванием или обрабатывают бентонитом и осторожно

сливают с осадка, т. е. проводят первую переливку. Через 10–15 дней после первой переливки проводят вторую. Затем фильтруют и отправляют на отдых, а затем на купажирование.

Купажирование необходимо для доведения виноматериала до требуемых кондиций по сахаристости. Для сортовых вин подсахаривают виноматериал одной культуры (возможно добавление не более 20 % виноматериалов других наименований). Для производства купажных вин смешивают виноматериалы двух или нескольких наименований, купаж подсахаривают до требуемых кондиций по сладости вина.

Выдержка. После подсахаривания вино выдерживают в течение определенного периода согласно технологическим инструкциям. Например, при производстве натуральных вин этот период должен составлять 210 дней. В период выдержки вино созревает: формируется букет, улучшается вкус, происходит самоосветление виноматериала, выпадает осадок. Длительное время хранить виноматериал на осадке нельзя, так как возможно появление постороннего привкуса, затхлости в аромате и других пороков. Поэтому в период выдержки необходимо через каждые 2–3 месяца прозрачный виноматериал сливать с осадка. Купаж выдерживают в полно налитых емкостях, так как воздух в пространстве над вином способствует развитию микроорганизмов и ухудшению качества вина.

После выдержки вино осторожно сливают с осадка, фильтруют и проводят лабораторный анализ. Если вино по заключению лаборатории отвечает кондициям, то его направляют на розлив.

Розлив. Вино разливают в чистые стеклянные бутылки и закупоривают корковыми пробками. Для розлива и закупорки применяют машины различных конструкций. На закупорочные бутылки наклеивают этикетки. Лучшая температура для хранения столовых вин – 8–10 °С, а для крепких – 10–15 °С.

3.2.3. Физические методы переработки и консервирования плодов и овощей

В основе современных способов переработки плодов и овощей лежит комплекс факторов воздействия, направленных на регулирование процессов, протекающих в плодоовощном сырье. К физическим методам консервирования относят тепловую стерилизацию, стерилизацию облучением, сушку, замораживание, консервирование с помощью высоких концентраций сахара и соли.

Тепловой стерилизацией называют обработку продукта высокой температурой с целью уничтожения микроорганизмов. В настоящее время этот способ консервирования положен в основу приготовления плодовоовощных консервов. При приготовлении консервов продукт становится готовым к употреблению без дополнительной кулинарной обработки. Современная технология и аппаратура приготовления консервов методом тепловой стерилизации позволяет свести к минимуму потери витаминов и нежелательные изменения вкусовых и органолептических показателей качества продукции. Главной задачей тепловой стерилизации является такое подавление микроорганизмов, которое исключает развитие спор. Различают стерилизацию и пастеризацию консервов. Стерилизацию герметически укупоренного продукта проводят в автоклавах, где при повышенном давлении можно получить температуру выше 100 °С, а пастеризацию – при температуре ниже 100 °С. Температура нагревания зависит от количества микроорганизмов на консервируемом продукте, химического состава среды, наличия соли, сахара, фитонцидов.

Режимы стерилизации и пастеризации наряду с уничтожением микроорганизмов должны обеспечивать наиболее полное сохранение качества и пищевую ценность консервируемого продукта. Эффективность термостерилизации зависит от температуры, продолжительности теплового воздействия и микрообсемененности продукта. Достаточная устойчивость пастеризованного продукта достигается добавлением к нему веществ, подавляющих развитие спор. Температура стерилизации (пастеризации) должна быть выше температуры развития микроорганизмов.

Стерилизацию проводят в автоклавах – аппаратах, в которых можно создать необходимую температуру и давление. Консервирование продуктов, заключенных в стеклянную или металлическую тару, происходит в паровоздушной среде, которая образуется при кипении воды, залитой в автоклав. Процесс образования пара идет в условиях избыточного давления. Давление создается за счет образования паров воды при кипении и за счет нагнетания воздуха. Высокотемпературный нагрев оказывает губительное действие на возбудителей порчи консервированных продуктов. Режим стерилизации должен обеспечивать определенную степень летальности процесса, т. е. отмирание части микроорганизмов, способных вызвать порчу продукта, и при этом не приводить к значительному ухудшению органолептических показателей продукта.

Основная задача при установлении режима стерилизации состоит в том, чтобы определить такие условия нагрева, которые бы обеспечивали необходимую стерильность консервов.

Тара. Качество готовой продукции из плодоовощного сырья в большой степени зависит от вида тары, ее подготовки и состояния. Выбор тары зависит от способа консервирования и назначения продукта. Для расфасовки полуфабрикатов, готовой солено-квашеной продукции, сушеной продукции и консервов используют негерметичную тару: деревянные бочки и ящики, фанерные барабаны и ящики, ящики из гофрированного картона, бумажные мешки, полиэтиленовые вкладыши в бочки и ящики. При выработке продуктов, требующих герметизации и стерилизации, используют металлические банки (жестяные, алюминиевые), стеклянные банки, бутылки и бутылки, однослойные и многослойные коробки из полимеров и картона с полиэтиленовым покрытием (выдерживающие тепловую обработку 100 °С и выше), полиэтиленовые бутылки. Тара для консервов должна быть механически и химически стойкой, выдерживать высокие температуры при тепловой обработке, обеспечивать абсолютную герметичность после укупорки. Для изготовления металлических банок применяется белая жель, алюминиевая лакированная лента или листы. Металлические банки изготавливают с лакированной или нелакированной внутренней поверхностью. Основными преимуществами металлических банок являются легкость, высокая устойчивость к механическим и температурным воздействиям. К недостаткам тары из металла относят достаточно быстрое ржавление, использование дорогостоящих материалов, однократность применения. Также в консервной промышленности широко используется стеклянная тара (банки, бутылки, бутылки), укупориваемая металлическими крышками с уплотнительными кольцами. Стекло обладает высокой устойчивостью к действию агрессивных веществ, поэтому стеклянная тара применяется для расфасовки любых видов продуктов. Стеклянная тара термоустойчива и отличается возможностью многократного использования. К недостаткам стеклянной тары можно отнести ее хрупкость, повышенный вес на единицу массы продукта по сравнению с жестяной банкой, невысокую теплопроводность.

Производство плодоовощных консервов. Ассортимент консервов, выпускаемых в герметически укупоренной таре, очень разнообразен. Из овощей производят натуральные, обеденные, заправочные и

закусочные консервы, овощные соки, овощные маринады, томатопродукты (сок, пюре и паста, соус). В группу фруктовых входят компоты, пюре, соки, повидло, джем, желе, дробленые и протертые плоды и ягоды.

Для получения консервированной продукции высокого качества плодоовощное сырье должно быть соответствующим образом подготовлено к переработке. При этом проводятся следующие технологические операции:

- мойка – для удаления с поверхности сырья микроорганизмов, ядохимикатов, примесей;
- сортировка – для разделения сырья по качеству (степени зрелости, окраске) и размерам;
- инспекция – для контроля качества сырья;
- очистка – для отделения покровных тканей, удаления несъедобных частей сырья;
- измельчение – разрезание на половинки, на части (в виде кружков, кубиков, долек, столбиков);
- бланширование – кратковременная обработка сырья горячей водой или паром для предупреждения потемнения плодов и овощей, сохранения витаминов, снижения содержания микроорганизмов, а также для повышения проницаемости и пластичности растительных тканей и улучшения вкуса и аромата.

Маринование плодов и овощей – консервирование методом тепловой стерилизации с применением уксусной кислоты. Марины бывают плодовые и овощные. По содержанию уксусной кислоты овощные маринады подразделяются на слабокислые (0,4–0,6 %), кислые (0,61–0,9 %) и острые (1,2–1,8 %). Плодовые маринады готовят из свежих плодов и ягод, овощные – из свежих или предварительно засоленных овощей. Для приготовления маринадов используют многие виды овощей: огурцы, томаты, перец, белокочанную, краснокочанную и цветную капусту, лук и др. Марины можно готовить и из смеси овощей – ассорти.

Подготовка овощей состоит в сортировке, очистке, мойке, измельчении. При визуальном осмотре удаляют вручную незрелые и перезрелые овощи, нестандартные по размеру и внешнему виду, а также посторонние примеси. Калибровка производится с целью получения партий овощей, однородных по размеру. Для удаления загрязнений и остатков ядохимикатов, снижения содержания микроорганизмов овощи моют водой питьевого качества под

давлением. Удаление несъедобных частей (покровных листьев, семенной камеры, семян, остатков ботвы и т. д.) производится на специальном оборудовании или вручную. Все овощи, кроме помидоров, огурцов, патиссонов, чеснока, бланшируют. Для фасоли стручковой, цветной капусты, моркови бланширование проводят в кипящей воде в течение 2–4 мин или паром. Измельчение сырья на части определенной формы и размера осуществляют на машинах для резки различных модификаций. Соленые полуфабрикаты, предназначенные для маринования, вымачивают до содержания соли 1–3 %. Овощи плотно укладывают в тару и заливают маринадной заливкой. Заливку готовят в кислотоупорной таре. Сначала растворяют необходимое количество соли и сахара в небольшом количестве воды. Раствор кипятят, фильтруют и добавляют уксус и воду до необходимого объема. Необходимое количество уксуса в заливке определяют по формулам.

Из пряностей для овощных маринадов используют укроп, зелень петрушки, сельдерея, эстрагон, горький стручковый перец, чеснок, лавровый лист. Пряности вносят в тару в целом виде или готовят вытяжку пряностей путем настаивания их в 20%-ной уксусной кислоте или кипячением в воде. После отстаивания вытяжку кипятят снова и фильтруют. Заполненные овощами и заливкой банки укупоривают и пастеризуют или стерилизуют при температуре 90–100 °С в течение 5–20 мин.

Для приготовления плодовых маринадов используют груши осенних и зимних сортов с плотной сочной белой мякотью, не темнеющей в растворе уксусной кислоты; вишни с темной окраской кожицы и сока; сливы с плотной нерастрескивающейся кожицей устойчивой окраски; яблоки (лучше мелкоплодные), не растрескивающиеся при стерилизации; черную, белую и красную смородину; крыжовник; черешню. По содержанию уксусной кислоты плодовые маринады подразделяются на слабокислые (вишня, слива, крыжовник, смородина – 0,2–0,4 %, груши, яблоки – 0,4–0,6 %) и кислые (виноград, слива, тыква – 0,61–0,8 %).

Подготовка сырья состоит в сортировке, удалении плодоножек, мойке, если нужно – в очистке, делении на дольки и бланшировании. Бланшируют семечковые плоды, сливы, черную смородину, крыжовник. Подготовленное сырье плотно укладывают в тару и заливают маринадной заливкой, в состав которой входит сахар и уксусная кислота. Из пряностей используют корицу, гвоздику,

ванилин, душистый перец. Продолжительность тепловой обработки плодовых маринадов такая же, как и овощных.

Консервирование сахаром плодов и ягод требует большой концентрации сахара (не менее 65 %), которая ведет к обезвоживанию клеток микроорганизмов и их гибели. Наиболее популярными продуктами из данной категории являются варенье, джем, повидло. Варенье – плоды и ягоды, уваренные в сахарном сиропе так, чтобы они сохранили форму. Плоды и ягоды не должны быть разваренными, они должны максимально сохранить свою целостность и объем. Сироп в варенье должен быть прозрачным и незасахарившимся. Подготовленное сырье до варки заливают сахарным сиропом температурой 70 °С и выдерживают 3–4 ч, при этом оно пропитывается сахаром. Допускается просто пересыпание плодов сахаром. Обычно соотношение сахара к сырью составляет 1:1. Варят варенье в специальных вакуумных аппаратах или паровых котлах. Варку ведут в несколько приемов, между которыми варенье выстаивает в течение нескольких часов. Общая продолжительность варки не должна превышать 40 мин. Окончание варки устанавливают по содержанию сухих веществ (не менее 70–72 %), температуре кипения готового варенья (106–107 °С). Варенье, герметизированное в стеклянной таре, пастеризуют 25 мин при температуре 90 °С и хранят его при температуре 10–15 °С.

Джем – продукт, полученный увариванием плодов и ягод в сахарном сиропе до желеобразной консистенции. Плоды и ягоды в джеме могут быть разваренными. Уваривают джем в один прием в паровых котлах или вакуумных аппаратах. Расфасовывают и хранят джем в стеклянной таре. *Повидло* – продукт уваривания плодово-ягодного пюре с сахаром, имеет однородную плотную или мажущую консистенцию. Пюре получают путем пропаривания и протирания сырья, а затем уваривают в вакуумных аппаратах или паровых котлах до содержания сухих веществ 66 %. Жидкое повидло с содержанием сухих веществ 66–68 % фасуют в стеклянные или жестяные банки, которые укупоривают и стерилизуют при температуре 90–95 °С.

Повидло плотной консистенции с содержанием сухих веществ более 72 % хранят в пакетах из пищевой пленки, в ящиках и коробках, переслоенных плотной бумагой.

Сушка плодов и овощей является самым древним и наиболее простым способом консервирования. Удаление части влаги из продукта ведет к прекращению биохимических процессов и подавлению жизне-

деятельности микроорганизмов. Обезвоженные плоды (содержание влаги 16–25 %), овощи (14 %) и картофель (12 %) – достаточно стойкие при хранении и перевозках продукты, удобные для транспортирования. Они обладают высокой питательной и энергетической ценностью, однако содержат меньше витаминов, чем исходное сырье. Этот способ консервирования является экономически эффективным. Наиболее распространенными для сушки продуктами являются яблоки, груши, сливы, виноград, абрикосы, картофель, лук, морковь.

Сушка является сложным процессом, при котором необходимо удалить из продуктов практически всю свободную воду. Применяют два основных способа сушки: естественную (воздушно-солнечную) и искусственную (используют сушильные установки). Также существует еще сублимационная сушка (в вакууме).

Воздушно-солнечная сушка проводится на специально подготовленных площадках. Сушат продукты на специальных деревянных лотках, подносах, настилах. Продолжительность воздушно-солнечной сушки в зависимости от вида сырья, интенсивности солнечной радиации и температуры воздуха составляет 8–15 суток. Сушат вначале на солнце, а затем досушивают под навесами в тени. По завершении сушки продукты очищают от примесей, а при необходимости промывают, досушивают, сортируют и упаковывают.

В настоящее время применяется преимущественно искусственная сушка. Основной способ искусственной сушки овощей, плодов и картофеля – тепловой, с использованием в качестве теплоносителя нагретого воздуха. Применяют различные виды сушилок: камерные (продукты размещают на стеллажах с сетчатой поверхностью), ленточные и конвейерные непрерывного действия, распылительные (для приготовления порошков из соков, пюре), паровые, сублимационные. В сушилках поддерживают необходимые режимы сушки. Сушку ведут в два этапа. На первом этапе для плодов косточковых культур устанавливают сравнительно невысокую температуру (45–65 °С), на втором этапе их досушивают при более высокой температуре (75–90 °С). Для плодов семечковых культур применяют обратный режим сушки: вначале их запекают при более высокой температуре, а досушивают при пониженной. Продолжительность сушки в сушилках колеблется от 4–8 до 10–20 ч.

Сублимационная сушка осуществляется возгонкой влаги из замороженного продукта, минуя жидкое состояние. Сублимированные продукты сохраняют большинство исходных свойств – форму, цвет,

аромат, вкус, биологически активные вещества. Сушеные продукты хорошо набухают, быстро и полностью восстанавливаются благодаря пористости и гигроскопичности. Сушка сублимацией состоит из трех стадий: замораживания в результате образования глубокого вакуума или в специальной морозильной камере; возгонки льда без подвода тепла извне; сушки в вакууме с подогревом продукта. Сухой продукт часто сохраняет объем исходного сырья, сушка идет равномерно, без образования наружной корки.

Перспективным также является использование для сушки плодово-овощной продукции инфракрасного излучения. В продукте, высушенном инфракрасным методом, сохраняется до 90 % биологически активных веществ. При хранении сушеного продукта количество биоактивных веществ не меняется в течение двух лет. При воздействии инфракрасных лучей на продукт нагревание изделий идет в десятки раз интенсивнее, чем при передаче им тепла от подогретого воздуха при тепловой сушке. Инфракрасное излучение выгодно также тем, что при инфракрасной сушке вода выпаривается последовательно и структура клеток не разрушается. Готовая продукция после непродолжительного размачивания имеет почти такое же качество, как перед сушкой. Также инфракрасная сушка обеспечивает снижение степени зараженности микрофлорой по сравнению со свежей продукцией в тысячи раз. Время сушки зависит от свойств подлежащих сушке продуктов. Так, при сушке зелени до рекомендуемой влажности 7–14 % требуется 20–60 мин, а для слив, абрикосов, моркови, лука – 4–6 ч.

Процесс сушки происходит в два этапа: подготовка сырья и сушка подготовленного сырья. Подготовка плодов и овощей включает мойку, калибровку по размеру, сортировку, очистку, резку, обработку антиокислителями (сернистым ангидридом, растворами соли, лимонной кислоты).

Качество сушеных плодов и овощей определяют по цвету, запаху, вкусу, содержанию влаги, наличию мелких частиц, примесей, допустимым нормам сернистой кислоты. Хранят сушеные продукты при температуре не выше 20 °С и относительной влажности воздуха не более 70 %.

Замораживание плодов, овощей и ягод – это обработка продуктов низкими температурами, замедляющими биохимические и микробиологические процессы. Быстрое замораживание является прогрессивным способом консервирования, который позволяет максимально сохранить структуру тканей и пищевые свойства продукции. При

быстром замораживании образуются мелкие кристаллы льда, равномерно распределенные в клетках и межклеточном пространстве и не вызывающие нарушения целостности клеток. При правильно проведенном замораживании и хранении хорошо сохраняются натуральные и питательные свойства, а также значительное количество витаминов. Замораживание помогает сохранить урожай и переработать его в более поздний срок, сократить сезонность в переработке плодов и овощей, так как замороженное сырье можно использовать для производства консервированной продукции.

Основными способами замораживания являются воздушное и криогенное замораживание. Воздушное замораживание может производиться в камерах с естественной циркуляцией воздуха при температуре 25 °С и ниже и в скоростном потоке воздуха, когда воздух со скоростью 6–7 м/с продувается через слой продукта и приводит его во взвешенное состояние, которое называется кипящим слоем или флюидизацией. Такое замораживание осуществляется в флюидизационных скороморозильных аппаратах при температуре –30...–35 °С. Замораживание способом флюидизации рекомендуется для мелких плодов и овощей или их частиц небольшого размера (земляника, зеленый горошек, нарезанные овощи и т. п.). Происходит оно очень быстро – 3–12 мин в зависимости от вида сырья. Это обеспечивает красивый внешний вид, хорошее качество, малые потери массы. Продолжительность замораживания в плотном слое составляет от 30 до 90 мин при температуре охлаждающего воздуха –30 °С. В качестве криогенных жидкостей чаще используется жидкий азот и жидкая или твердая углекислота. Замораживание обеспечивается в результате испарения азота, происходящего при температуре –198 °С. Замораживание может производиться опусканием продукта в жидкий азот, орошением продукта азотом, воздействием струей газообразного азота. На практике чаще применяется технология опрыскивания продукта, когда продукт орошается жидким азотом, а образующийся газ служит для предварительного его охлаждения и домораживания. Продукты, имеющие начальную температуру +21 °С, замораживаются до –18 °С за 1–5 мин в зависимости от их размера. В последнее время в качестве хладагента используют жидкий фреон, температура кипения которого составляет 29,7 °С. Это делает его более удобным в применении по сравнению с жидким азотом.

Ассортимент быстрозамороженных плодов и ягод включает: яблоки, груши, рябину, абрикосы, вишню, персики, сливу, алычу,

черешню, клюкву, крыжовник, облепиху, ежевику, чернику, землянику, виноград, смородину. Замораживание могут вести сухим способом (без сахара), с сахаром и в сахарном сиропе. Из быстрозамороженных овощей вырабатываются зеленый горошек, стручковая фасоль, цветная и брюссельская капуста, кукуруза сахарная, томаты, баклажаны, перец сладкий, спаржа, кабачки, тыква, шпинат, щавель, пряная листовая зелень (укроп, петрушка, сельдерей), дыня, морковь, картофель. Плоды и овощи замораживают как одного вида, так и в смеси. Кроме быстрозамороженных плодов и овощей вырабатывают быстрозамороженные кулинарные изделия, гарниры, полуфабрикаты обеденных блюд. В их ассортимент входят: первые блюда (щи, борщи, рассольники, супы и др.), вторые блюда (голубцы, рагу и др.), салаты, гарниры, овощные полуфабрикаты (морковь и свекла целые или резаные бланшированные, зелень укропа, петрушки, сельдерея), заправочные полуфабрикаты для первых блюд.

Технология подготовки сырья к замораживанию. Сырье, поступающее на замораживание, должно быть свежим, без механических повреждений, не пораженное сельскохозяйственными вредителями и болезнями. После приемки сырья осуществляется его инспекция и сортировка. В процессе инспекции отбраковывают дефектные, испорченные экземпляры, при сортировке разделяют сырье по степени зрелости, окраске и калибруют по размерам.

Мойка сырья должна производиться более тщательно, чем при производстве консервов. Консервы плодовоовощные проходят стерилизацию; при быстром замораживании микрофлора часто остается на поверхности плодов и овощей и после размораживания вызывает их быструю порчу. После мойки плоды и овощи подвергают очистке. Картофель, корнеплоды очищают от кожицы механическим способом, кожицу с плодов (абрикосы, персики, груши) могут удалять механическим и химическим методами, у черешен, вишен, слив удаляют плодоножки, косточки. Плоды замораживают целыми, половинками или дольками, овощи – целыми или нарезанными кусочками, кубиками.

С целью инактивации ферментов, для сохранения цвета, вкуса, аромата, частичного снижения микроорганизмов плоды и овощи бланшируют в кипящей воде или острым паром в течение 1–5 мин в зависимости от вида сырья, после чего охлаждают холодной водой. В воду при бланшировании могут добавлять лимонную, винную или аскорбиновую кислоту для предупреждения потемнения замороженных

плодов. Подготовленные плоды и ягоды могут замораживать с засыпкой сахарным песком (соотношение ягод и сахара 3:1), с заливкой 50%-ным сахарным сиропом (1:1) и россыпью без сахара (кроме малины).

Перед замораживанием подготовленные плоды и ягоды обсушивают сжатым воздухом и инспектируют.

Быстрозамороженные плоды и овощи, смеси и наборы из быстрозамороженных овощей транспортируют в транспортных средствах при температуре $-15...-18$ °С. При транспортировании в торговую сеть непосредственно перед реализацией допускаются кратковременные (не более 6–8 ч) перевозки быстрозамороженных плодов и овощей в изотермическом автотранспорте с использованием сухого льда при температуре груза не выше -12 °С, в крытых автомашинах при температуре наружного воздуха не выше -12 °С.

Быстрозамороженные плоды и овощи, смеси и наборы из быстрозамороженных овощей хранят в холодильных камерах при температуре от -18 до ± 1 °С и относительной влажности воздуха не менее 95 %. Срок хранения быстрозамороженных плодов, овощей (кроме белокочанной капусты), смесей и наборов из быстрозамороженных овощей – не более 12 месяцев со дня изготовления; срок хранения быстрозамороженной белокочанной капусты, смесей и наборов, в состав которых входит белокочанная капуста, – не более 6 месяцев.

3.2.4. Химическое консервирование

Химическое консервирование основано на свойстве некоторых химических веществ в ничтожно малых количествах подавлять развитие микроорганизмов или уничтожать их. Проникая в клетки микроорганизмов, химические консерванты вступают во взаимодействие с веществами клетки, вызывая прекращение жизненных функций. Применяют химические консерванты для обработки плодово-ягодного и овощного пюре, соков, обработки сушеных плодов. В качестве консервантов применяют ограниченное число химических соединений, допустимых для использования на пищевые цели. Наиболее распространены: сернистая (сернистый ангидрид) и сорбиновая кислоты, используют также соли бензойной кислоты и этиловый спирт.

Вещества, применяемые для консервирования пищевых продуктов, должны отвечать следующим требованиям: оказывать консервирующее действие в небольших концентрациях; не вызывать токсичного воздействия на организм человека, не вступать в реакцию взаимодействия с материалом технологических емкостей и консервной тары; не оказывать ощутимого влияния на органолептические показатели продукта; легко удаляться при необходимости из продукта. Технологические инструкции по применению химических консервантов предусматривают строгое нормирование их при приготовлении различных продуктов. Нормируют и остаточное количество консервантов в готовых продуктах.

Сульфитация. Наиболее распространенными консервантами являются сернистый ангидрид, сернистая кислота и ее соли (сульфитация). Они обладают сильным бактерицидным действием. Под ее воздействием быстрее погибают бактерии, чем плесени и дрожжи. Однако сернистая кислота влияет и на сырье: способствует размягчению тканей и вызывает их обесцвечивание. В то же время сернистая кислота препятствует разрушению витамина С. При нагревании сернистая кислота легко распадается на сернистый газ и воду. Для консервирования используют газообразный сернистый ангидрид или его водный раствор – сернистую кислоту. Консервирующее действие проявляется при концентрации диоксида серы 0,1–0,2 %.

Бензойная кислота. Бензойная кислота оказывает сильное консервирующее действие на плесени и дрожжи. В консервной промышленности для консервирования ягодных и фруктовых пюре и соков используют бензойнокислый натрий, так как бензойная кислота мало растворима в воде. Содержание его в соках должно быть не более 0,1–0,12 %. Используют бензойную кислоту для консервирования только тех видов сырья, для которых нельзя использовать сульфитацию (пюре для производства пастилы). Бензойная кислота не обладает восстановительной способностью, поэтому не обеспечивает сохранения витаминного состава и цвета продукта. Из продукта перед употреблением не удаляется, так как применяется в небольших дозах. Консервирующее действие проявляется только в продуктах с кислотностью не менее 0,4 %. Технология консервирования сводится к тому, что раствор консерванта добавляют в плодовое или ягодное пюре, которое хорошо перемешивают и расфасовывают в тару для хранения. Законсервированное пюре хранят в прохладных

помещениях. Допустимое содержание бензойной кислоты в изделиях из фруктового пюре – не более 0,07 %.

Сорбиновая кислота. В качестве консерванта плодоовощной продукции широко используют сорбиновую кислоту и ее соли. По антисептическим свойствам они одинаковы, но солями удобнее пользоваться из-за хорошей растворимости их в воде. Сорбиновая кислота подавляет развитие дрожжей и плесневых грибов, но не действует на бактериальную микрофлору. Для того чтобы подавить развитие бактерий, продукты перед добавлением в них сорбиновой кислоты быстро нагревают. Наиболее сильное действие данного консерванта проявляется в кислой среде, поэтому ее применяют только для консервирования плодовых и ягодных соков, фруктовых пюре, маринадов и других продуктов с повышенной кислотностью. Сорбиновая кислота в отличие от других консервантов не придает постороннего запаха, ее содержание в продукте не должно превышать 0,05–0,06 %.

3.2.5. Производство картофельного крахмала

Крахмал – это углевод, который находится в растительных клетках в виде зерен, различных по форме и размеру. Он нерастворим в холодной воде, а в горячей сильно набухает, образуя густой коллоидный раствор – клейстер. Крахмал обладает большой плотностью и поэтому может быть легко выделен механическим путем. Содержание крахмала в клубнях картофеля колеблется от 10 до 25 %.

Технологическая схема производства крахмала состоит из следующих операций: мойка и взвешивание картофеля, тонкое измельчение картофеля, выделение крахмала из кашки, отделение и промывка мезги, рафинирование крахмального молока, промывание крахмала (рис. 3).

Картофель подают в производство из хранилища с помощью гидравлического транспорта, где происходит одновременно и отделение легких (солома, ботва) и тяжелых (песок, камни) примесей.

Моют клубни в моечных машинах различных конструкций до полного удаления с их поверхности частиц земли и песка и глубоких глазков. Отмытые клубни взвешивают на автоматических весах и подают на измельчение.

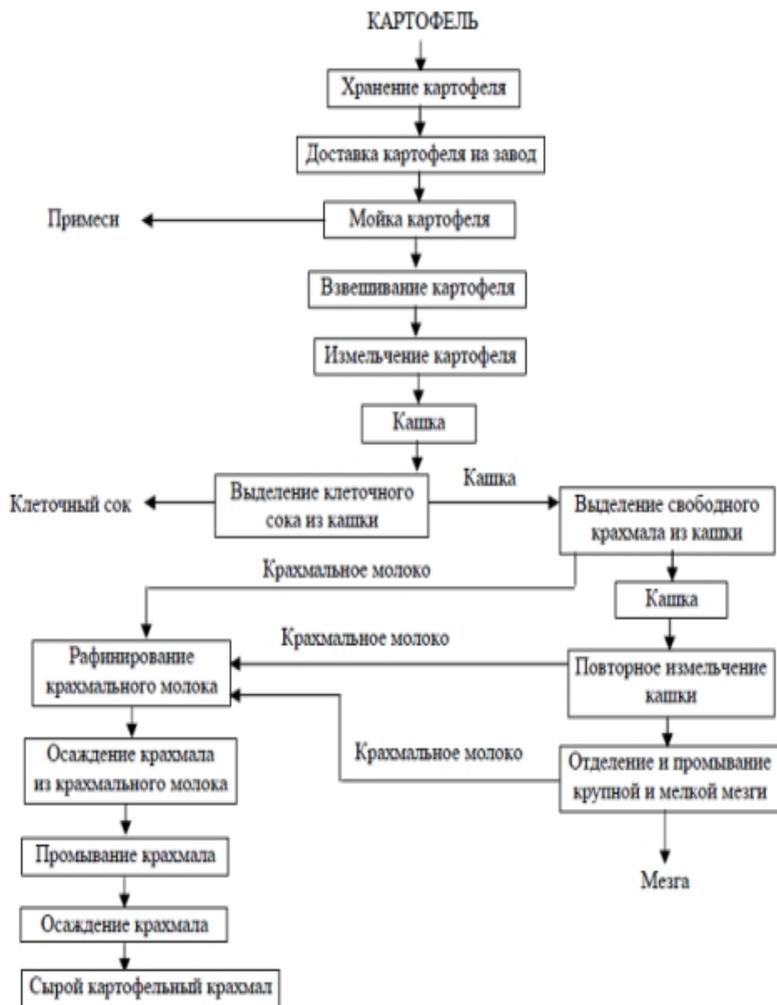


Рис. 3. Технологическая схема производства картофельного крахмала

Измельчение картофеля на терочных машинах проводится с целью разрушения клеток и освобождения крахмальных зерен. Чем сильнее будет измельчен картофель, тем полнее будет выход крахмала. В результате измельчения клубней получают картофельную кашку

(смесь, состоящую из крахмала, разрушенных клеток и картофельного сока). Для максимального извлечения крахмальных зерен картофель измельчают в две стадии. Так как картофельный сок вызывает потемнение крахмала и снижение вязкости крахмального клейстера, поэтому его необходимо отделить.

Отделение картофельного сока производится на центрифугах. После выхода из терочной машины измельченный картофель разбавляется водой и в виде полужидкой каши подается на центрифуги, на которых выделяется до 85 % картофельного сока. Затем кашку направляют на выделение свободного крахмала из мезги.

Первое *отмывание крахмала* с получением крахмального молочка происходит на ситах (дуговые или центробежно-лопастные). Далее кашка поступает на щеточные сита, где происходит окончательное отмывание крахмала протиранием щетками с обильной подачей воды. Крахмальное молочко поступает для отделения соковой воды, а крахмальная мезга из сита – в сборник и далее в мезговую яму.

Для *отделения соковой воды* используют центрифуги. Отходящая от центрифуги смесь сгущенного крахмала и мелкой мезги имеет концентрацию 35–40 %. Мелкую мезгу удаляют с использованием капроновых сит в две ступени или гидроциклонов. Мелкая мезга, отделенная на ситах, направляется в сборник, а очищенный крахмал в виде крахмального молока – на промывку. Для выделения песка из крахмальной суспензии используют гидроциклоны. Принцип их действия основан на возникающей при вращении центробежной силе. Гидроциклоны выделяют до 90 % песка, содержащегося в крахмальном молоке. В результате обработки получают суспензию крахмала концентрацией 37–40 %. Сырой крахмал сохраняется плохо из-за высокого содержания влаги, поэтому сразу после выработки его обезвоживают в центрифугах и затем высушивают.

Сушку крахмала производят на пневматических сушилках. В основу их работы положен принцип сушки разрыхленного крахмала в движущемся потоке горячего воздуха. Крахмал высушивается до влажности 20 % и поступает в бункер для просеивания, после чего его упаковывают в двойные или многослойные бумажные мешки. Сухой картофельный крахмал вырабатывают четырех сортов: экстра, высший, первый и второй (для технических целей). Хранят крахмал в упакованном виде в сухих и хорошо проветриваемых помещениях при относительной влажности воздуха не выше 75 %. Оптимальная температура хранения крахмала – около 10 °С.

3.3. Хранение и переработка технического сырья

3.3.1. Хранение и переработка корнеплодов сахарной свеклы

Особенности хранения корнеплодов сахарной свеклы. Работа сахарного завода связана с необходимостью хранения большого количества сахарной свеклы, так как сахарный завод работает, в зависимости от количества заготовленной свеклы, в течение 60–110 суток, а уборка свеклы проводится всего в течение одного месяца – примерно с 20 сентября по 20 октября. При хранении свеклы теряется сахар и ухудшается ее качество. Потери сахара при хранении колеблются от 100 до 300 г в день на 1 т корнеплодов. Как правило, они составляют в первую неделю хранения 0,01 % в день, потом 0,05 % в день. Сведение потерь сахара при хранении сахарной свеклы к минимуму является одним из важнейших факторов повышения эффективности сахарного производства. Сразу после уборки корнеплоды сахарной свеклы желательно отправить на завод. При невозможности отправления корнеплодов сахарной свеклы одновременно с уборкой организуют кратковременное хранение в полевых кагатах.

При хранении в корнеплодах сахарной свеклы проходят сложные физиологические и биохимические процессы. Для поддержания жизнедеятельности при дыхании расходуется сахароза. При хранении происходят процессы гидролитического распада и наблюдаются естественные изменения в химическом составе корнеплодов. Все это приводит к ухудшению технологических качеств свеклы, снижению содержания сахарозы и накоплению несахаров. При хранении неповрежденных, с правильно обрезанной головкой корнеплодов в оптимальных условиях величина потерь сахарозы на дыхание незначительна. Однако в сутки за счет дыхания теряется 0,012 % сахарозы. При хранении механически поврежденных корнеплодов с большим количеством земли, ботвы и других примесей интенсивность дыхания резко возрастает и потери сахара увеличиваются. На интенсивность дыхания корнеплодов сахарной свеклы влияет температура, относительная влажность и газовый состав окружающей среды, размер корнеплодов и удельная площадь их поверхности, степень спелости, физическое состояние корнеплодов, наличие повреждений, загрязненность, химический состав корнеплодов, высота среза головки, срок хранения и другие факторы.

При хранении корнеплодов в кагатах без укрытия, особенно в теплое время года, происходят значительные потери влаги. При интенсивном увядании корнеплодов потеря каждого процента влаги может привести к увеличению потерь сахарозы на 0,005–0,01 % к массе свеклы. При увеличении степени увядания корнеплодов снижается чистота свекловичного сока. Увядание приводит к снижению упругости, изменяются и другие физические и химические показатели.

При неправильном хранении корнеплоды могут прорасти. Особенно склонны к прорастанию корнеплоды, убранные комбайнами без доочистки. В верхней части кагата корнеплоды прорастают в два раза быстрее. Интенсивнее прорастают корнеплоды в невентилируемых кагатах, и в первую очередь те, у которых осталась верхушечная почка. Корнеплоды с необрезанной головкой хранятся лучше, поэтому при длительном хранении целесообразно удалять только верхушечную почку, не трогая головку. Недоспелая свекла прорастает быстрее, чем спелая. Скорость прорастания зависит от сорта и спелости, степени обрезки головок, но главным фактором является температура.

Одной из главных причин потери массы и снижения выхода сахара при хранении корнеплодов сахарной свеклы является загнивание корнеплодов в кагатах. При оптимальных условиях хранения спелые и неповрежденные корнеплоды хорошо сопротивляются развитию микроорганизмов. Микроорганизмы развиваются в первую очередь на отмерших клетках, механически поврежденных, подмороженных и увядающих участках корнеплодов, а затем начинают поражать живые клетки. Болезни, вызываемые грибами, чаще наблюдаются осенью. Этому благоприятствует высокая влажность воздуха при недостаточно высокой температуре. Один из наиболее активных и распространенных возбудителей кагатной гнили при хранении свеклы – гриб *Phoma betae* Frank. Бактериальная микрофлора наиболее активно развивается весной, когда сопротивляемость свеклы после длительного хранения ослабевает.

Резко ухудшает условия хранения свеклы загрязненность земель и растительными остатками. В кагате снижается пористость, создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов, что может привести к развитию самосогревания и гниения. Большое количество примесей не только ухудшает условия хранения, но и снижает качество получаемого диффузионного сока.

На основании обширных исследований и многолетней практикой установлено, что оптимальным для сахарной свеклы является температурный режим 1–3 °С при относительной влажности воздуха 92–94 %. При таких параметрах ферментативные процессы замедлены, дыхание корнеплодов протекает на низком энергетическом уровне, ростовые процессы и микробиологическая деятельность сведены к минимуму.

Площадки для укладываемых кагатов должны быть чистыми, ровными, продезинфицированными. Хорошая дезинфекция обеспечивается путем использования сухой извести-пушонки из расчета 10 кг на 100 м².

Форма и размер кагатов. Оптимальной для кагата является призма с углом наклона до 60° и высотой около 3 м при ширине 8–12 м. Продольная ось кагата должна быть сориентирована с направлением господствующих ветров данной местности.

Способы защиты сахарной свеклы при хранении. К ним относятся физические и химические способы.

Из физических способов в практике наиболее широкое применение получило вентилирование (естественное и искусственное). Задачей вентилирования является охлаждение свеклы в кагате, что приводит к снижению интенсивности ее дыхания.

При этом особенно важным является снижение температуры в кагатах в течение первых 3–5 дней после уборки свеклы, когда в свекле наблюдается максимальная интенсивность дыхания и соответственно максимальные потери сахара (примерно в два раза выше).

Последнее обусловлено рядом факторов, важнейшим из которых является суберинизация, т. е. способность корнеплода образовывать на месте механического повреждения новую ткань. На это, естественно, тратится дополнительная энергия, что связано с интенсификацией процесса дыхания.

При правильном проведении естественного вентилирования потери сахара снижаются на 20–30 %, а при принудительном – на 40–80 %.

Химические способы заключаются в использовании различных консервантов и антисептиков, которые подавляют развитие микробиологических процессов, тормозящих дыхание и прорастание корнеплодов.

Набор химических препаратов для обработки сахарной свеклы достаточно широк: ГМК-На; Пирокатехин; Эстрел; Угам; ФК-1; ФМ-1 и др.

Известковое молоко используется как дезинфицирующее средство и для защиты от солнечной радиации. Хлорная известь обладает сильным фунгицидным и бактерицидным действием.

Смесь известкового молока и хлорной извести готовят путем добавления к известковому молоку, полученному путем растворения 55 кг СаО в 1000 л воды, 30 кг хлорной извести. Смесь хорошо перемешивают. Затем этой смесью обрабатывают укладываемую на хранение свеклу из расчета 10 л на 1 т свеклы.

Защита свеклы от замерзания. Экспериментально установлено, что свекла, содержащая 25 % сухих веществ и более 16 % сахарозы, выдерживает морозы до -6°C . Только при более низкой температуре в такой свекле в вакуоле клетки начинают образовываться криогидраты (кристаллы льда), что приводит к разрыву клетки и ее гибели.

Среди эффективных, недорогих и достаточно легко осуществимых на практике способов предохранения свеклы от замораживания – способы укрытия кагатов с помощью термо- и гидрозащитных материалов. В качестве последних применяют камышовые маты, рулоновые панели, полиэтиленовую пленку или солому. При использовании соломы требуется 10 кг сухой соломы на 1 т корнеплодов, что обеспечивает толщину слоя покрытия 10–15 см. Такое покрытие полностью защищает от дождя и мороза даже при температуре ниже -10°C . В Англии для укрытия кагатов разработан новый материал Polyfelt, который в сравнении с другими материалами, например пропиленом, легче и удобнее в работе.

Технологическая схема переработки свеклы на сахарных заводах. Стадии технологического процесса переработки сахарной свеклы можно разделить на следующие этапы и основные операции: транспортирование и предварительная очистка свеклы, мойка, изрезывание свеклы в стружку, извлечение из нее сока, физико-химическая очистка диффузионного сока, выпаривание его и очистка сиропа, уваривание утфеля, кристаллизация сахарозы и отделение утфеля (центрифугирование), сушка, охлаждение, сортирование и упаковка сахара-песка.

С кагатного поля сахарная свекла через сеть гидротранспортеров подается на переработку. Гидротранспортеры устанавливают с уклоном от кагатного поля к заводу. При подаче свеклы по гидротранспортерам происходит частичная мойка корнеплодов, в устроенных ловушках отделяется большая часть примесей (песка, камней, ботвы). Окончательное отмывание корнеплодов свеклы происходит в свекломоечных машинах и струйным отмывом. Для уменьшения вымывания са-

харозы из свеклы ее транспортируют и отмывают водой, температура которой не выше 18 °С.

Взвешивание производится на автоматических порционных весах, затем свеклу выгружают в бункер-накопитель.

Измельчение. Из бункера корнеплоды самотеком поступают на измельчение в свеклорезки (центробежные, дисковые или барабанные), где измельчаются в стружку.

Диффузия (получение сока) – процесс извлечения сахарозы из клеток свекловичной ткани посредством вымывания ее горячей водой (осуществляется в непрерывно действующих диффузионных установках). Наиболее эффективно процесс диффузии происходит при быстром нагревании стружки и поддержании температуры 72–75 °С, при слабокислой реакции среды (рН 5,5–6).

Очистка диффузионного сока. Сок содержит сахарозу и несахара (растворимые белки, пектиновые вещества, редуцирующие сахара, аминокислоты, соли органических и неорганических кислот и др.). Очистка сока включает следующие операции.

Дефекация – обработка сока известью. Сок, подогретый до температуры 85–90 °С, дважды обрабатывается известковым молоком (предварительная дефекация и основная). В процессе дефекации, кроме коагуляции веществ коллоидной дисперсности, происходит также нейтрализация и осаждение кальциевых солей некоторых кислот.

Сатурация проводится в два приема: сначала первая, а после отделения осадка – вторая. Основная цель сатурации – вызвать выпадение извести в осадок в виде СаСО₃ путем насыщения сока диоксидом углерода. Сок после сатурации становится более светлым и прозрачным. После каждой сатурации сок подогревают и направляют на фильтрацию.

Сульфитацией называют обработку сахарных растворов диоксидом серы, в результате чего образуется сернистая кислота, которая является хорошим антисептиком и восстановителем. Она обесцвечивает сок. Сульфитация проводится в аппаратах-сульфитаторах, где поступающий сок смешивается с газом.

Сгущение сока (выпаривание). Сок после сульфитации представляет собой ненасыщенный раствор сахарозы и оставшихся в нем несахаров. При сгущении до пересыщения сахара начинается осажаться в виде кристаллов. Сгущение очищенного сока проводят в два этапа: сначала выпаривают воду в выпарной установке до состояния, близкого к насыщению (содержание сухих веществ в сиропе 65–70 %), а за-

тем – в вакуум-аппаратах до пересыщения (содержание СВ 92–93 %) с последующей массовой кристаллизацией.

Кристаллизация. Выделение сахарозы из раствора производится в две-три ступени. На первой ступени уваривания получают первый утфель – густую вязкую массу, состоящую из кристаллов сахара и жидкости. Кристаллы отделяют на центрифугах, а межкристальный раствор (зеленую патоку) вновь сгущают на второй ступени до пересыщения (второй утфель) и выкристаллизовывают остальную сахарозу (желтый сахар).

На кристаллах сахара после центрифугирования остается прилипший слой межкристального раствора, придающий сахару желтоватый оттенок. Для его удаления кристаллы сахара пробеливают горячей водой. При этом часть кристаллов растворяется и образуется второй оттек (белая патока), который направляют в вакуум-аппараты в конце уваривания первого утфеля.

Полученный после кристаллизации сахар-песок высушивают горячим воздухом в сушильной установке до содержания влаги не более 0,15 %, упаковывают в мешки массой по 50 кг и отправляют на склад.

Эффективность работы завода характеризуется коэффициентом извлечения сахара, который показывает процентное отношение массы сахарозы в сахаре-песке к сахарозе в перерабатываемой свекле. Он составляет около 80 %.

В результате переработки сахарной свеклы наряду с основной продукцией (сахар-песок) получают большое количество побочной продукции. При среднем выходе сахара 10–12 % свекловичное производство дает в процентах к массе переработанной свеклы: 80–83 % сырого свекловичного жома, 5,0–5,5 % мелассы, 10–13 % фильтрационного осадка, которые являются ценными вторичными ресурсами. Свекловичный жом представляет собой обессахаренную свекловичную стружку, оставшуюся после извлечения из нее сахарозы диффузионным методом. Он содержит 0,3 % сахарозы. Жом имеет большую кормовую ценность, однако для увеличения срока хранения требуется его обработка: высушивание или силосование. Эффективность использования жома можно повысить за счет получения из него пектина, пищевых волокон, метана, одноклеточного протеина. Меласса представляет собой межкристальный раствор, получаемый при центрифугировании утфеля последней кристаллизации. Меласса содержит: минеральные органические вещества, в том числе углеводы; ценные аминокислоты и амиды;

катионы щелочных и щелочноземельных металлов; анионы угольной, серной и фосфорной кислот. Около 50 % вырабатываемой мелассы направляется на кормовые цели. Кроме того, меласса является ценным сырьем для производства этилового спирта, дрожжей, пищевых кислот, растворителей и др. Широко используется меласса в комбикормовом производстве. Фильтрационный осадок содержит углекислый газ, азотистые соединения, безазотистые соединения и минеральные вещества, ряд элементов и других соединений, полезных для питания растений и животных. Однако этот ценный отход свеклосахарного производства до настоящего времени не находит полезного практического применения, он наносит ущерб экологии природной среды при накапливании в отвалах.

3.3.2. Первичная обработка и хранение льносырья

Лен-долгунец является ценной сельскохозяйственной культурой, которую возделывают для получения растительных волокон, служащих сырьем для производства различных тканей и материалов. Кроме волокна лен дает семена, в которых содержится масло, идущее на пищевые и технические цели. Из стеблей льна получают волокно и костру, из семян – масло и жмых. Республика Беларусь является одной из ведущих льносеющих стран Европы, однако большая часть льнопродукции экспортируется за рубеж в виде сырья и полуфабрикатов.

Повышение конкурентоспособности льняной отрасли напрямую зависит не только от увеличения валовых сборов льняной продукции, но и от улучшения ее качества путем внедрения в производство новых высокопродуктивных сортов, совершенствования технологии возделывания, уборки и переработки этой культуры. Основные направления в укреплении отрасли льноводства в последние годы направлены на организацию концентрации посевов льна, использования современных высокопродуктивных сортов, имеющих устойчивость к полеганию и болезням, обеспечивающих высокий выход и качество производимого волокна.

Особое внимание уделяется технологии возделывания льна, которую следует производить в строгом соответствии с требованиями отраслевого регламента. Министерство сельского хозяйства Республики Беларусь требует своевременного и полного обеспечения льносеющих организаций комплексными минеральными удобрениями и средствами для интегрированной комплексной защиты посевов льна, в том числе с

учетом применения новых элементов технологии. В последние годы происходит поэтапный переход на отдельную уборку льна с использованием высокопроизводительной самоходной техники. Это позволит проводить уборку льна в более сжатые сроки в оптимальную фазу и получить высокий урожай льнотресты с высоким выходом и качеством льноволокна.

Для повышения эффективности переработки льнотресты на льнозаводах производится техническое перевооружение с установкой современных линий западноевропейского производства. На льнозаводах планируется расширить углубленную переработку льноволокна с выпуском нетканых материалов, веревки, шпагата, а также костроплит, льняного масла.

Лен-долгунец имеет цилиндрический стебель. Стебель ветвится только в верхней части. Толщина стебля колеблется от 0,8 до 2,5 мм, длина составляет 70–125 см. Чем длиннее и тоньше стебли льна, тем больше в них волокна. Различают общую длину стебля и техническую. Под общей длиной принимают расстояние от места прикрепления семядольных листочков до места крепления самой верхней коробочки. Техническая длина стебля – это расстояние от места прикрепления семядольных листочков до начала разветвления соцветия. Основная ценность в стебле льна – волокнистые пучки, которые состоят из элементарных волокон, склеенных между собой пектиновыми веществами. Элементарное волокно представляет собой вытянутую клетку с утолщенными стенками, по концам сильно суженную. Волокнистые пучки располагаются по периферии стебля от основания до вершины и образуют кольцо. Структура элементарных волокон, их связь между собой и характер соединения в лубяные пучки во многом определяют технологические свойства будущего волокна. Элементарные волокна между собой и с окружающими их тканями склеиваются особым веществом – пектином. Пектиновые вещества, склеивающие элементарные волокна в пучки, отличаются по своим свойствам от пектиновых веществ, склеивающих пучки с другими клетками стебля. При обработке соломы ослабляют связь между волокнистыми пучками и окружающими их тканями. Выход длинного волокна зависит от особенностей анатомического строения стебля, условий выращивания растений, сорта и других факторов. Выделенные из стебля льна лубяные пучки называют техническим волокном. Оно бывает длинным и коротким. Главной составной частью волокон является целлюлоза, которая придает волокнам и вырабатываемым из них тканям прочность

на разрыв, гибкость и эластичность. В волокне содержатся также гемицеллюлоза, пектиновые вещества, лигнин. Лигнин придает волокну грубость, жесткость и другие отрицательные свойства. Запаздывание с уборкой льна приводит к повышению содержания лигнина в волокне.

Первичная обработка льна-долгунца – это совокупность процессов и операций, целью которых является выделение волокон из его стеблей. Чтобы выделить волокно, вначале необходимо получить тресту, приготовление которой основано на биологической, химической или физической обработке льняной соломы с целью нарушения в ней связи между лубяными пучками и древесиной.

Известно несколько способов приготовления тресты. *Химический* способ получения тресты осуществляется путем воздействия на льносолону химическими реагентами. *Физический* способ основан на пропаривании льносолемы при температуре около 140 °С и повышенном давлении. *Биологический* способ (росяная, тепловая мочка) основан на воздействии на солому льна-долгунца микроорганизмов. В зависимости от способа приготовления льнотресты различают волокно стланцевое (росяная мочка), моченцовое (водяная мочка), котонное (химический способ), паренцовое (физический способ).

Наиболее распространенным является *биологический* способ получения льняной тресты. Под воздействием микроорганизмов происходят процессы разложения пектиновых веществ и освобождения волокна от окружающих их тканей. Приготовление тресты биологическим способом осуществляется путем росяной, холодноводной и тепловой мочки льняной соломы.

Тепловая мочка льносолемы производится на льнозаводах в специальных мочильных емкостях из бетона или железобетона в воде определенной температуры. При водяной мочке основными микроорганизмами для разложения пектиновых веществ являются бактерии. Бактерии пектинового брожения не нуждаются в кислороде, поэтому они лучше развиваются при полном погружении стеблей в воду. Выделяемые бактериями ферменты разрушают склеивающие вещества, связь между волокнистыми пучками и окружающими тканями ослабевает, в результате чего волокно легко отделяется от древесины.

Продолжительность мочки зависит от температуры мочильной жидкости. Оптимальные условия создаются при температуре 32–36 °С. В этих условиях продолжительность мочки составляет 3–4 суток. Для лучшего развития микроорганизмов оптимальная кислотность

мочильной жидкости должна находиться в пределах рН 7–7,8. После завершения процесса мочки треста промывается водой на отжимно-промывочных машинах и подается на сушилку. Влажность подаваемой на переработку тресты должна быть в пределах 12–14 %. Способ получения льнотресты тепловой мочкой отличает высокая технологичность, дающая возможность поставить процесс приготовления тресты на промышленную основу. Однако в последние годы в связи с удорожанием энергоносителей в Республике Беларусь отказались от тепловой мочки льняной соломы и тресту получают росяной мочкой. Это является единственным способом приготовления тресты в нашей стране.

Росяная мочка льносоломы осуществляется в поле. При получении льнотресты данным методом лен убирают комбайном, который тербит его и одновременно очесывает коробочки. Льняную солому оставляют ровной лентой на поле. Солома под воздействием микроскопических грибов, разлагающих лубяные вещества, меняет цвет и превращается в тресту (состояние соломы, когда волокно легко выделяется из стебля).

Основными факторами росяной мочки являются температура, влажность и свет. Наиболее благоприятные условия для росяной мочки складываются, когда стоит теплая погода, а по ночам выпадают обильные росы. Наиболее благоприятные условия для вылежки складываются в августе. При сдвиге сроков расстила льна на более поздние календарные сроки резко снижается качество и выход волокна. Для хорошей и быстрой вылежки влажность льносоломы должна быть около 50–60 % и температура воздуха 14–18 °С. На вылежку льносоломы положительное влияние оказывает солнечный свет. Под воздействием солнечных лучей разрушаются пигменты и отбеливается стебель, что повышает качество волокна. Для улучшения росяной мочки солому периодически переворачивают. В зависимости от погодных условий и толщины слоя льносолому оборачивают 2–3 раза. Первое оборачивание проводят на 7-й день после расстила с целью выравнивания цвета и влажности стеблей по толщине слоя. Второе оборачивание проводят при уплотнении лент после выпадения большого количества осадков. Третий раз тресту оборачивают перед подъемом.

Когда волокно становится эластичным, светлым, крепким и легко отделяется от древесины, готовую тресту поднимают рулонными

пресс-подборщиками, закатывают ее в рулоны и в таком виде отправляют на заводы для переработки, где выделяют волокно промышленными способами.

Технология производства льноволокна. Целью обработки тресты на льнозаводе является отделение волокна от остальных частей стебля. Подаваемая в производство треста при необходимости досушивается. Максимальная влажность льняной тресты при ее хранении в условиях льнозавода допускается до 25 %. Механическая обработка льнотресты с целью выделения волокна осуществляется при влажности 12 % и выше. Поточная линия производства длинного волокна включает машину формирования слоя и мяльно-трепальный агрегат. Задача слоеформирования – обеспечить оптимальную плотность слоя льнотресты на входе на мяльную машину. Задачей процесса мятья является разрушение структуры стебля льнотресты с целью подготовки ее к дальнейшей обработке. Рабочими органами мяльных машин являются рифленые вальцы, расположенные парами. При проходе через них древесина стебля изламывается на мелкие частицы, а волокно сохраняется. Однако даже при прохождении тресты через многочисленные пары вальцов волокно не полностью отделяется от всех частей стебля. Полученное волокно называют сырцом, отходы стебля – кострой. Дальнейшую обработку сырца – трепание проводят на специальных трепальных машинах. В процессе трепания происходит отделение изломленной древесины (костры) от волокнистой части. Трепание осуществляется путем многократных изгибов волокна на бильных кромках трепальных барабанов. После трепания волокна-сырца получают длинное трепаное волокно.

Отходы трепания, низкосортная треста и спутанные стебли используются для производства короткого волокна, для выделения которого применяется отдельная технология. При обработке отходов трепания вначале проводят их предварительное обогащение с помощью специальных трясильных машин, которые удаляют легкосвязанную костру. Затем производится подсушка обогащенных отходов трепания и их обработка на куделеприготовительном агрегате, включающем мятье, трепание и трясение. После сортировки короткое волокно увлажняют и дают отлежку до влажности 10–12 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / В. И. Филатов [и др.]. – М.: Колос, 2004. – 724 с.
2. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2004. – Ч. 1. – 204 с.
3. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2004. – Ч. 2. – 137 с.
4. Казанина, М. А. Обработка и хранение сельскохозяйственной продукции / М. А. Казанина, В. Я. Воронкова. – Минск: Ураджай, 1988. – 159 с.
5. Красюк, Н. К. Современные технологии производства и использования сахарной свеклы / Н. А. Красюк. – Минск: Амалфея, 2008. – 512 с.
6. Криворот, А. М. Хранение плодов: опыт и перспективы / А. М. Криворот. – Минск: Полибиг, 2001. – 215 с.
7. Курдина, В. Н. Практикум по хранению и переработке сельскохозяйственных продуктов / В. Н. Курдина, Н. М. Личко. – М.: Колос, 1992. – 175 с.
8. Личко, Н. М. Стандартизация и сертификация продукции растениеводства / Н. М. Личко. – М.: Юрайт, 2004. – 596 с.
9. Малин, Н. И. Технология хранения зерна / Н. И. Малин. – М.: Колос, 2005. – 280 с.
10. Манжесов, В. И. Технология хранения растениеводческой продукции / В. И. Манжесов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин. – М.: Колос, 2005. – 392 с.
11. Мелихов, А. А. Хранение и переработка плодов и овощей / А. А. Мелихов. – Минск: Ураджай, 2000. – 160 с.
12. Микулович, Л. С. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров: учеб. пособие / Л. С. Микулович, Д. П. Лисовская. – Минск: Выш. шк., 2009. – 479 с.
13. Микулович, Л. С. Товароведение продовольственных товаров: учебник / Л. С. Микулович. – Минск: Выш. шк., 2009. – 416 с.
14. Переработка продукции растительного и животного происхождения / А. В. Богомолов [и др.]; под общ. ред. А. В. Богомолова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. – 336 с.
15. Пилипюк, В. Л. Технология хранения зерна и семян / В. Л. Пилипюк. – М.: Вузовский учебник, 2009. – 457 с.
16. Поморцева, Т. И. Технология хранения и переработки плодовоовощной продукции / Т. И. Поморцева. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 136 с.
17. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е. М. Вобликов [и др.]. – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2001. – 240 с.
18. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства: учеб. пособие / Г. А. Жолик [и др.]; под ред. Г. А. Жолика. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 575 с.
19. Технология переработки растениеводческой продукции / Н. М. Личко [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 582 с.
20. Трисвятский, Л. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов: учебник / Л. А. Трисвятский, Б. В. Лесик, В. Н. Курдина. – 4-е изд. – М.: Агропромиздат, 1991. – 416 с.
21. Цык, В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб.-метод. пособие / В. В. Цык. – Горки: БГСХА, 2012. – 96 с.

22. Цык, В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: курс лекций / В. В. Цык. – Горки: БГСХА, 2013. – 190 с.
23. Шаршунов, В. А. Сушка и хранение зерна: справ. пособие / В. А. Шаршунов, Л. В. Рукшан. – Минск: Мисанта, 2010. – 587 с.
24. Широков, Е. П. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации / Е. П. Широков, В. И. Полегаев. – М.: Колос, 2000. – 254 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	5
1.1. Теоретические основы стандартизации.....	5
1.1.1. Понятие стандартизации и технического нормирования.....	5
1.1.2. Методы стандартизации.....	6
1.1.3. Системы стандартизации.....	8
1.1.4. Категории технических нормативных правовых актов.....	12
1.1.5. Информационное обеспечение в области стандартизации.....	18
1.1.6. Государственный надзор за внедрением и соблюдением требований ТНПА.....	19
1.2. Контроль качества продукции растениеводства.....	21
1.2.1. Определения в области качества продукции.....	21
1.2.2. Методы оценки показателей качества.....	22
1.2.3. Контроль качества продукции.....	24
1.2.4. Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства.....	25
1.2.5. Система управления безопасностью пищевых продуктов.....	26
1.3. Стандартизация растительного сырья.....	28
1.3.1. Классификация показателей качества товарного зерна.....	28
1.3.2. Система кондиций.....	29
1.3.3. Структура стандартов на зерно.....	30
1.3.4. Стандартизация товарного зерна пшеницы.....	31
1.3.5. Стандартизация товарного зерна ржи.....	34
1.3.6. Стандартизация товарного зерна ячменя.....	36
1.3.7. Стандартизация плодов и овощей.....	39
1.3.8. Стандартизация технических культур.....	44
2. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	48
2.1. Факторы сохранности продукции растениеводства.....	48
2.1.1. Виды потерь сельскохозяйственной продукции и борьба с ними.....	48
2.1.2. Научные принципы хранения и переработки продукции растениеводства.....	50
2.2. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна и семян.....	55
2.2.1. Состав зерновой массы.....	55
2.2.2. Физические свойства зерновых масс.....	56
2.2.3. Физиологические процессы, происходящие в зерне при хранении.....	62
2.2.4. Влияние жизнедеятельности микроорганизмов и насекомых на хранение зерна и семян.....	67
2.2.5. Мероприятия, повышающие стойкость зерновых масс при хранении.....	71
2.2.6. Режимы и способы хранения зерна.....	85
2.2.7. Размещение зерна и семян на хранение и правила наблюдения за ними.....	92
2.3. Технология хранения картофеля, овощей, плодов и ягод.....	93
2.3.1. Лежкость и сохраняемость плодоовощной продукции.....	93
2.3.2. Физические свойства плодоовощной продукции.....	96
2.3.3. Физиологические процессы, происходящие в картофеле, овощах и плодах при хранении.....	100
2.3.4. Влияние микроорганизмов и насекомых на сохранность плодоовощной продукции.....	104
2.3.5. Режимы и способы хранения плодоовощной продукции.....	105
2.3.6. Технологии хранения отдельных видов плодоовощной продукции.....	109

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА	120
3.1. Переработка зерна и маслосемян	120
3.1.1. Технология производства муки	120
3.1.2. Технология производства крупы	123
3.1.3. Технология производства хлеба	126
3.1.4. Производство комбикормов	129
3.1.5. Производство растительных масел	133
3.2. Переработка картофеля, плодов и овощей	135
3.2.1. Классификация методов переработки плодов и овощей	135
3.2.2. Микробиологические методы консервирования	135
3.2.3. Физические методы переработки и консервирования плодов и овощей	142
3.2.4. Химическое консервирование	152
3.2.5. Производство картофельного крахмала	154
3.3. Хранение и переработка технического сырья	157
3.3.1. Хранение и переработка корнеплодов сахарной свеклы	157
3.3.2. Первичная обработка и хранение льносырья	163
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	168

Учебное издание

Винникова Наталья Викторовна

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ,
ПЕРЕРАБОТКИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ
ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Учебно-методическое пособие

Редактор *С. Н. Кириленко*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 08.11.2022. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 9,42.
Тираж 45 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.