

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»

А. А. Киселёв, В. А. Рылко

ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

КУРС ЛЕКЦИЙ

*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 специальности 1-74 01 01 Экономика и организация
производства в отраслях агропромышленного комплекса*

Горки
БГСХА
2021

УДК 664:633/635(075.8)

ББК 41/42я73

К44

*Одобрено методической комиссией
экономического факультета 23.06.2020 (протокол № 10)
и Научно-методическим советом БГСХА 25.06.2020 (протокол №10)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. А. Киселёв*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. А. Рылко*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *П. И. Панасюга*;
кандидат экономических наук, доцент *В. Н. Кулаков*

Киселёв, А. А.

К44 Технологии хранения и переработки продукции растениеводства. Курс лекций : учебно-методическое пособие / А. А. Киселёв, В. А. Рылко. – Горки : БГСХА, 2021. – 185 с.

ISBN 978-985-882-116-6.

Раскрыты теоретические и практические вопросы по основным темам дисциплины «Технологии хранения и переработки продукции растениеводства».

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальности 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса.

УДК 664:633/635(075.8)

ББК 41/42я73

ISBN 978-985-882-116-6

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2021

Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ

- 1.1. Содержание предмета, его цель и задачи.
- 1.2. Проблемы повышения качества продукции растениеводства, сокращения потерь при уборке, хранении.
- 1.3. Пути снижения себестоимости, сокращения потерь и повышения качества растениеводческой продукции.
- 1.4. Кондиции как нормы качества продукции растениеводства.

1.1. Содержание предмета, его цель и задачи

Сохранение и рациональное использование всего выращенного урожая и получение максимума изделий из сырья – одна из основных государственных задач. Важнейший источник пополнения продовольственного фонда – сокращение потерь растениеводческой продукции при уборке, транспортировке, хранении и переработке. В области хранения растениеводческой продукции скрыты огромные резервы. Прибавка в ресурсах потребления может составить до 20 %, а по некоторым видам продукции и до 40 %. При этом затраты на устранение потерь растениеводческой продукции значительно ниже, чем на ее выращивание.

Овладение технологией сохранения урожая требует хорошей эрудиции, агрономических, технических и других знаний. В настоящее время назрела необходимость целенаправленной и тщательной подготовки специалистов для этой специфичной и крайне ответственной отрасли. Особенность дисциплины состоит в том, что ее главная задача – научить студентов предупреждать и устранять потери сырья и получаемой из него продукции, бережливому использованию растениеводческого сырья, такой его обработке, при которой всякий отход превращается в продукт высокой ценности.

Развитие технологии хранения растениеводческой продукции является одним из источников роста продуктивности сельскохозяйственного производства. Знание основ «Технологии хранения и переработки продукции растениеводства» и ее современных методов позволит специалисту совершенствовать способы возделывания, хранения и переработки растениеводческого сырья для повышения урожайности, выхода готовой продукции и накопления наиболее ценных веществ в соответствии с требованиями к качеству продуктов.

Цель дисциплины – обучение будущих специалистов высококвалифицированно решать проблемы, связанные с совершенствованием организации хранения и переработки продукции растениеводства.

Задачи дисциплины: изучить взаимоотношения сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, основы современных технологий хранения и переработки продукции растениеводства, пути сокращения потерь и повышения качества продукции на данных этапах технологического процесса.

1.2. Проблемы повышения качества продукции растениеводства, сокращения потерь при уборке, хранении

Проблема повышения качества растениеводческой продукции является комплексной и очень сложной. В ее разрешении участвуют специалисты многих отраслей народного хозяйства. Особенно велика в этом деле роль науки (биологии, селекции, семеноводства, генетики, агрономии, экономики). Хранение большого количества продуктов потребовало изучения их свойств как объектов хранения. В связи с этим в арсенале науки существует много разработок, внедрение которых позволило бы сократить потери при хранении до минимума и значительно улучшить качество продукции. Так, на основе научных экспериментов и обобщения многолетнего производственного опыта разработаны научно обоснованные рекомендации по хранению зерна, картофеля и плодоовощной продукции, в значительной степени изучено влияние условий выращивания продукции (удобрения, орошение, различие почв, сроки посева, посадки и уборки) на ее сохранность. Рекомендованы определенные сорта для длительного хранения продукции в свежем виде и для переработки (консервирование, квашение, соление, изготовление соков, чипсов, крупы и т. д.). В настоящее время созданы проекты зернохранилищ, картофелехранилищ, овоще- и плодохранилищ. Задача специалистов – применять на практике полученные знания в области хранения растениеводческой продукции с учетом условий конкретного предприятия.

Проблема увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции, повышения ее качества стала одной из центральных в нашем государстве. В связи с этим необходимо предусмотреть создание экономических условий, стимулирующих рост сельскохозяйственного производства, значительное увеличение капиталовложений в эффективно работающие сельскохозяйственные предприятия, совершенствование форм организации и управления, его интенсификацию и индустриализацию на базе комплексной механизации и химизации, массового внедрения достижений науки и передового опыта.

В решении этих больших задач в осуществлении программы развития сельского хозяйства значительную роль должна сыграть стандартизация как определяющий фактор повышения качества и конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции. Наличие четкой системы и законодательный характер делают стандартизацию мощным средством государственного руководства всеми отраслями народного хозяйства. Через стандарт проводится в жизнь определенная техническая политика, внедряются в народное хозяйство, в отдельные отрасли те или иные научные и технические решения. Именно в стандарте осуществляется согласование требований всех заинтересованных сторон (министерств, ведомств) к качеству продукции, именно в стандартах находит свое отражение работа по унификации изделий и методов, типизации, агрегатированию, специализации, систематизации и т. д.

Основой при выполнении работ по стандартизации является государственная система стандартизации. Она обеспечивает единообразие определения качества продукции, единые методы оценки, что необходимо для нормального обращения продукции в народном хозяйстве, способствует внедрению новых технологий при производстве сельскохозяйственной продукции, ее хранению и переработке.

1.3. Пути снижения себестоимости, сокращения потерь и повышения качества растениеводческой продукции

Понятие качества является одним из основных в изучаемой дисциплине, поэтому ему следует дать определение. Качество – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с целевым назначением. Именно разнообразные свойства продукции определяют ее полезность при использовании на какие-либо цели, например, продовольственные или кормовые. Комплекс этих полезных свойств и составляет качество продукции.

Уровень качества продукции 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 – комплексным.

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

Любой показатель качества имеет технологическое и экономическое значение. Технологическое значение определяется пригодностью данного вида продукции к хранению или переработке. Экономическое же значение в том, что чем выше показатели качества, тем выше цена на продукцию и, следовательно, выше экономическая эффективность производства.

При товароведческой экспертизе продукции можно выделить три степени качества:

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

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

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 ее 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 данной дисциплины.

1.4. Кондиции как нормы качества продукции растениеводства

В связи с разнокачественностью продукции растениеводства, в том числе зерна, даже в пределах одного вида возникает необходимость не только широко (дифференцированно) нормировать ее качество, но и устанавливать основную или твердую норму качества по ключевым показателям, на основе которой будут устанавливаться закупочные цены и осуществляться расчеты за реализуемую продукцию. Для предприятий, перерабатывающих растительное сырье, также важно иметь основную или базисную норму по так называемому технологическому показателю, ведь отклонение от этой нормы изменит и выход готовой продукции (сахара, крахмала, волокна).

В связи с этим в государственном нормировании разработана система кондиций (норм), которые полностью или частично включают в нормативные документы или делают ссылку в стандартах на необходимость руководствоваться действующими кондициями.

Кондиции – твердые узаконенные нормы на основные показатели качества сельскохозяйственной продукции.

Кондиции являются более узким понятием по сравнению со стандартами, ведь кондиции включаются в стандарты, а не наоборот.

Необходимо отметить 3 отличия кондиций от стандартов:

- кондиции – твердые нормы, в стандартах допускаются колебания значения того или иного показателя, что выражается словами «не более», «не менее», «от», «до»;

- кондиции устанавливаются только по основным показателям качества, а стандарты предусматривают оценку качества по многим показателям;

- кондиции разрабатываются только на сельскохозяйственную продукцию, а стандарты – на любую.

Разработаны и применяются следующие кондиции.

Заготовительные (общеторговые) – твердые нормы на основные показатели качества продукции при ее реализации. Они полностью включены в стандарты и подразделяются на *базисные* и *ограничительные*.

Базисные предусматривают основную или базисную норму качества. Продукция, отвечающая по качеству требованиям базисных кондиций, должна иметь полноценные пищевые, кормовые или технологические достоинства. Базисные нормы положены в основу расчетов при реализации продукции растениеводства, поэтому их еще называют расчетными. Превышение требований базисных кондиций поощряется заготовителями в денежном и натуральном выражении. И наоборот, при меньших показателях делаются скидки. Зерно, отвечающее этим нормам, принято считать за эталон, т. е. оно в весовом выражении засчитывается полностью. Оплата такого зерна осуществляется по полной закупочной цене без каких-либо скидок. Базисные кондиции служат не только основой для расчетов за зерно, но и его учета. Зерно, отвечающее требованиям базисных кондиций, имеет полноценные пищевые, кормовые, технические и технологические достоинства. Из такого зерна вырабатывают высококачественную продукцию, соответствующую требованиям стандартов. Это зерно можно хранить и перевозить без дополнительных затрат на сушку и очистку. Если на рынке оказывается зерно по качеству лучше, чем предусмотрено базисными кондициями, то полагаются надбавки к закупочным ценам, а по влажности и сорной примеси – надбавки к физической массе.

Ограничительные кондиции – низшая норма качества продукции по установленным показателям, допускаемая при ее продаже. Если каче-

ство 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 (зачетной массы партии).

Кондиции на посевной материал – нормы качества на семена и 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. При отклонении качества семян от этих кондиций в худшую сторону делаются скидки с цены, сокращаются или совсем не выплачиваются сортовые надбавки. При значительном снижении качества семена считаются непригодными для посева.

Промышленные кондиции – твердые нормы на технологические показатели растительного сырья, используемого в перерабатывающей промышленности. Эти нормы также включены в стандарты и на их основании можно заранее рассчитать выход готовой продукции (крахмала, сахара).

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

Лекция 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

- 2.1. Продукция растениеводства как объект хранения.
- 2.2. Виды потерь растениеводческой продукции и борьба с ними.
- 2.3. Факторы, влияющие на качество и сохранность растениеводческой продукции.
- 2.4. Научные принципы хранения и консервирования растениеводческой продукции.

2.1. Продукция растениеводства как объект хранения

Свежеубранная продукция растениеводства при поступлении к месту хранения имеет очень разнообразный физический состав: в ней, кроме полноценных объектов основной культуры, присутствуют де-

фектные (поврежденные в процессе уборки, вредителями, грызунами) объекты и примеси органического и минерального происхождения, возможно присутствие вредителей. Наличие примесей существенно снижает устойчивость продукции при хранении, так как объекты основной культуры и примеси различаются по влажности, химическому составу, физиологической активности, восприимчивости к микроорганизмам. Практически для всех партий растительной продукции, подлежащих хранению и реализации, проводят набор приемов, повышающих устойчивость продукции при хранении и улучшающих ее характеристики при дальнейшей переработке. К таким приемам относят очистку от примесей, калибровку, активное вентилирование, сушку, борьбу с вредителями, искусственное охлаждение, химическое консервирование и др.

Устойчивость продукта при хранении зависит от его химического состава, физической структуры и реакции на воздействие факторов окружающей среды. А поскольку продукты растениеводства представляют собой живые организмы или органическую массу, содержащую значительное количество воды и биологически активных веществ, хранение их особенно затруднено.

Полезные свойства урожая различных культур, возможность и целесообразность использования его на те или иные цели, а также его сохранность определяются, прежде всего, особенностями химического состава. В первую очередь, имеет значение содержание воды в продукции. Зерно и семена – продукция с высокой концентрацией сухих веществ, низкой влажностью и большой энергетической ценностью. Поэтому зерно, имеющее низкую влажность, сохранить проще.

На сохранность продукции растениеводства также влияет множество других факторов. Среди них можно выделить следующие основные.

Физиологические особенности – культура и сорт, наличие периода покоя, периода послеуборочного созревания. Чем длиннее период покоя и период послеуборочного созревания, тем выше лежкость этой группы продукции.

Морфоанатомические особенности – наличие покровных тканей, обладающих определенной прочностью, наличие защитного липидного слоя клеток на коже, плотность тканей и др.

Условия выращивания – имеют значение природно-климатические условия, тип и плодородие почвы, обеспеченность ее микроэлементами, сбалансированность минерального питания, выполнение основных агротехнических приемов по возделыванию.

Условия уборки и доработки – своевременность, вид и способ уборки и обработки, погодные условия, состояние и типы машин.

Внешние условия при хранении – температура, влажность и состав воздуха.

Благоприятная *температура* хранения зависит от вида продукции. Например, плодоовощную продукцию по отношению к температуре условно можно подразделить на 3 группы:

- продукция 1-й группы может храниться при температурах ниже 0 °С (капуста, лук, чеснок, некоторые сорта яблок и груш);

- продукция 2-й группы может храниться при температурах близких к 0 °С (сюда относится большая часть продукции);

- продукция 3-й группы может храниться при относительно высоких положительных температурах 5–10 °С (томаты, перцы, баклажаны, цитрусовые, тыквенные).

Зерно и семена могут храниться в более широком диапазоне температур, однако лучше при пониженных.

Для большинства видов плодов и овощей оптимальная *относительная влажность воздуха (ОВВ)* при хранении составляет 90–95 %, но здесь надо учитывать особенности продукции. Так, например, зеленные овощи имеют развитую листовую поверхность и тонкие покровные ткани. Из-за большой поверхности испарения они быстро теряют тургор и увядают, поэтому хранят их при ОВВ 96–98 %. А лук, чеснок, тыквенные, цитрусовые надежно защищены от испарения сухими чешуями или толстыми покровными тканями и их можно хранить при ОВВ 70–80 %. Зерно, наоборот, требует пониженной влажности при хранении.

Газовый состав среды. Увеличение концентрации CO₂ при одновременном снижении концентрации O₂ снижает интенсивность дыхания, удлиняет период покоя, замедляет процессы созревания и старения, подавляет жизнедеятельность микроорганизмов и в связи с этим увеличивает срок хранения.

2.2. Виды потерь растениеводческой продукции и борьба с ними

Различают два основных вида потерь продукции при хранении – потери в массе и потери в качестве. В большинстве случаев эти потери взаимосвязаны, т. е. потери в массе сопровождаются потерями в качестве, и наоборот. Потери в массе, как правило, связаны с уменьшением количества хранящейся продукции, их причины хорошо изучены. Потери в массе определяются и нормируются при проведении количе-

ственно-качественного учета продукции. Сущность потерь в качестве заключается в уменьшении содержания в продукции каких-либо полезных веществ, частичной или полной утрате ее доброкачественности, снижении потребительной стоимости. Эти потери можно учесть при сортировке и теххимическом контроле качества.

По природе потери могут быть механическими (физическими) и биологическими. Грубое механическое воздействие на зерно, овощи и плоды приводит к травмам, которые являются наиболее распространенными причинами механических потерь. Также могут происходить просыпи (раструска) зерна и семян, картофеля и овощей 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 (например, самосогревание и прорастание зерна, картофеля), а также воздействия на продукты различных живых организмов – насекомых и клещей, грызунов, птиц, микроорганизмов.

Потери продукции при хранении оцениваются неоднозначно. Лишь некоторые виды потерь являются неизбежными (их нельзя полностью устранить, сохраняя продукт в живом виде), другие же образуются в результате неправильного хранения и не могут быть оправданы. Неизбежной механической потерей является так называемый неучтенный распыл, возникающий при перемещении зерна, картофеля, овощей. При хранении сочной плодоовощной продукции к неизбежным физическим потерям относится незначительное испарение воды. Трата сухого вещества при дыхании растительных продуктов во время хранения признается единственно оправданной потерей биологической природы. Неизбежные потери в массе продукции при хранении являются естественной убылью. При рациональной организации хранения они весьма незначительны и за год хранения зерна составляют не более 0,2–0,4 % от массы продукции, а за сезон (6–8 мес) хранения лежкой плодоовощной продукции – 3–8 %. Исходя из природы только этих потерь, установлены нормы естественной убыли продукции при хранении и перевозках.

Естественная убыль определяется при проведении количественно-качественного учета продукции при хранении и списывается с материально ответственных лиц по фактическому наличию, но в пределах установленных норм. При превышении норм убыли потери считаются сверхнормативными и относятся на издержки предприятия или ставятся в начет материально ответственным лицам. Естественная убыль

относится только к доброкачественной продукции, испорченная продукция (абсолютные отходы) учитывается и списывается отдельно.

Только в результате неправильной организации хранения, нарушения режимов и правил, применения недопустимых способов хранения могут происходить значительные потери и в массе, и в качестве продукции вследствие травм и просыпей, уничтожения птицами, грызунами и насекомыми, самосогревания, развития микроорганизмов и т. д. Потери, возникающие по этим причинам, считаются неоправданными, и, следовательно, недопустимыми. Чем больше отклоняются условия хранения от оптимальных, тем больше и потери. Все недопустимые потери являются актируемыми, т. е. обязательно составляется акт с указанием причин и величины потерь, виновные в допущении потерь несут ответственность.

При нерациональном использовании продукции могут происходить ее скрытые потери, т. е. использование продукции не по назначению. Например, использование в пивоваренной промышленности партий ячменя из сортов, не относимых к пивоваренным, как правило, приводит к снижению выхода и качества пива; скормливание свиньям на откорме зерна пшеницы вместо ячменя приводит к снижению привесов. Таким образом, причины скрытых потерь являются организационно-экономическими. Эти потери происходят в результате неумелого хозяйствования и связаны с недостаточной квалификацией кадров, с тем, что специалисты не могут правильно распорядиться продукцией, не знают ее полезных свойств и используют не по назначению. Очень важно не допустить скрытых потерь продукции при ее использовании и реализации.

2.3. Факторы, влияющие на качество и сохранность растениеводческой продукции

На качество растениеводческой продукции в процессе хранения влияет множество факторов, различных по силе, характеру и длительности. Их подразделяют на конструктивные (планируемые), производственные, обращения и реализации, эксплуатационные.

Каждый из этих факторов может иметь субъективный или объективный характер. Субъективный характер проявляется при непосредственной связи качества хранимой продукции с деятельностью человека. Это уровень квалификации, общеобразовательный и культурный уровни, личные свойства и устремления, заинтересованность работника в результате труда и т. п. Сюда же следует отнести факторы, свя-

занные с психологией человека, со сложившимися привычками и навыками.

К объективным факторам, влияющим на качество, относят: технические, организационные, экономические – все это условия труда. Технические факторы связаны с оборудованием, применяемой техникой, т. е. средствами производства при создании, обращении и потреблении продукции. К организационным факторам относят организацию труда, к экономическим – формы и уровень заработной платы, уровень и структуру себестоимости продукции, цену реализации. На качество продукции оказывают влияние также факторы социального и идеологического характера. Их можно отнести одновременно как к субъективным, так и к объективным.

Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства при хранении. Эти факторы различны. Их можно сгруппировать в семь этапов.

1. Посевной материал – влияющие факторы на данном этапе: вид, сорт, репродукция, подготовка семян к посеву (очистка, обеззараживание и пр.), класс семян в соответствии со стандартом. Хороший посевной материал обеспечивает дружные всходы, одновременный рост и развитие растений, налив и созревание зерна, образование и развитие плодов, клубнеплодов, корнеплодов, луковиц. Посев семенами низких кондиций вызывает сдвиг развития отдельных растений и может служить причиной большой разнокачественности выращенного урожая и пониженной его стойкости при хранении. От сорта культуры зависят физические свойства, физиологическая активность ее партий, потребительские достоинства продуктов переработки. Многие сорта характеризуются различной устойчивостью при хранении. Размещение партий продукции в хранилищах, расчеты за продукцию проводят с учетом качества, сортовых особенностей и целевого назначения.

2. Условия выращивания – географическое положение, почва, предшественники, удобрения, орошение, болезни и вредители во время выращивания, метеорологические условия года, состояние техники во время уборки и др. Почвенно-климатические условия, в которых развиваются растения, определяют размер урожая, химический состав и качество получаемой продукции. Например, выпадение осадков в предуборочный и уборочный периоды приводит к увлажнению зерна. В этом случае оно без соответствующей доработки будет нестойким при хранении. Ранние заморозки или засушливая погода в период налива зерна вызывают образование дефектного зерна (морозобойно-

го, щуплого) с пониженными показателями качества и неустойчивостью при хранении. Повреждение растений во время выращивания полевыми вредителями также снижает урожай и ухудшает его качество. Попадание в партии убираемой продукции различных растительных остатков, а иногда и вредных примесей требует срочной очистки и сортировки этих партий, а также отдельного их размещения. Иногда в период развития растений на них развиваются фитопатогенные микроорганизмы, вызывая различные болезни растений. Все это ограничивает использование продукции по прямому назначению и снижает срок ее хранения.

3. Условия уборки – сроки и способы уборки, состояние техники и погодные условия во время уборки, урожайность и назначение убираемой продукции. Погодные условия существенно влияют на качество продукции, подлежащей хранению. Например, в дождливую погоду во время уборки зерно увлажняется, теряет свой естественный цвет (обесцвечивается), в нем усиливаются физиолого-биохимические процессы и жизнедеятельность микроорганизмов, что может привести к ухудшению качества зерновой массы при хранении, способствовать возникновению самосогревания. Еще одним примером является морковь. Убранная раньше срока, невызревшая, с меньшим количеством сахара и каротина, с повышенным содержанием влаги она также обладает пониженной устойчивостью при хранении. Такие корнеплоды быстро увядают и поражаются болезнями. Если убрать морковь на месяц позже оптимального срока, корнеплоды перезревают, трескаются и также становятся нестойкими при хранении.

4. Транспортирование урожая – вид и состояние транспорта и тары, расстояние перевозок, время, погода, состояние дорог и пр. Этот фактор сохранности касается в большей степени сочной продукции.

С момента после уборки и доставки ее к месту хранения могут происходить количественные и качественные изменения продукции. Степень этих изменений и величина потерь зависят от того, как проведены уборка, сортировка, калибровка, упаковка и перевозка продукции, от дальности и длительности перевозки. При соблюдении всех правил качество и количество продукции изменяются незначительно. При нарушении правил качественные и количественные потери могут достигать огромных размеров, поэтому доставку продукции можно считать одним из важнейших факторов снижения потерь. Низкое качество поступающих в торговую сеть овощей часто связано не с их низкими сорто-

выми показателями, а с тем, что они не прошли соответствующую товарную обработку и неправильно транспортировались.

Важный резерв сокращения потерь и улучшения качества плодов и овощей – использование современной тары. Например, применение контейнеров позволяет не только сократить потери и сохранить высокое качество продукции при перевозках, но и механизировать погрузочно-разгрузочные работы, ускорить ее доставку к месту хранения и потребителю, сократить транспортные расходы.

Особые требования предъявляют к транспортным средствам. Например, для перевозки зерна их готовят таким образом, чтобы при транспортировке зерно не загрязнялось, не заражалось вредителями и болезнями, не подвергалось воздействию атмосферных осадков.

5. Первичная доработка, обработка – своевременность, вид и способ доработки или обработки, состояние и типы машин, технологические схемы и режимы технологических операций. Например, стойкость зерна при хранении в значительной степени зависит от тех условий, в которых оно находилось до момента поступления в хранилище. Состояние поступающего зерна ухудшается, если после уборки его не дорабатывают на токах, а хранят в открытых, не защищенных от внешних условий местах. Зерно при этом может увлажняться и даже прорасти. В зерновую массу проникают вредители хлебных запасов, обитающие в прошлогодних органических остатках. При отсутствии постоянного контроля зерно может полностью испортиться вследствие самосогревания.

6. Хранение урожая – подготовка к хранению, способы и режимы хранения. Большую роль играет организация контроля за хранящейся продукцией. Избежать необоснованных потерь полученного урожая позволит: правильная подготовка продукции к длительному хранению, а хранилища – к приему нового урожая, применение на практике современных способов хранения; использование оптимальных режимов хранения каждого вида продукции и грамотное управление ими; своевременный контроль и уход за хранящейся продукцией.

7. Переработка на предприятиях – переработка и консервирование (в широком смысле) растениеводческой продукции так же, как и хранение в свежем виде, направлены на ее сохранение и подготовку к использованию в пищу или предназначены для дальнейшей переработки продукции. В переработанной продукции процессы обмена прекращаются. Основная задача при переработке состоит в том, чтобы не снизить качество поступающей продукции, а при определенных условиях повысить его. Это зависит от таких факторов, как рецептура выраба-

тываемого продукта, применяемое оборудование, режим технологического процесса. Такие прогрессивные технологии переработки, как асептическое консервирование, сублимационная сушка, технология комплексного использования сырья с максимальным выходом продукции и др. позволяют получать продукцию высокого качества.

На всех перечисленных этапах хранения выращенной продукции растениеводства основными влияющими факторами являются квалификация специалистов и степень освоения техники и технологии.

Таким образом, качество растениеводческой продукции зависит от ее видов и сортов, биологических особенностей, факторов внешней среды, агротехники возделывания, сортировки, транспортирования, хранения и переработки.

Чтобы вырастить и сохранить высококачественную растениеводческую продукцию, необходимо знать ее основные биологические особенности. В пищу и для переработки используют различные органы растений: семена, плоды, кочаны, луковицы, корнеплоды, соцветия, разросшиеся листья, черешки, побеги зеленых овощей и стебли. Эти органы в таком виде, в каком они сейчас есть у культурных растений, созданы человеком в процессе многовековой истории. Растению для того, чтобы сформировать семена и оставить потомство, не нужны такие крупные плоды, как, например, у арбуза, дыни или тыквы. Все это нужно человеку, и он бессознательным или сознательным отбором создал разнообразные культурные растения. Однако для того чтобы сохранить у растений все приобретенные ими свойства, необходимо постоянно заботиться об обеспечении условий, соответствующих их биологическим требованиям.

В растениеводческой продукции после уборки продолжают сложные процессы жизнедеятельности: биохимические превращения, дыхание, испарение воды и т. д. Дыхание оказывает наибольшее влияние на качество при хранении. С ним связаны превращения и расход углеводов, потеря воды, прорастание, инфекционные и физиологические заболевания и др. С увеличением интенсивности дыхания качество продукции быстро ухудшается.

Резко ухудшается качество хранящейся продукции при прорастании. В определенных условиях могут прорасти как зерно, так и многие овощные культуры. При этом с ростками из зерновых выносятся много питательных веществ, а овощи становятся вялыми и невкусными.

Огромный вред хранящейся продукции наносит самосогревание. Под воздействием высоких температур интенсивность дыхания еще больше усиливается, начинают активно развиваться микроорганизмы и

продукция портится. Такую продукцию нельзя использовать ни в пищу, ни на корм скоту, ни для переработки.

Однако одной из основных причин потери качества и количества продукции остаются болезни, которые вызываются микроорганизмами. В растениях и их плодах содержится много воды, в которой растворены легкодоступные питательные вещества. В результате этого убранный урожай служит прекрасным субстратом для развития микроорганизмов, поэтому на убранной продукции в период хранения поселяются и быстро развиваются возбудители различных заболеваний. Влияние болезней на продукцию в период хранения особенно вредно. Это относится также и к вредителям продовольственных запасов. Борьба с ними в хранилищах труднее, чем в поле, по следующим причинам:

1) убранный продукция теряет естественную устойчивость к заболеваниям, так как постепенно физиологически ослабевает;

2) в хранилищах зерно, плоды, овощи находятся в непосредственном контакте друг с другом, что способствует распространению болезней;

3) в хранилищах возможности применения химических средств борьбы ограничены, так как приходится иметь дело с продуктами питания;

4) некоторые болезни, встречающиеся при хранении, изучены слабо, и для них не разработаны надежные способы борьбы, поэтому один из основных методов борьбы с заболеваниями при хранении – поддержание нормального физиологического состояния продукции путем создания оптимального режима в хранилищах.

Факторы, влияющие на сохранность продукции растениеводства при хранении. Сохранность продукции растениеводства при хранении зависит от различных факторов, которые подразделяются на две группы:

1) биотические факторы;

2) абиотические факторы.

Биотические факторы связаны с живым началом, с природой продукции как живого организма. Они весьма многообразны. Абиотические факторы – это факторы неживой природы, условия внешней среды, влияющие на сохранность продукции.

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

зом, абиотические факторы влияют на сохранность продукции не прямо, а косвенно, через интенсивность биотических факторов.

Наиболее действенным абиотическим фактором является температура, поддерживающаяся при хранении продукции. Она оказывает решающее влияние на величину естественной убыли и активируемые потери продукции. 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 продукции оказывает также относительная влажность воздуха в хранилище. Для плодовоовощной продукции она должна быть достаточно высокой (80–95 %), чтобы предотвратить ее увядание и потерю тургора. Зерно и семена необходимо хранить при относительной влажности воздуха, не превышающей 70 %, чтобы предотвратить сорбцию (поглощение) водяных паров из воздуха и увлажнение зернопродукции, так как при этом значительно снижается ее устойчивость при хранении.

Газовый состав воздуха также является важнейшим абиотическим фактором. Повышенные концентрации диоксида углерода 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 снижается интенсивность обмена веществ, замедляются процессы старения и отмирания тканей и значительно продлеваются сроки хранения.

Воздухообмен (вентиляция) как абиотический фактор, влияющий на сохранность продуктов, необходим для поддержания в хранилище равномерного температурно-влажностного и газового режимов, удаления паро- и газообразных продуктов жизнедеятельности зерна, плодов и овощей в целях предотвращения образования конденсата влаги на их поверхности и загнивания.

Важную роль при хранении растительной продукции играет степень освещенности. Овощи и плоды следует хранить в темноте, без прямого доступа солнечного света, так как на свету ускоряются процессы жизнедеятельности и старения, интенсивнее разрушаются биологически активные вещества (пигменты, витамины), происходит позеленение клубней картофеля и головок моркови.

Величину потерь и в целом сохранность растениеводческой про-

дукции при хранении определяют главным образом биотические факторы, так как именно они обуславливают интенсивность и направленность процессов жизнедеятельности. Основными из группы биотических факторов, влияющих на сохранность продукции, являются следующие:

- 1) биохимические процессы, или процессы обмена веществ, протекающие внутри продукции;
- 2) микробиологические процессы, т. е. степень воздействия различных микроорганизмов на продукцию;
- 3) развитие вредителей (насекомых, клещей) и грызунов в продукции.

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

Так, к биохимическим относят процессы, обусловленные действием ферментов самой продукции. Интенсивность их протекания зависит от природы продукции, ее химического состава, особенностей обмена веществ и условий хранения. Наибольшее влияние на сохранность продукции при хранении оказывают дыхание и гидролитические процессы.

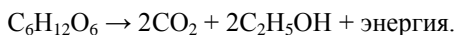
Дыхание – это процесс, присущий всем живым организмам, в том числе и растительной продукции. Оно связано с деятельностью окислительно-восстановительных ферментов (оксидаз) и является важным источником энергии для обмена веществ и поддержания жизнедеятельности. Дыхание – сложный процесс диссимиляции (распада) органических веществ (преимущественно одномолекулярных углеводов) до конечных продуктов дыхания с выделением энергии в виде тепла. Выделяют 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 хранящейся растительной продукции 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 хранящейся продукции.

Интенсивность дыхания у различной продукции неодинакова: низкая – у сухого зерна, более высокая – у плодов и овощей, так как это сочная продукция с большим содержанием свободной воды. Особенно возрастает интенсивность дыхания при механических повреждениях и микробиологических заболеваниях. Она зависит от содержания свободной воды в продукции. 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. В определенном интервале повышение температуры на 10 °С приводит к увеличению интенсивности дыхания в 2–3 раза. На интенсивность дыхания также большое влияние оказывает газовый состав воздуха. Повышенные концентрации углекислого газа и пониженные концентрации кислорода сильно тормозят аэробное дыхание растительной продукции. 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.

Процессы гидролиза протекают в растениеводческой продукции под действием гидролитических ферментов – гидролаз. Интенсивность этих процессов определяется химическим составом, активностью ферментов, условиями хранения. Сущность гидролиза заключается в распаде сложных органических соединений до более простых, в этих процессах обязательно участвует вода. Например, крахмал гидролизует до глюкозы, белки – до аминокислот, жиры – до глицерина и жирных кислот. В начале хранения гидролиз приводит к улучшению потребительских качеств плодов и овощей. Но затем гидролитические процессы ускоряют старение и порчу продукции, значительно ухудшают ее сохранность.

Все биохимические процессы могут быть замедлены низкими температурами хранения и другими абиотическими факторами.

Микробиологические процессы – одна из главных причин порчи растениеводческой продукции при хранении. Основными из них являются брожение, гниение и плесневение.

Брожение – это расщепление безазотистых органических веществ (сахаров) под действием ферментов, выделяемых бродильной микро-

флорой. Некоторые виды брожения лежат в основе различных пищевых производств и в этом случае играют положительную роль. Однако все виды брожения при определенных условиях являются причиной порчи продукции.

При хранении растениеводческой продукции могут возникать следующие виды брожения: спиртовое, молочнокислое, маслянокислое, уксуснокислое, пропионовокислое и др.

Гниение – глубокий распад белков и продуктов их гидролиза. Этот процесс возбуждается преимущественно гнилостными бактериями. Оно почти всегда сопровождается образованием токсических и дурно пахнущих веществ и завершается полной порчей продукции.

Плесневение обусловлено развитием различных видов плесневых грибов, образующих, как правило, на поверхности продукции пушистые налеты и пленки разного цвета и строения. Развитию плесневых грибов способствует высокая относительная влажность воздуха.

Плесневые грибы расщепляют белки, жиры, углеводы пищевых продуктов. Они придают продуктам плесневелые вкус и запах, выделяют много тепла. Конечными продуктами разложения органических веществ плесневыми грибами являются афлотоксины – соединения, токсичные для человека.

Микробиологические процессы так же, как и биохимические, можно регулировать изменением биотических факторов.

Значительно снижают сохранность продукции при хранении и наносят большой ущерб различные вредители – насекомые и клещи, а также грызуны. Они уничтожают пищевые продукты, загрязняют их своими выделениями, являются переносчиками возбудителей инфекционных заболеваний. С вредителями необходимо вести борьбу, контролировать их численность и вредоносность, на которую также влияют факторы внешней среды.

2.4. Научные принципы хранения и консервирования растениеводческой продукции

В основе всех способов хранения или консервирования продукции, 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 сельскохозяйственных продуктов: биоиз, анабиоиз, ценоанабиоиз и абиоиз.

Биоиз («био» – жизнь) – сохранение продуктов в живом состоянии, с присущим им обменом веществ, без всякого подавления процессов жизнедеятельности. Принцип биоиза подразделяется на два вида: зубиоз и гемибиоиз.

Зубиоз – сохранение живых организмов до момента их использования. Так содержат предназначенных для уоя домашний скот и птицу, а также сохраняют живую рыбу, устриц, раков и др. Чтобы не допустить потерь в массе и ухудшения впоследствии качества продукта, необходимо соблюдение рациональных условий содержания, включая обеспечение скота и птицы кормами. Принцип зубиоза имеет огромное народнохозяйственное значение. Так, откорм скота можно экономически выгодно проводить на отгонных пастбищах, а затем доставлять животных к местам переработки или потребления мяса (крупным населенным пунктам). Он позволяет также более планомерно загружать перерабатывающие предприятия (мясокомбинаты, консервные заводы и т. п.) и холодильники. Принцип зубиоза дает возможность населению крупных городов получать свежие мясные и другие продукты – парное мясо животных и птицы, живую рыбу и т. д. Расходы на кормление и уход за животными, их транспортировку оправдываются высоким качеством продукции.

Гемибиоиз – частичный биоиз, 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. Имунные 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. И все же гемибиоиз имеет

большое экономическое и социальное значение, так как позволяет поставлять свежие плоды и овощи в торговую сеть, реализовать их по высоким ценам и обеспечивать потребителей диетическими, биологически ценными продуктами питания.

Анабиоз – сохранение продукции в состоянии, при котором резко замедляется или подавляется жизнедеятельность клеток самого продукта и живых компонентов, входящих в него. При возникновении благоприятных условий биологические процессы в продукции активизируются и она легко может потерять потребительскую ценность. Ввести продукт в состояние анабиоза можно различными способами. Известно несколько видов анабиоза: термоанабиоз, ксероанабиоз, осмоанабиоз, ацидоанабиоз, наркоанабиоз, аноксианабиоз и др.

Термоанабиоз – хранение продукции при пониженных и низких температурах. Степень охлаждения зависит от особенностей продукции и характера использования ее в дальнейшем.

Психроанабиоз – хранение в охлажденном состоянии. Продукция остается охлажденной, если температура ее ниже 10 °С, но не ниже 0 °С, т. е. замерзание ее исключается. Применяют для сохранения зерна, семян, картофеля, овощей, плодов, ягод.

Криоанабиоз – хранение в замороженном состоянии, т. е. при температуре значительно ниже 0 °С. Этот вид анабиоза обеспечивает практически полную сохранность продукции в течение длительного времени и основан на применении искусственного холода. Холодильная технология предусматривает режимы и способы замораживания продуктов, а также правила их оттаивания.

Ксероанабиоз – хранение продукции в сухом состоянии. Процесс частичного обезвоживания продукции называют сушкой. Практически это один из первых способов консервирования продуктов растительного происхождения. Удалять влагу полностью из продукции нет необходимости, так как микроорганизмам доступна только свободная вода, поэтому продовольственное зерно сушат до влажности 14 %, семена злаковых – до 15,5, бобовых – до 15–16, а семена масличных культур – до 10–12 % и ниже в зависимости от содержания в них жира. Количество воды в семенах ниже критического уровня является недоступным для микроорганизмов, и такие семена сохраняются с минимальными потерями.

Осмоанабиоз – сохранение продукции при повышенном давлении в ней. Процессы жизнедеятельности в клетках продукта и микроорганизмов происходят при определенном давлении в них. Значительное повышение этого давления вызывает плазмолиз клеток (обезвоживание), по-

давляет биологические процессы и исключает нежелательное развитие микробов. Достигается это введением в продукты преимущественно сахара и соли. Для подавления дрожжей, находящихся в ягодах, берут не менее 60 % сахара от массы продукта (приготовление варенья). При солении овощей и квашении капусты соли берут значительно меньше (2–3 %). Соль подавляет гнилостные микроорганизмы и не ограничивает развитие молочнокислых бактерий.

Ацидоанабиоз – сохранение продукции при повышенной кислотности путем введения в нее допустимых в пищевом отношении органических кислот. Гнилостные микроорганизмы хорошо развиваются при $pH \approx 7$, переносят щелочную реакцию среды (несколько больше 7), но в кислой среде ($pH < 7$) развитие их резко замедляется, а при $pH < 5$ многие из них не размножаются.

Для приготовления продуктов питания используют уксусную кислоту. Это называется маринованием, а полученные продукты – маринадами. Содержание уксусной кислоты в них составляет 0,6–1,8 %. Маринады готовят из овощей, плодов.

Для консервирования влажного зерна, предназначенного на кормовые цели, применяют низкомолекулярные карбоновые кислоты, прежде всего, пропионовую, муравьиную, уксусную, взятые отдельно или в смеси в концентрации около 2 % от массы продукции. В сельском хозяйстве для консервирования зеленой массы трудносушающихся или несилосуемых растений используют препараты, состоящие из соляной и серной кислот, а также антралиловую и сорбиновую кислоты.

Наркоанабиоз – подавление жизнедеятельности клеток продукта и компонентов, входящих в него, анестезирующими веществами (хлороформ, эфир). Применяется для сохранения растительной биомассы при проведении научных исследований.

Аноксианабиоз – сохранение продукции без доступа кислорода. Это возможно при содержании продукции в герметических условиях, когда кислород расходуется при дыхании компонентов, находящихся в ней, и наступает самоконсервация (автоконсервация). Используется при хранении продовольственного и кормового зерна, овощей, плодов, травяной муки.

Ценоанабиоз – сохранение растениеводческой продукции в условиях, благоприятных для определенной группы микроорганизмов, в результате чего в продукции накапливаются вещества, подавляющие жизнедеятельность клеток продукта и компонентов, входящих в него.

Для создания определенной направленности микробиологических

процессов нередко в продукт вводят чистую культуру или накопленную массу («закваску») нужных микробов.

Используют две группы микроорганизмов: молочнокислые бактерии и дрожжи, поэтому различают два вида ценоанабиоза – ацидо- и алкогольеценоанабиоз.

Ацидоценоанабиоз предполагает создание благоприятных условий для развития молочнокислых бактерий, в результате чего в продукте накапливается молочная кислота (до 2 %), которая подавляет жизнедеятельность клеток продукта, других микроорганизмов, а в дальнейшем и самих молочнокислых бактерий. На этой основе получают солено-квашеные овощи, мочено-квашеные плоды и ягоды, силосуют зеленую массу растений.

Алкоголеценоанабиоз – это создание благоприятных условий для развития дрожжей, которые выделяют в продукт значительное количество этилового спирта (до 14 %), подавляющего жизнедеятельность клеток продукта и компонентов, входящих в него. Широко используется в виноделии.

Абиоз – сохранение растениеводческой продукции на основе прекращения в ней жизнедеятельности. Такая продукция представляет собой мертвую и стерильную органическую массу. Стерилизация (от лат. *sterilis* – бесплодный) – это обеспложивание, т. е. полное освобождение растениеводческой продукции от микроорганизмов и их спор физическими и химическими методами. Основные виды абиоза: термоабиоз, химабиоз, лучевая и механическая стерилизация.

Термоабиоз (термостерилизация) – обработка продукции повышенной температурой, основанная на том, что при нагревании до 100 °С и выше все живое погибает, а продукция немедленно герметизируется. На этом основано производство овощных и плодовых консервов в стеклянной или жестяной таре. Нагревание продукции до таких температур приводит к существенным изменениям в ней, а из-за разрушения витаминов, других биологически активных веществ питательная ценность ее снижается. Если предполагается хранение продукта непродолжительное время, то термостерилизацию проводят при более низкой температуре (65–85 °С). При такой температуре клетки микроорганизмов гибнут, а в продукте сохраняются все питательные вещества. Этот прием называют пастеризацией.

Химабиоз (химстерилизация) – обработка продукции химическими веществами, убивающими микроорганизмы (антисептиками) и насекомых (инсектицидами). При производстве плодоовощных консервов

широко используют сернистую кислоту. Свежие фрукты обрабатывают сернистым ангидридом. Этот прием называют сульфитацией. Многие плоды и ягоды консервируют сорбиновой кислотой, применяют бензойно-натриевую соль.

Для уничтожения насекомых в зерне, муке и крупе эффективен препарат 242 (хлорпикрин), для защиты семян и посадочного материала от плесневых грибов и другой микрофлоры используют протравители.

Лучевая стерилизация – уничтожение в продукции микроорганизмов и насекомых ультрафиолетовыми, инфракрасными и γ -лучами. Применяется для обработки крупных партий товарного зерна, скоропортящейся продукции; дает хороший стерилизующий эффект без изменения пищевых и вкусовых достоинств продукции.

Механическая стерилизация основана на удалении из продукции микроорганизмов при помощи фильтрования или центрифугирования. Применяется в консервной промышленности при производстве плодово-ягодных соков.

Лекция 3. ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА И СЕМЯН

- 3.1. Характеристика зерна и семян как объектов хранения.
- 3.2. Состав зерновой массы. Физические свойства зерновых масс.
- 3.3. Физиологические процессы, происходящие в зерне при хранении.
- 3.4. Влияние микроорганизмов на сохранность зерна и семян.
- 3.5. Влияние вредителей на сохранность зерна и семян.
- 3.6. Схема послеуборочной обработки зерна.
- 3.7. Очистка зерна и семян от примесей.
- 3.8. Сушка зерна и семян.
- 3.9. Активное вентилирование зерна.
- 3.10. Режимы хранения зерна.
- 3.11. Способы хранения зерна.

3.1. Характеристика зерна и семян как объектов хранения

Классификация по химическому составу. Полезные свойства зерна и семян различных культур, возможность и целесообразность использования их на те или иные цели, а также их сохранность определяются, прежде всего, особенностями их химического состава. По хи-

мическому составу зерно и семена подразделяют на три группы согласно принятой классификации:

- богатые углеводами (зерно злаковых культур и плоды гречихи; в пересчете на сухое вещество они содержат в среднем 70–80 % углеводов, основную часть которых составляет крахмал, 10–16 % белков и 2–5 % жиров);

- богатые белками (семена бобовых культур; они содержат в среднем 25–30 % белков, 60–65 % углеводов при малом количестве жира (2–4 %), за исключением сои);

- богатые жирами (семена масличных культур; они содержат в среднем 25–50 % жиров и 20–40 % белков при незначительном количестве углеводов).

По целевому назначению принято деление зерна на продовольственное (мукомольное и крупяное), фуражное (кормовое) и техническое. При использовании зерна и семян любой культуры учитывается экономическая целесообразность.

Характеристика углеводов зерна и семян. Углеводы представлены главным образом полисахаридами, среди которых большую часть занимает крахмал – основное питательное запасное вещество зерна хлебных злаков, содержится в виде крахмальных зерен. Из других полисахаридов в семенах любых культур присутствуют клетчатка (целлюлоза), выполняющая защитные функции, гемицеллюлоза и пентозаны (слизистые вещества, или гумми, протопектин). В созревшем и нормально хранящемся зерне количество всех сахаров (моно- и дисахаридов) не превышает 2–7 %. Повышенное их содержание свидетельствует об уборке незрелого зерна или об активных гидролитических процессах (вплоть до начала прорастания) при хранении.

Характеристика белков зерна и семян. Белки относятся к азотистым веществам. Они делятся на простые белки (протеины) и сложные (протеиды). Протеины представлены всеми основными группами: альбуминами, глобулинами, проламинами и глютелинами. Все эти белки характеризуются неодинаковой биологической ценностью, так как отличаются разнообразным аминокислотным составом. Этим и объясняется различная технологическая и пищевая ценность зерна и семян отдельных культур. Альбумины – полноценные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты: валин, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин. Они присутствуют в зерне хлебных злаков в ограниченных количествах. Глобулины – другая группа полноценных белков, представлена более широко. Их много в семенах масличных и бобовых культур, что и определяет высокую

биологическую ценность последних. Проламины и глютелины имеют меньшую биологическую ценность, так как в них очень мало незаменимых аминокислот. Эти белки преобладают в зерне злаков. Высокую технологическую ценность имеют белки пшеницы: глиадин и глютенин, образующие при замесе теста упругий и пластичный гель – клейковину, обеспечивающую хорошую формоустойчивость пшеничного хлеба.

Характеристика жиров (липидов) зерна и семян. Растительные жиры (масла) по консистенции жидкие, так как состоят главным образом из непредельных кислот жирного ряда: олеиновой, линолевой и линоленовой, соответственно с одной, двумя или тремя двойными связями. В зависимости от соотношения глицеридов этих кислот резко меняются свойства жира и возможности его использования. В связи с этим растительные масла классифицируют на следующие группы: 1) высыхающие (льняное масло) – быстро высыхают, поэтому используются для получения натуральной олифы и лаков, дающих устойчивые пленки-покрытия; 2) полувсыхающие (подсолнечное, соевое) – значительно слабее высыхают, имеют высокую пищевую ценность, содержатся в зерне злаков (преимущественно в зародыше); 3) невысыхающие (оливковое, рапсовое, арахисовое, касторовое из клещевины) – не способны высыхать, используются в технике, медицине и на пищевые цели.

Классификация показателей качества зерна и семян. 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 подразделяют 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 конди-

ции (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. 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 фунгицидов после газации, тяжелых металлов, радионуклидов, поскольку от этого зависит безопасность продукции для здоровья человека, ее экологическая чистота. 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 из лучшего товарного класса переводится в худший класс. Каждый показатель качества имеет технологическое и экономическое значение.

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

3.2. Состав зерновой массы. Физические свойства зерновых масс

Зерно и семена различных культур принято называть зерновой массой. 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.

В партиях зерна продовольственного, кормового и технического назначения всегда содержится то или иное количество примесей и менее ценных зерен основной культуры. Количество примесей, выявленных в партии зерна, выраженное в процентах от ее массы, называют засоренностью.

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. При транспортировке и перемещении зерновых масс в результате толчков, встряхиваний и падений легкие примеси, щуплые зерна, семена сорных растений перемещаются к поверхности, а тяжелые уходят вниз, в связи с чем происходит самосортирование. В результате в зерновой массе образуются неоднородные по физиологической активности и скважистости участки.

Примеси подразделяют на две группы: сорную и зерновую. В основу такого деления положено неравнозначное влияние примесей на качество продуктов, вырабатываемых из данной партии зерна.

Сорная примесь может быть органического и неорганического происхождения. Она резко отличается по химическому составу от основного зерна.

К сорной примеси относят: минеральную примесь; органическую примесь; семена диких и культурных растений; вредную примесь; зерно основной культуры с явно испорченным ядром (загнившее, заплесневевшее, обуглившееся, поджаренное), полностью изъеденное вредителями и от которого осталась одна оболочка.

К зерновой относят примесь, которая в меньшей степени отличается по химическому составу от основного зерна и поэтому менее отрицательно влияет на качество продуктов переработки зерна и его кормовые достоинства. Часть этой примеси может быть оставлена в зерновой массе, подготовленной для переработки или на фуражные цели. В состав зерновой примеси входит примесь неполноценных зерен основной культуры (битые и изъеденные, в количестве 50 % от их массы, давленные, щуплые (сильно недоразвитые, сморщенные), незрелые (с зеленоватым оттенком), легко деформирующиеся при надавлива-

нии, проросшие (с вышедшими за пределы покровов корешками или ростками), поврежденные самосогреванием или сушкой) и зерна других культурных растений, которые по химическому составу и по использованию близки к зернам основной культуры. Например, в пшенице к этой фракции относят зерна ржи, ячменя, в ячмене – пшеницы и др.

В партиях масличных культур термин «зерновая примесь» заменен термином «масличная примесь», в партиях эфиромасличных культур соответственно «эфиромасличная примесь».

Зерновая масса как живой организм также помимо основного зерна и примесей включает в себя насекомых-вредителей, клещей и микроорганизмы.

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.

Микроорганизмы, особенно плесневые грибы, развиваясь на зерне, губительно действуют на зародыш и резко ухудшают качества зерна в целом.

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, плотностью, сорбиционными, а также теплофизическими и массообменными свойствами.

Сыпучесть – это способность зерновой массы перемещаться по какой-либо поверхности, расположенной под углом к горизонту. Обычно сыпучесть зерновой массы характеризуют углом трения или углом естественного откоса. Под *углом трения* понимают наименьший угол, при котором зерновая масса начинает скользить по какой-либо поверхности. При скольжении зерна по зерну его называют *углом естественного откоса*.

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 микроорганиз-

мов и вредителей. Таким образом, самосортирование зерновой массы ухудшает условия ее хранения и переработки.

Скважистость – промежутки между твердыми частицами в зерновой массе, заполненные воздухом. Скважистость основных полевых культур колеблется в широких пределах – от 35 до 80 %. Наличие скважин в зерновой массе влияет на многие физические и физиологические процессы, протекающие в ней.

Плотность зерна – это масса зерен в единице объема. Она колеблется у различных культур от 325–440 кг/м³ для подсолнечника, до 730–840 кг/м³ для пшеницы. Плотность суммарно отражает несколько свойств зерна: массу 1000 зерен, структуру, химический состав, соотношение анатомических частей, стекловидность и др.

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

Теплоемкость – количество теплоты, требующееся для нагревания зерна на 1 °С, выражается удельной теплоемкостью c , Дж/(кг · К). Теплоемкость зерна почти вдвое больше теплоемкости воздуха и значительно меньше теплоемкости воды. С увеличением влажности зерна его теплоемкость возрастает. Теплоемкость учитывают при сушке зерна, так как расход теплоты зависит от его исходной влажности.

Теплопроводность характеризует теплопроводящую способность зерна и выражается коэффициентом теплопроводности. Теплопроводность зерновой массы низкая, что обусловлено ее органическим составом и присутствием воздуха. С увеличением влажности зерновой массы теплопроводность возрастает, но все же остается низкой.

Температуропроводность – скорость изменения температуры зерновой массы, т. е. скорость ее нагрева или охлаждения, м²/с.

Термовлагопроводность – это перемещение влаги в зерновой массе, обусловленное разницей температур. В результате термовлагопроводности влага в зерновой массе перемещается в направлении теплового потока от более нагретых слоев к менее нагретым.

3.3. Физиологические процессы, происходящие в зерне при хранении

Зерновка представляет собой живой организм, в котором протекают определенные физиологические процессы. Наиболее значительное влияние на долговечность и качество зерна оказывают дыхание, послеуборочное дозревание, прорастание.

Дыхание. Дыхание может происходить аэробно и анаэробно с вы-

делением конечных продуктов дыхания и энергии. Но при хранении зерновых масс продовольственного и кормового назначения наибольшее значение имеет не вид или характер дыхания, а его интенсивность. 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. В первый период хранения свежееубранного зерна происходит его дальнейшее дозревание, которое 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 злаковых 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 – 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 до 70–75 °С, 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. После достижения максимальной температуры самосогревания (60–65 °С) начинается медленное естественное охлаждение зерновой массы из-за гибели всех живых компонентов.

Физиологическая активность зерновой массы характерна для партий свежесобранного зерна, не прошедшего послеуборочного дозревания, а также незрелого, проросшего зерна. Такое зерно менее устойчиво при хранении и в нем раньше возникает самосогревание.

Неадекватное состояние зернохранилищ и их нерациональная 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.

3.4. Влияние микроорганизмов на сохранность зерна и семян

Ежегодно в мировом хозяйстве при хранении теряют значительную часть сухих веществ зерна в результате активной жизнедеятельности микрофлоры, главным образом бактерий и плесневых грибов. Потери массы сопровождаются и огромными потерями качества. Несвоевременное доведение зерновых масс до состояния, исключающего развитие микроорганизмов, вызывает потери в первую очередь посевных достоинств.

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

Важнейшим условием, определяющим возможность развития микроорганизмов в зерновой массе является *влажность*. Интенсивное развитие микроорганизмов наблюдают только при влажности выше критической. Однако при появлении конденсационной (капельно-жидкой) влаги возможно развитие микроорганизмов при влажности зерновой массы и ниже критической. 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 только при влажности 18 % и более. Решающим фактором в начальный период развития микроорганизмов является неравномерность распределения влаги в зерновой массе. При средней влажности, не выходящей за уровень критической, в ней возможны более увлажненные участки. Это особенно характерно для свежесобранной зерновой массы,

где влажность компонентов (отдельных зерен, семян сорных растений и т. д.) может быть различной.

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

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

Активному развитию микроорганизмов способствуют травмированные зерна. При нарушении покровных тканей внутренние части зерна становятся доступными для питания многих микроорганизмов, не способных разрушать клетчатку, ускоряется развитие плесневых грибов.

Микроорганизмов в зерновой массе тем больше, чем больше в ней примесей.

При длительном хранении постепенно отмирают неспоровые бактерии, а бактерии, образующие споры, и споры плесневых грибов сохраняются (картофельная или сенная палочка). Со временем в зерновой массе изменяется видовой состав и плесневых грибов. Так называемые полевые плесени исчезают и вместо них развиваются типичные плесени хранения. При активном их развитии изменяются показатели свежести зерна, понижается всхожесть и выделяется огромное количество тепла, что вызывает самосогревание зерна. Кроме того, среди них имеются штаммы, образующие микотоксины. Больше всего токсинов накапливают аспергилловые грибы. Присутствие большого количества плесеней хранения и отсутствие полевых свидетельствуют о том, что в зерновой массе идут или происходили активные микробиологические процессы. Такие зерновые массы при дальнейшем хранении менее устойчивы.

3.5. Влияние вредителей на сохранность зерна и семян

Огромные потери хранящихся зерновых продуктов происходят вследствие размножения в них многих насекомых и частично клещей. Насекомые и клещи находятся в зерновых массах, продуктах переработки зерна (муке, крупе, комбикормах) и хранилищах, где они расселяются в трещинах элементов конструкций (стенах, опорах, полах), где возможно скопление остатков продуктов. Насекомые и клещи различных стадий развития могут длительное время находиться без пищи.

Поэтому естественного обеззараживания хранилищ, не загруженных продуктами в течение нескольких месяцев, обычно не происходит.

Температура – важнейший фактор, определяющий возможность и интенсивность развития насекомых и клещей. Нижний температурный предел их активного существования – 5–10 °С, верхний – 35–40 °С. Для большинства вредителей температурный оптимум – 25–30 °С. К более теплолюбивым вредителям относятся зерновой точилицик, рисовый долгоносик, амбарная моль. Менее теплолюбивы – притворяшка-вор, мучные клещи. Гибель насекомых вызывает температура ниже 0 и выше 48 °С. Однако уничтожение вредителей высокой температурой требует довольно длительного времени и находится на границе безопасного нагревания зерновой массы, обеспечивающего сохранение ее технологических и посевных качеств. Поэтому для обеззараживания зерно и семена сушат очень осторожно.

Находясь в зерновой массе, насекомые и клещи перемещаются на участки с более благоприятной для них температурой, что нередко приводит к повышенному образованию тепла в той или иной части насыпи.

На развитие вредителей также влияет *влажность* зерновой массы. Количество влаги в теле вредителей зависит от влажности потребляемой пищи. Однако у разных видов вредителей потребность во влаге неодинакова. Она зависит от вида пищи (зерно той или иной культуры, мука, крупа, отруби), температуры и других факторов.

Различают понятия: выживаемость вида при данных условиях влажности и влажность, при которой насекомые или клещи нормально размножаются. Для более или менее длительного существования насекомым требуется меньшая влажность продукта, чем для завершения нормального цикла развития. От влажности среды зависит устойчивость насекомых к неблагоприятным температурам. При температуре 0...–10 °С выживаемость амбарного долгоносика тем дольше, чем выше влажность зерна. Лишь при температуре –15 °С долгоносики погибают независимо от влажности. Большинству клещей для массового развития необходима влажность выше критической.

Насекомым и клещам необходим *кислород*. При недостатке кислорода в отдельных слоях насыпи насекомые и клещи перемещаются на участки, более насыщенные воздухом нормального состава, т. е. к поверхности насыпи и стенам хранилища.

Примесь в зерновой массе травмированных зерен и мелких органических частиц способствует развитию насекомых и клещей. Вредители

хлебных запасов предпочитают неосвещенные части насыпей продуктов и затененные участки в хранилищах.

Развитие насекомых в зерне всегда опасно и приводит к потерям массы и качества. Наличие клещей в партиях зерна и семян также снижает их ценность, однако не связано с такими потерями и во многих случаях не ухудшает посевные качества и продовольственные свойства зерна. При обнаружении единичных экземпляров клещей партии семян с влажностью до критической правильнее не подвергать специальной обработке. Эти партии можно успешно сохранить до сева, а склад подготовить к приему зерна нового урожая.

3.6. Схема послеуборочной обработки зерна

Послеуборочная обработка – это комплекс взаимосвязанных технологических транспортных операций по приемке, очистке, сушке и активному вентилированию зерна. В настоящее время широкое распространение получила обработка зерна в потоке, которая представляет собой систему операций, проводимых 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 следующих 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 дополнительные операции:

- 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.

3.7. 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 %.

Зерно очищают по следующим показателям: аэродинамическим свойствам; ширине и толщине зерна; длине зерна; плотности зерна; форме и состоянию поверхности зерна; металломагнитным свойствам.

Если указанные показатели 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 зерновую массу от трудноотделимых примесей очень сложно.

Зерна основной культуры и между собой имеют некоторые различия по всем показателям, поэтому зерно можно сортировать на фракции на специальных сортировочных машинах, в которых также учитывают различие физико-механических свойств зерна. Операции разделения зерна в сортировочной машине можно проводить последовательно, параллельно или комбинированно.

Перед очисткой любой партии зерна необходимо предварительно проверить состав примесей. С учетом этого составляют схему очистки и определяют режим работы машин. Регулировку зерноочистительных машин и правильность их работы проверяют путем отбора и анализа проб зерна и отходов.

Все зерноочистительные машины подразделяются на стационарные и передвижные. Стационарные зерноочистительные машины агрегируют с другими машинами, погрузочно-разгрузочными и транспортными средствами. Передвижные машины предназначены для раздельного использования на открытых площадках и под навесами. По назначению все зерноочистительные машины подразделяют на машины для предварительной очистки зерна (ворохоочистители), машины для первичной и вторичной очистки и сортирования зерна, специальные машины для дополнительной обработки семян, универсальные.

В процессе очистки зерна и семян необходимо максимально удалять все примеси при минимальном уносе полноценных зерен в отходы, следить за соблюдением заданного режима работы машины, исключить дополнительное травмирование семян основной культуры, не допускать смешивания зерна и семян разных культур или различных сортов одной культуры, формировать отходы по категориям их дальнейшего использования.

3.8. Сушка зерна и семян

Зерно сушат для понижения его влажности до кондиционной, при которой его можно хранить длительное время без порчи и потерь. Все способы сушки зерна и семян основаны на их сорбционных свойствах. Кроме того, сушка зерна характеризуется важной особенностью: зерно – живой организм, и в процессе сушки его жизнедеятельность должна быть полностью сохранена. Чтобы правильно выбрать способ и определить оптимальный режим сушки, необходимо знать структуру, химический состав и основные технологические свойства зерна.

Влагоотдающая способность зерна различных культур неодинакова. Так, зерно гречихи обладает большей влагоотдающей способно-

стью, чем зерно пшеницы, овса, ячменя и ржи, которые, в свою очередь, отдают влагу легче, чем зерно кукурузы. Самой низкой влагоотдающей способностью обладают семена бобовых – в 5–7 раз ниже, чем зерно пшеницы.

В зависимости от того, как передается теплота зерну, различают следующие способы сушки: конвективный, кондуктивный (контактный), радиационный (естественная сушка и искусственная), электрический (токами высокой частоты), молекулярный (сублимационный – замораживание и выпаривание льда). Способы сушки зерна могут сочетаться между собой.

При *конвективном* способе теплота передается зерну конвекцией от движущегося газообразного теплоносителя – агента сушки. Агент сушки – это нагретый воздух или его смесь с газообразными продуктами сгорания топлива. Агент сушки не только передает теплоту материалу, но также поглощает и уносит испаренную из него влагу. Направление движения агента сушки может совпадать с направлением движения зерна (прямоток), иметь противоположное направление (противоток) или быть перпендикулярным ему (перекрестный ток).

Кондуктивным называют способ сушки, при котором зерно соприкасается с нагретой поверхностью и получает теплоту непосредственно от нее путем кондукции (теплопроводности).

При *радиационном* способе сушки теплота к зерну подводится в виде лучистой энергии. Радиационную сушку можно подразделить на естественную (солнечными лучами) и искусственную (инфракрасными лучами).

Сублимационную (или молекулярную) сушку осуществляют в условиях глубокого вакуума. При этом объект сушки вначале охлаждают, в результате чего влага замораживается и выходит на поверхность в виде кристалликов льда. В дальнейшем при подводе тепла лед испаряется, т. е. непосредственно превращается в водяные пары, минуя жидкую фазу. Структура материала при этом полностью сохраняется.

При сушке *токами высокой частоты* влага из зерна испаряется за счет теплоты, возникающей в результате внутреннего трения частиц в поле высокой частоты. При этом материал нагревается в течение нескольких секунд равномерно по всей толщине.

Наибольшее распространение получила сушка зерна в специальных зерносушилках, к которым предъявляют определенные требования.

1. Зерносушилки должны обеспечивать полное сохранение и улучшение качества зерна. Нагрев и сушка должны происходить равномерно при надежном контроле температуры и влажности. Механическое

травмирование зерна и его унос с отработавшим агентом сушки должны быть исключены.

2. Сушка зерна с различной начальной влажностью должна происходить одновременно, что позволяет формировать партии поступающего зерна не по влажности, а по признакам, определяющим его пищевые и технологические свойства.

3. Зерносушилки должны обеспечивать термическое обеззараживание зерна и эффективное охлаждение просушенного зерна.

4. Зерносушилки должны быть оснащены системой автоматического контроля и регулирования процесса сушки.

Зерносушилки классифицируют по разным признакам, важнейшими из которых являются: способ подвода теплоты к зерну; состояние зернового слоя; конструкция сушильной шахты; режим и принцип работы. В большинстве современных зерносушилок используют конвективный метод сушки при различном состоянии зернового слоя – неподвижном, движущемся, псевдовзвешенном или взвешенном.

Используют и кондуктивный способ подвода теплоты, например, в сушилках с рециркуляцией зерна, в которых теплота, подведенная к зерну конвективным путем, перераспределяется в результате конвективного теплообмена. Это осуществляется смешиванием рециркулирующего нагретого сухого зерна с холодным и влажным свежим зерном.

По режиму и особенностям принципа работы сушилки подразделяют: на периодически действующие (в таких сушилках зерно загружают в сушильную шахту, высушивают, а затем полностью выгружают); непрерывно действующие (в них зерно в процессе сушки перемещается от места загрузки к месту выгрузки); прямоточные, в которых зерно проходит через сушильную шахту один раз; рециркуляционные (в таких сушилках часть просушенного зерна возвращается и смешивается со свежим, поступающим на сушку зерном).

По конструктивным особенностям сушильных камер различают сушилки напольные, барабанные (устаревшая конструкция), шахтные, колонковые.

Шахта – наиболее распространенная конструкция зерносушильной камеры. Внутри шахты размещают короба, через которые подводят свежий и отводят отработавший агент сушки. Внизу шахты устанавливают выпускное устройство, с помощью которого регулируют время пребывания зерна в шахте (рис. 1).

Поскольку важнейшим показателем правильности технологического процесса сушки является температура нагрева зерна, то ее проверяют систематически. Температура не должна превышать предельно допустимые нормы. Другим важным показателем работы сушилок является съем влаги. С этой целью проверяют влажность зерна до и после сушилки. Данные всех наблюдений заносят в журнал учета работы зерносушилок.

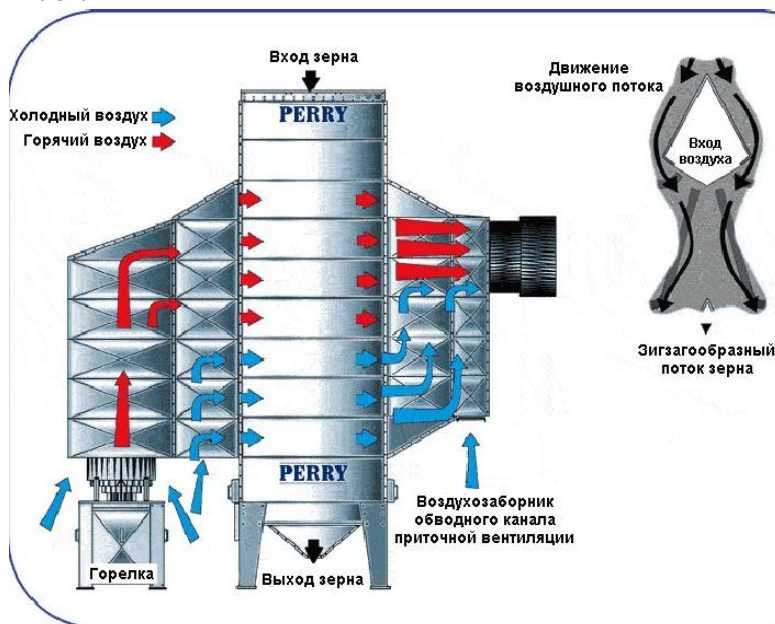


Рис. 1. Принцип работы шахтной сушилки

Съем влаги за один проход через зерносушилку не должен превышать 6 % для большинства злаковых и 3–4 % для бобовых, а также кукурузы, риса, проса и гречихи. При несоблюдении этого требования зерна сморщиваются или растрескиваются.

3.9. Активное вентилирование зерна

Активным вентилированием называют принудительное продувание зерновой массы воздухом без ее перемещения, что возможно благода-

ря скважистости зерновой массы. В зависимости от назначения различают несколько видов вентилирования.

Профилактическое вентилирование предназначено для предотвращения самосогревания зерна. Его проводят периодически, используя преимущественно ночное время суток и временное похолодание.

Вентилирование для охлаждения зерна проводят для снижения температуры до 0–10 °С, при которой физиологические и микробиологические процессы в зерновой массе затормаживаются, а вредители впадают в анабиоз.

Вентилирование для промораживания зерна проводят для понижения его температуры ниже 0 °С. В замороженном зерне активность физиологических и биохимических процессов снижается до минимума, а жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей хлебных запасов приостанавливается. При температуре –4...–5 °С вредители впадают в состояние глубокого ооченения, а при длительном воздействии отрицательных температур – погибают. При охлаждении зерна до –15 °С большинство клещей и других насекомых погибает в течение суток. Таким образом, вентилирование для промораживания может быть использовано для обработки зараженного зерна.

Вентилирование для сушки зерна и семян применяют, если по каким-либо причинам затруднена сушка в зерносушилках. Например, во избежание травмирования зерна бобовых культур его часто сушат в насыпи вентилированием.

Вентилирование для ликвидации самосогревания зерна заключается в интенсивном продувании атмосферного воздуха через неподвижную насыпь зерна с целью охлаждения зерновой массы, повышения ее сохранности.

Для прогрева семян их вентилируют теплым весенним или слегка подогретым воздухом.

Аэрация межзерновых пространств. В процессе хранения в результате дыхания семян кроме теплоты и влаги выделяется углекислый газ. Семена как живые организмы могут погибнуть в бескислородной среде. Активная аэрация освежает межзерновое пространство, обогащает его кислородом и тем самым позволяет сохранить жизнеспособность семян.

Если в зерновой массе наблюдается активное развитие вредителей хлебных запасов, то для их уничтожения проводят *фумигацию*, продувая через зерновую массу с помощью вентилирования различные фумиганты.

Для удаления фунгицидов проводят *дегазацию*, т. е. в течение определенного времени зерно обрабатывают чистым атмосферным воздухом.

Активное вентилирование зерна не подогретым атмосферным воздухом проводят при кратковременной консервации зерна перед сушкой на зерносушилках, при длительном хранении для предупреждения самосогревания. При этом стойкость зерна повышается в результате охлаждения и некоторого подсушивания. Кратковременная консервация зерна перед сушкой на зерносушилках обеспечивается главным образом путем его охлаждения. Цель этого приема – обеспечить сохранность зерна до его сушки и уменьшить потребное число зерносушилок, что в конечном счете позволяет снизить капитальные затраты и стоимость обработки зерна. В период уборки на току поступает большое количество влажного зерна. Его необходимо сразу же просушить или законсервировать. Устанавливать на току такое число зерносушилок, которое обеспечило бы немедленную сушку всего поступающего зерна, экономически нецелесообразно, так как продолжительность их работы составила бы всего лишь несколько дней в году. Таким образом, для обеспечения рентабельной работы зерносушилок следует правильно сочетать сушку свежесобранного зерна с надежным методом его консервации, а именно с активным вентилированием.

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.

С наступлением морозов зерно можно охладить до отрицательных температур. Однако при этом следует учитывать, что низкая темпера-

тура задерживает процесс физиологического дозревания зерна, а при влажности свыше 23 % приводит к снижению посевных качеств, поэтому влажное семенное зерно не рекомендуется охлаждать до температуры ниже 2–5 °С.

Активное вентилирование можно применять также и для сушки зерна. Более эффективна сушка зерна подогретым воздухом. В этом случае сушку можно проводить независимо от погодных условий и значительно сократить время. Воздух обычно подогревают на 10–15 °С, но его температура не должна превышать 30–35 °С, так как более высокие температуры приводят к пересушиванию зерна в нижних слоях насыпи. Указанная степень подогрева вполне достаточна для того, чтобы проводить сушку зерна в сырую погоду при относительной влажности воздуха 100 %.

Сушку активным вентилированием наиболее целесообразно применять для зерна, которое подвержено растрескиванию в зерносушилках, а именно семян кормовых бобов, сои, гороха, люпина, кукурузы. С учетом того, что мягкие режимы сушки благоприятно влияют на послеуборочное дозревание семян и способствуют улучшению их посевных качеств, следует использовать метод активного вентилирования для сушки семенного зерна.

Для активного вентилирования зерна используются различные установки: стационарные (СВУ), телескопические (ТВУ), напольные сушилки, аэрожелоба, бункеры активного вентилирования различной конструкции и др. Современные зерноочистительно-сушильные комплексы и зернохранилища изначально имеют оборудование для активного вентилирования (бункеры для сырого зерна, вентилируемые силоса и т. п.).

3.10. Режимы хранения зерна

Режимы хранения направлены на снижение до минимума интенсивности физиологических процессов в самом зерне и предотвращение развития микроорганизмов и вредителей.

Хранение зерновых масс в сухом состоянии. Этот режим, базирующийся на принципе ксероанабиоза, основан 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 зерно-

вой массе из-за недостатка влаги прекращается также развитие клещей и в значительной степени замедляется жизнедеятельность многих насекомых. 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 – 7–9 %.

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 сушить не нужно, 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 низких 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.

Безкислородные 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 массы 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, причем 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.

3.11. Способы хранения зерна

Хранение зерна может быть временным (краткосрочным) и длительным (долгосрочным). Первое исчисляется в сутках или месяцах (1–3), второе длится от нескольких месяцев до нескольких лет.

Хорошая сыпучесть зерновой массы позволяет хранить ее в различных емкостях, начиная от мешка и заканчивая большими силосами. Содержание в мешках называется хранением в таре, а размещение в

больших хранилищах – хранение насыпью (это основной способ хранения зерна).

Хранение в таре применяют лишь для некоторых партий посевного материала (элитные семена и семена первой репродукции). Также в таре хранят семена, обладающие хрупкой структурой (фасоль), содержащие эфирные масла, а также мелкосемянные культуры. Обязательно хранят в таре калиброванные и протравленные семена кукурузы. Основным видом тары для семян – мешки из прочных и грубых тканей, бумажные мешки с тканевой прокладкой и др.

Хранение зерна насыпью позволяет максимально использовать площадь и объем хранилища, имеется больше возможностей для механизированного перемещения зерновых масс, облегчается борьба с вредителями, удобнее организовывать наблюдение, отпадают дополнительные расходы на тару. Хранение насыпью может быть *напольным, закромным или силосным* в зависимости от конструкции хранилища. *Напольные зернохранилища* – это одноэтажные здания с механизмами для разгрузки и выгрузки зерна. Напольные зернохранилища строят с горизонтальными или наклонными полами. *Закромные зернохранилища* используют для хранения нескольких партий или сортов зерна. *Силосом* называется емкость для хранения зерна, высота которого больше чем в 1,5 раза превышает диаметр.

При невозможности быстрого размещения зерна в хранилище (в период уборки) его хранят на открытых площадках в *бунтах* – насыпях удлиненной или конусообразной формы. Бунты зерна могут храниться как в открытом, так и в укрытом состоянии. Укрывать целесообразно только бунты с сухим и охлажденным зерном.

Способ хранения зерна и семян в значительной степени определяет конструктивные особенности зернохранилищ. Все они должны обеспечивать надежную сохранность зерновой массы, не допуская количественные потери и снижение качества. Для этого в каждом хозяйстве перед уборкой урожая, его обработкой и размещением необходимо провести определенные профилактические мероприятия. К ним относятся 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 (уничтожение насекомых-вредителей). 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 все связанные с ними помещения и линии для обработки зерна. Очистку элеваторов и зерносушилок начинают с верхних этажей.

Хранилища обрабатывают средствами влажной, аэрозольной или газовой дезинсекции с использованием разрешенных препаратов. Особое внимание при подготовке хранилищ к приемке зерна нового урожая должно быть уделено дератизации, т. е. борьбе с грызунами.

Лекция 4. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ СОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

4.1. Характеристика картофеля, овощей и плодов как объектов хранения.

4.2. Лежкость картофеля, овощей и плодов.

4.3. Физические свойства картофеля, плодов и овощей и их значение при доработке и хранении.

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

4.5. Влияние микроорганизмов на сохранность картофеля, овощей и плодов.

4.6. Влияние насекомых, клещей, нематод на сохранность плодово-овощной продукции.

4.7. Оптимальные условия и режимы хранения плодовоовощной продукции.

4.8. Способы хранения и размещения плодовоовощной продукции.

4.1. Характеристика картофеля, овощей и плодов как объектов хранения

Особенности химического состава картофеля, овощей и плодов.

Картофель, овощи и плоды заметно отличаются по химическому составу от зерна и семян – продукции с высокой концентрацией сухих веществ, низкой влажностью и большой энергетической ценностью. Плоды и овощи – это продукция сочная, с большим содержанием воды (60–95 %). В связи с этим энергетическая ценность этой группы продукции невелика: калорийность их колеблется от 45 кДж в 100 г (у огурца) до 350 кДж (у картофеля). Исключение составляют, например, финики, грецкие орехи, имеющие высокую калорийность. Однако, несмотря на это, карто-

фель, овощи и плоды играют огромную роль в питании человека, так как содержат очень ценные биологически активные вещества и обладают диетическими и лечебными свойствами.

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

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

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

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

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

Характеристика показателей качества овощей и плодов. 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, которая 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 свежими, цельными, чистыми, здоровыми, вызревшими, но не перезрелыми, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшими, не увядшими, без механических повреждений, повреждений вредителями и поражения болезнями. Содержание дефектных по внешнему виду плодов ограничивается допусками. Стандартами не допускается содержание явно недоброкачественной продукции: загнившей, заплесневевшей, запаренной, подмороженной.

Плоды и овощи высокого качества реализуются по более высоким ценам, что позволяет сельскохозяйственным предприятиям всех форм собственности, занимающимся их выращиванием, получать больший размер прибыли.

4.2. Лежкость картофеля, овощей и плодов

Картофель, овощи, плоды и ягоды объединяются в группу сочных продуктов, так как содержат много воды: от 60 % (в чесноке) до 96 % (в огурце). Исключение составляют орехоплодные и бобовые культуры. Содержание большого количества воды является главной причиной, затрудняющей организацию хранения сочных продуктов. Подавляющая часть воды (около 80 %) находится в свободной подвижной

форме, что способствует усиленному обмену веществ в клетках и тканях, активному развитию микроорганизмов, приводящему к быстрому старению и порче овощей и плодов. Чтобы понизить интенсивность биологических процессов, их хранят при температуре, близкой к 0 °С, т. е. в условиях психроанабиоза. Высокое содержание воды вызывает необходимость хранения плодоовощной продукции при повышенной относительной влажности воздуха (85–98 %), чтобы предупредить испарение влаги и потерю тургора, способствующих увяданию и убыли массы. В увядших овощах и плодах снижается естественный иммунитет, и они подвергаются порче вследствие развития микроорганизмов.

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 дн. и до нескольких месяцев) и обладающую хорошей лежкостью: картофель, двулетние овощи (капуста, корнеплоды, лук, чеснок), плоды семечковых культур (яблоки, груши);

- не пригодную к длительному хранению и имеющую очень низкую лежкость: плоды косточковых культур, ягоды, плодовые и зеленные овощи.

Повышенная лежкость картофеля и некоторых двулетних овощей определяется главным образом продолжительностью периода глубокого физиологического покоя, в течение которого происходит подготовка растений к репродуктивному этапу развития, т. е. завершается дифференциация генеративных почек и конусов нарастания. В период покоя все ростовые процессы замедлены.

Лежкость плодов семечковых культур обусловлена длительностью периода послеуборочного дозревания, связанного с окончательным формированием семян и околоплодника. Они убираются в период технической (съемной) зрелости, а при хранении приобретают потребительскую (съедобную) зрелость. В это время происходит улучшение пищевых свойств: вкуса, аромата, консистенции.

Сохраняемость листовых овощей, ягод и большей части косточковых плодов минимальна, и сроки их хранения почти целиком зависят от внешних условий, а также от сортовых особенностей, степени зрелости и условий выращивания.

4.3. Физические свойства картофеля, плодов и овощей и их значение при доработке и хранении

Сохранность плодов, овощей и картофеля в значительной степени определяется следующими физическими свойствами: теплофизическими и сорбционными, сыпучестью, самосортированием, скважистостью, механической прочностью, подверженностью замерзанию. Они 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. При загрузке хранилищ картофель и овощи через люки скатываются по наклонной поверхности только в том случае, если угол наклона ее более 40–50°, т. е. превышает угол трения.

Если картофель и овощи перемещают по транспортной ленте, то ее устанавливают так, чтобы угол наклона был меньше угла трения. В противном случае они скатываются с транспортера в обратном направлении.

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 возникновения 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 м^3 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. Так, скважистость в партии картофеля без примесей составляет 42–45 %, столовой свеклы – 50–55, моркови – 51–53 %. Чем больше скважистость, тем меньше объемная масса продукции. В итоге при большей скважистости и, соответственно, меньшей объемной массе продукции необходим больший объем хранилищ для ее размещения.

Присутствие воздуха, перемещающегося по скважинам, способствует передаче тепла конвекцией и перемещению влаги в виде пара в межклубневых, межкочанных пространствах. Высота загрузки хранилищ зависит от вида продукции, формы, размеров, особенностей поверхности, наличия примесей. Скважистость с увеличением высоты загрузки уменьшается. Присутствие в продукции почвы, листьев и других примесей резко снижает скважистость и увеличивает сопротивление потоку воздуха при активном вентилировании. Для большинства овощей скважистость находится на уровне 45–55 %.

Сорбционные свойства (испарение и отпотевание). Сорбция – способность плодоовощной продукции поглощать из окружающей

среды пары воды и газы. Она свойственна клубням, плодам, ягодам, луковичам. Сорбция молекул газов приводит к возникновению посторонних запахов в массе продукции при хранении. Поэтому нельзя хранить плоды с сильным ароматом (апельсины, лимоны, мандарины) с другими плодами, овощи с резким запахом (лук, чеснок, хрен) 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, незначительная толщина верхнего кутинизированного слоя клеток, слабая водоудерживающая способность цитоплазмы (из-за малого содержания белков и других коллоидов), большая удельная поверхность (поверхность, приходящаяся на 1 г продукции) способствуют быстрому испарению влаги и увяданию плодов и овощей при низкой влажности и повышенной температуре воздуха в хранилищах или в окружающей среде.

Размер потерь воды у сочной продукции зависит от ее физического состояния. Влага теряется через кожицу, чечевички, ростки, порезы, ссадины, поврежденные болезнями и вредителями ткани. Особенно много воды теряют порезанные, раздавленные овощи и плоды. Незрелые клубни картофеля испаряют больше влаги, чем зрелые, так как поверхность у них более проницаемая. Зрелые клубни теряют много влаги только сразу после уборки.

Масса клубней, плодов и овощей при транспортировании и хранении уменьшается главным образом в результате испарения влаги. При одинаковых внешних условиях интенсивность испарения тем выше, чем больше удельная поверхность объектов. Поэтому из мелких клубней, плодов и овощей одного и того же вида и сорта при прочих равных условиях влаги испаряется больше, чем из крупных. Чем больше дефицит влажности, т. е. 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-цуккини, 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 незна-

чительном 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 заморзанию. При заморзании плодов и овощей сначала идет понижение температуры замораживаемого объекта на несколько градусов ниже нуля. При дальнейшем понижении температуры внутри клеток образуются кристаллы льда. Они быстро растут, выделяя теплоту, что ведет к повышению температуры. Она останавливается на некотором уровне ниже нуля. Это и есть температура заморзания плодов и овощей. Так, температура заморзания находится в пределах $-1,3 \dots -0,6$ °C для картофеля; -1 °C – для моркови и капусты белокочанной поздней; $-1,6 \dots -0,9$ °C – для свеклы; $-1,8$ °C – для лука репчатого острого; $-1,5$ °C – для лука полуострого и сладкого; $-2,6 \dots -1$ °C – для чеснока; $-0,7$ °C – для томатов бурых и красных; $-1 \dots -0,5$ °C – для огурцов; $-2 \dots -1,5$ °C – для яблок летних и осенних сортов; $-1,8$ °C – для груш; $-2,5 \dots -1,7$ °C – для вишни и черешни. Причем разные части объекта замораживают при разных температурах. Так, наружные зеленые листья кочана белокочанной капусты даже при воздействии температуры $-5 \dots -7$ °C «отходят». Самой чувствительной является верхушечная почка, которая замораживает при температуре $-0,8 \dots -1,1$ °C. Кочерыга капусты замораживает при температуре $-1,5 \dots -1,8$ °C, а белые листья – при $-2 \dots -4$ °C.

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 гидролизуется до растворимого пектина. Замороженные яблоки после оттаивания буреют из-за окисления дубильных веществ до флорафенов.

Плоды и овощи, хранящиеся россыпью или в мелкой таре, охлаждаются значительно быстрее, чем при хранении толстым слоем или в крупной таре. Охлаждается продукция быстро, в течение 2 сут. Охлаждают овощи и плоды после хранения при отрицательных и низких положительных температурах обязательно постепенно, за 5–30 сут. Это необходимо для того, чтобы избежать физиологических расстройств (потемнения мякоти плода). Охлаждение проводят атмосферным воздухом и считают законченным, когда температура продукции становится лишь на 4–5 °С ниже дневной температуры атмосферного воздуха.

Таким образом, 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. Нельзя допускать случайного подмораживания продукции, так как при этом происходит резкое снижение ее качества.

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 также вследствие высокой скважистости хранимых объектов, так как воздух – плохой проводник тепла.

Теплоемкость характеризуется количеством тепла, необходимого для нагрева 1 кг продукции на 1 °С. Она выражается в ккал/(кг · °С), или в кДж/(кг · °С). С учетом того, что сочная продукция содержит большое количество воды, а скважины между отдельными экземплярами продукции заполнены воздухом, необходимо знать, что воздух имеет теплоемкость, равную 1,27 кДж/(кг · °С); вода – 4,19 кДж/(кг · °С). 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).

Теплопроводность – это способность продукции проводить тепло от более нагретых к менее нагретым участкам. 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).

Температуропроводность характеризует скорость нагрева или охлаждения продукции. Коэффициент температуропроводности для сочной продукции также низок. Для примера температуропроводность картофеля, капусты и свеклы находится в пределах $12,24 \cdot 10^{-8}$ – $18,04 \cdot 10^{-8}$ м²/с. В связи с низкими величинами коэффициента температуропроводности плодоовощная продукция может сравнительно долго сохранять свою температуру на одном уровне, характеризуется большой тепловой инерцией.

Термовлагопроводность – 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. Термовлагопроводность 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 плодоовощной 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 (кг/см²) 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.

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

В плодоовощной продукции при хранении проходят сложные физиологические и биохимические процессы, которые оказывают существенное влияние на ее сохранность и качество.

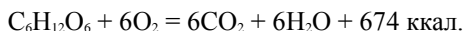
Дыхание – это окислительный, с участием кислорода распад органических питательных веществ, сопровождающийся образованием химически активных метаболитов и освобождением энергии.

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).

Прямому окислительному распаду могут подвергаться белки, жиры и другие соединения без предварительного превращения в углеводы.

Процесс аэробного дыхания происходит при свободном доступе

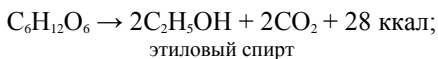
кислорода, и, если окисление идет до конечных продуктов, выражается следующим уравнением:



Это уравнение характеризует лишь начальный и конечный этапы процесса. В действительности дыхание представляет собой длинную цепь окислительно-восстановительных процессов. Дыхание – это процесс не только распада, но и новообразования веществ.

При отсутствии кислорода в воздухе продукция поддерживает жизнедеятельность за счет анаэробного дыхания. Его называют также брожением. При анаэробном дыхании (брожении) идет накопление недоокисленных продуктов, таких как этиловый спирт, уксусный альдегид, уксусная и молочная кислоты. Это в конечном счете приводит к физиологическим расстройствам в виде различного рода потемнений, пятен, некрозов.

Анаэробное дыхание можно выразить рядом уравнений. Например:



О типе дыхания можно судить по величине дыхательного коэффициента (ДК). Он показывает отношение при дыхании объемов CO_2 к O_2 . Если $ДК = 1$, то в продукции протекает аэробное дыхание. При анаэробном дыхании $ДК > 1$.

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.

Например, при хранении моркови до 6 мес теряется на дыхание 2,1 % органических веществ, при хранении картофеля до 8 мес – только 0,74 %. За 1 ч 1 кг моркови выделяет 17,3, а картофеля – 10,1 мг CO_2 . Если поступление O_2 к продукции ограничено, то кислород постепенно расходуется на дыхание, а накапливается CO_2 .

При дыхании выделяется большое количество тепла. Так, 1 т плодовоовощной 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)).

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

Например, у яблок сорта Кальвиль интенсивность дыхания на 20 % выше, чем сорта Ренет Симиренко. Ткани кожуры цитрусовых дышат в 8–10 раз интенсивнее по сравнению с мякотью.

Выделяемые при дыхании тепло, влага и диоксид углерода следует рассматривать как суммарный результат жизнедеятельности клубней, корнеплодов, кочанов, плодов и находящихся на них микроорганизмов. На интенсивность дыхания влияют многие причины. У плодов и овощей наиболее интенсивное дыхание отмечается в первые дни после уборки, что связано с их реакцией на отделение от материнского растения. Многие факторы абиотической среды, в первую очередь температура, влияют на интенсивность дыхания.

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 заложеной 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.

Период покоя и способы предупреждения прорастания клубней и корнеплодов. 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 (веществ фенольной (кофейная кислота и скополетин) и терпеноидной (абсцизовая кислота) природы) блокируются некоторые биохимические процессы. У картофеля в покое находятся только меристематические ткани (глазки). Запасющие 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.

Во время хранения баланс ростовых веществ изменяется. Выход из состояния покоя можно объяснить снижением ингибиторов роста или увеличением стимуляторов роста либо обеими причинами.

Состояние покоя клубней и переход к росту коррелируют с содержанием абсцизовой кислоты. Наиболее высокое содержание ее в клубнях наблюдается в период покоя. Ко времени окончания покоя наличие кислоты в точках роста и кожуре уменьшается в 5–10 раз. Абсцизовая кислота высокой концентрации способна подавлять рост клеток новых тканей. При снижении ее количества весной ростиингибирующее действие ослабевает.

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.

Потери в результате прорастания можно предупредить предуборочным опрыскиванием ботвы картофеля, свеклы, моркови, лука натриевой солью гидразида малеиновой кислоты (ГМК-Na), которая подавляет развитие ростков в верхушечной части клубня, предупреждает израстание корнеплодов и луковиц.

Одним из перспективных способов сокращения потерь картофеля и овощей является применение синтетических регуляторов роста. Благодаря этому клубни, корнеплоды, луковицы, имеют более длительный период покоя и сохраняют устойчивость к фитопатогенным заболеваниям.

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. Кроме того, в зоне поражения образуются кофейная, хлорогеновая кислоты – вещества полифенольной природы фунгитоксического действия.

После соприкосновения с паразитом или с выделенными им ферментами и другими соединениями в клубнях, корнеплодах образуются фитоалексины (ришитин и любимин). Они 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.

На клубнях картофеля лучше всего раневая перидерма образуется при температуре в его массе 18–20 °С, относительной влажности воздуха 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 %. Многослойная раневая перидерма формируется через пять – семь 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 фитоалексины 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 переработке.

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.

Изменение окраски возникает в результате разрушения хлорофилла, синтеза каротиноидов и пигментированных фенольных соединений, таких как антоцианы (синие, красные). Каротиноиды могут синтезироваться в темноте, но не при отсутствии кислорода. Кислород, этилен и повышенная температура стимулируют данный процесс.

Изменение консистенции. Прочность структуры плодов в процессе созревания и хранения уменьшается. У всех плодов по мере созревания часто усиливается аромат, изменяется окраска, улучшается вкус, они становятся более мягкими. Соответственно, возрастает содержание растворимых пектиновых веществ вследствие гидролиза протопектина и других полисахаридов, скрепляющих клеточные стенки ткани плода.

Предварительное охлаждение способствует сохранению энергетических запасов растительных тканей, необходимых для прохождения биологических процессов, в том числе связанных с образованием защитных веществ против возбудителей болезней.

4.5. Влияние микроорганизмов на сохранность картофеля, овощей и плодов

Основная причина порчи плодоовощной продукции при хранении – это активное развитие микроорганизмов. Загнивание плодов и овощей при хранении могут вызывать свыше 150 видов грибов. Подавляющая их часть заражает плоды и овощи еще на материнском растении и продолжает развиваться во время хранения. Типичным примером является фитофтороз. Вместе с тем известны фитопатогенные микроорганизмы, поражающие плоды и овощи только в период хранения. Например, грибы рода *Penicillium*.

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.

Бактериальные заболевания встречаются реже. По способности проникать в растения все паразитные грибы можно подразделить на 2 группы.

К первой группе (так называемым раневым паразитам) относят грибы, способные проникать лишь через поврежденные ткани; здоровые покровные ткани растений для них являются практически непреодолимым барьером. К их числу относятся грибы рода *Fusarium*, *Penicillium*, в некоторой мере *Botrytis*. В настоящее время они являются основным источником потерь при хранении.

Вторую группу составляют микроорганизмы, располагающие специальным морфологическим аппаратом для разрушения покровных тканей растений. К их числу относятся паразиты, поражающие плоды и овощи еще на материнском растении, – возбудители фитофтороза, антракноза и др. Данная группа микроорганизмов осуществляет свою разрушительную деятельность обычно с помощью выделяемых ими веществ – токсинов.

Кроме токсинов микроорганизмы выделяют 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.

Однако не следует считать сочные растительные объекты пассивной питательной средой для патогенных микроорганизмов. Болезненный процесс – это не только повреждение организма, но и борьба его за восстановление нормы.

Различают два вида иммунитета растений: видовой, или неспецифический, и сортовой, или специфический.

Наиболее распространен неспецифический иммунитет. Благодаря ему целые роды и виды растений совсем не подвергаются определенным заболеваниям. Например, картофель не поражается серой гнилью, капуста – картофельной гнилью и т. д.

Специфический иммунитет определяет устойчивость отдельных сортов внутри вида к тем паразитам, которые в процессе эволюции приспособились к развитию именно на этих видах растений. В явлении специфического иммунитета решающее значение имеют защитные реакции, возникающие в клетках растения-хозяина в ответ на проникновение в них патогенных микроорганизмов. Более устойчивые к болезням сорта растений способны прижизненно вырабатывать ингибиторы паразитов. Их образование в растительной клетке индуцируется паразитом, и они же вызывают его гибель. В этом заключается смысл защитной реакции растений на вмешательство паразитов.

Универсальной, неспецифической ответной реакцией на инфицирование фитопатогенами является возрастание в растительных тканях дыхания и усиление энергетического обмена, цель которого обеспечить энергией и пластическими материалами ответные защитные реакции растений. К числу защитных приспособлений растений относятся и разнообразные механические барьеры на пути проникновения инфекции – наличие на поверхности плодов и овощей волосков, воскового налета и т. д.

Активное развитие микроорганизмов на овощах, плодах и картофеле часто сопровождается большим выделением тепла, скапливающегося в результате плохой тепло- и температуропроводности. В зависимости от вида продукции, способа и условий хранения иногда самосогревание развивается слабо, малозаметно, в других случаях протекает сильно и быстро. 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.

Если овощи и картофель рассредоточены и хранятся в ящиках или контейнерах, то типичной картины самосогревания обычно не наблюдается, а происходит порча пораженной болезнями продукции без значительного повышения температуры. Представление о лежкости овощей, плодов, ягод и картофеля получают по скорости тепловыделения в процессе дыхания. Чем она выше, тем ниже лежкость продукции. Для длительного хранения непригодны малина, груши летних сортов, вишня и персики.

Разработан электрофизический способ защиты овощей и плодов от возбудителей болезней при хранении. Он основан на повышении естественного иммунитета самих растительных тканей с помощью химически нейтрального индуктора микротоков. Пропускание слабого электрического тока через массу овощей и плодов получило название микротоковой стабилизации (МКТС).

4.6. Влияние насекомых, клещей, нематод на сохранность плодовоовощной продукции

Вредители сельскохозяйственных культур (насекомые, нематоды, паукообразные) 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.

Насекомые. Личинки миндального и яблоневого семяеда зимуют в семенах поврежденных плодов: миндаля, алычи, терна, яблок, груш. Гусеницы яблоневой, грушевой, сливовой плодовой гусеницы повреждают плоды, загрязняют их, резко снижая товарную ценность. Гусеницы второго поколения яблоневой плодовой гусеницы остаются в плодах во время сбора урожая и хранения. Личинки вишневой мухи повреждают косточковые плоды.

Снижают товарные качества овощей капустная весенняя и летняя мухи. Летняя муха повреждает капусту цветную и белокочанную, все корнеплоды семейства капустных. Личинки пронизывают корнеплоды

ходами, способствуя их загниванию в период хранения. Такие же повреждения вызывают и личинки морковной и луковой мух.

Гусеницы капустной совки проникают внутрь кочана, проделывают глубокие ходы и загрязняют продукцию, ухудшая ее сохранность. Личинки шелкопрядки повреждают картофель, морковь, репу, редьку, редис и др. Они проникают внутрь клубней и корнеплодов, пробуравливают ходы, загрязняют их, способствуют загниванию продукции при хранении.

Нематоды. Источниками заражения овощей нематодами служат семенной материал, почва, хранилище, зараженные овощи, инвентарь, оборудование, территория вокруг складов и земельный участок для полевого хранения. В месте поражения овощи разрыхляются, клетки темнеют, отмирают, начинается загнивание.

Овощи, пораженные в сильной степени, относят к техническому браку, при поражении более $\frac{1}{3}$ поверхности – к отходам.

Борьбу с фитонематодами вести очень трудно, так как они малы по размерам, 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. На некоторые виды продукции положительно влияет прогревание (например, лука и чеснока) при температуре 45–55 °С в течение 15 мин.

Клещи. Так же, как и нематоды, встречаются повсюду. Вместе с овощами и плодами они попадают в хранилище. Лук и чеснок поражаются тюльпанным, или чесночным, клещом. Проникнув через чешую лука-севка или лука-репки в поле, он наносит основной вред (усыхание луковиц) в период хранения. В хранилищах клещи обитают на луке, картофеле, загнивших корнеплодах моркови, свеклы, луковицах цветочных растений. Особенно сильно повреждают они донце луковицы, проникая внутрь ее и поселяясь между чешуями.

К профилактическим мерам борьбы с клещами относят: правильный севооборот, высадку здорового посадочного материала, удаление с поля загнивающих овощей, дезинсекцию хранилищ, правильную подготовку продукции к хранению (например, просушку лука перед закладкой в хранилище).

Основными путями сокращения потерь растительной сочной продукции при хранении являются своевременная борьба с нематодами, клещами и насекомыми в полевых условиях и закладка на хранение здоровой продукции.

4.7. Оптимальные условия и режимы хранения плодоовощной продукции

Сохраняемость плодов, овощей и картофеля зависит не только от природной сортовой лежкости, но и от условий хранения. Поэтому при определении условий хранения необходимо выполнять следующие требования:

1) снизить интенсивность биохимических процессов обмена веществ до минимального уровня, но не настолько, чтобы вызвать физиологические расстройства, а при хранении маточников – нарушить процесс дифференциации точек роста;

2) максимально ограничить испарение влаги объектами хранения;

3) устранить развитие фитопатогенных микроорганизмов.

Основными внешними факторами, влияющими на успех хранения плодоовощной продукции, являются температура, влажность и состав газовой среды. Кроме того, в практике хранения используют обработку хранящихся объектов физиологически активными веществами росторегулирующего характера и различного рода облучения.

Температура – это основной фактор среды, при помощи которого регулируют уровень жизнедеятельности продукции. Повышение температуры вызывает увеличение интенсивности основных процессов обмена веществ.

Понижением температуры при хранении плодоовощной продукции можно добиться:

1) снижения интенсивности биохимических процессов;

2) ограничения развития фитопатогенных микроорганизмов.

Поэтому строительство хранилищ с искусственным охлаждением является одним из главных путей решения проблемы длительного хранения. При снижении температуры на 10 °С скорость биохимических реакций уменьшается в 2 раза. Однако пределы такого понижения температуры ограничены.

Нельзя допускать подмораживания продукции, при котором нарушается структура тканей, клетки деформируются и разрываются кристалликами льда. После оттаивания подмороженных плодов и овощей

из них вытекает сок и они легко поражаются фитопатогенными микроорганизмами.

Выбор температуры для длительного хранения в первую очередь зависит от вида плодов и овощей. Все плоды и овощи по отношению к температуре можно подразделить на 3 группы:

- хорошо сохраняющиеся при температуре ниже 0 °С (несколько выше или даже ниже точки заморозания) – лук, чеснок, капуста (кроме маточников);

- хорошо сохраняющиеся при температуре, близкой к 0 °С или несколько выше ее. Сюда входит большая часть видов плодов и овощей;

- хорошо сохраняющиеся лишь при температуре 2–10 °С и даже выше – картофель, томаты, цитрусовые, некоторые сорта яблок, груши, бананы.

Выбор температуры хранения также зависит:

- 1) от степени физиологической зрелости во время уборки. Если плоды и овощи убраны зрелыми, то температура устанавливается минимальная, недозрелыми – повышенная для данного вида и сорта. Если хранить недозрелые плоды при пониженной температуре, то они теряют способность к послеуборочному дозреванию (томаты бурые после воздействия температуры 4–5 °С не дозревают);

- 2) цели использования продукции после хранения. Если яблоки планируют реализовывать в начале периода хранения, то для ускорения послеуборочного дозревания устанавливают повышенную температуру. При хранении маточников важно не столько снизить потери, сколько подготовить почки к хорошему развитию в сезон вегетации, т. е. к образованию хорошего урожая семян (поэтому маточники капусты хранят при температуре 1 °С). Картофель для получения чипсов хранят при температуре 10–15 °С за 2–3 нед до переработки;

- 3) темпа охлаждения при хранении плодов и овощей в холодильнике. Общее правило – постепенное охлаждение (5–30 дн.). Темп отепления продукции также должен быть постепенным.

Влажность воздуха – фактор, от которого зависят испарение влаги хранящимися объектами (потери массы и товарного качества) и выпадение капельножидкой влаги (отпотевание), способствующее развитию фитопатогенных микроорганизмов. Она также влияет на биохимические процессы обмена веществ. В технологии хранения влажность выражается как относительная влажность воздуха (в процентах полного насыщения среды водяными парами). Интенсивность испарения зависит:

1) от особенностей плодов и овощей. Так, луковицы репчатого лука покрыты сухими чешуйками и защищены от испарения, поэтому влажность при хранении должна быть в пределах 70–75 % для предотвращения сильного развития шейковой гнили. Сорта яблок, различающиеся толщиной воскового слоя на кожице, по-разному теряют влагу. Яблоки сорта Уэлси склонны к увяданию, а сорта Славянка (мощный восковой налет) сохраняются в более сухой атмосфере. Зеленные овощи и ягоды легко теряют влагу, для их сохранения необходима влажность 75–100 %;

2) поверхности испарения (для зеленных). В условиях нахождения на открытом воздухе листовой и кочанный салаты увядают в течение 1–3 ч;

3) скорости удаления пара от объекта (скорости движения воздуха). Сухой воздух резко увеличивает испарение. При высоком насыщении воздуха парами скорость его потока практически не увеличивает испарение влаги картофелем, грубыми корнеплодами, луком. Их хранение при активном вентилировании, усиленном движении потока воздуха вокруг каждого экземпляра уменьшает общие потери;

4) дефицита влажности над поверхностью испарения. Чем он больше, тем суше среда. Поэтому при хранении стараются поддерживать высокую относительную влажность воздуха. Для большинства видов и сортов она принята в пределах 90–95 %. Для чувствительных видов (зеленные овощи, листовые разновидности капусты, сорта яблок с тонкой кожицей, нежные корнеплоды: редис, морковь) желательно поддерживать влажность воздуха на уровне 96–98 %. Для лука, тыквы, цитрусовых ее можно снижать до 80 % и ниже.

Состав газовой среды влияет на биохимические процессы хранящихся плодов и овощей, а значит, и на потери качества. В первую очередь от состава газовой среды зависят окислительно-восстановительные процессы, в основном интенсивность дыхания.

Повышенная концентрация CO_2 и пониженная O_2 (по сравнению с нормальной атмосферой) уменьшает потери, задерживает наступление климактерического подъема дыхания, т. е. замедляет послеуборочное дозревание. Для устойчивых сортов оптимальное соотношение концентраций $\text{CO}_2:\text{O}_2$ равно 7–9 % к 14–12 %. Для многих сортов яблок, не устойчивых к высокой концентрации CO_2 , ее ограничивают до 5–3 %, снижая O_2 до 3 %.

Положительное воздействие повышенных концентраций углекислого газа на продукцию при хранении заключается в следующем:

- снижение интенсивности дыхания, теплообмена, замедление процессов дозревания, продление сроков хранения;
- замедление распада хлорофилла;
- сохранение уровня общей кислотности и содержания отдельных кислот.

Отрицательное воздействие повышенного содержания CO₂ на хранимую продукцию заключается в следующем:

- повышенная чувствительность к низкотемпературным повреждениям;
- усиление побурения мякоти;
- возникновение специфических ожогов;
- образование пустот;
- ухудшение вкуса.

Для успешного хранения плодоовощной продукции необходимо учитывать 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 плодоовощной продукции применяют в основном два режима хранения:

- в охлажденном состоянии (в условиях термоанабиоза в модификации психроанабиоза);
- охлажденном состоянии в РГС (регулируемой газовой среде) или МГС (модифицированной газовой среде), т. е. в условиях сочетания термоанабиоза с аноксианабиозом.

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

Основы режима хранения в охлажденном состоянии. При пониженных температурах, близких к 0 °С, ослабевает или подавляется жизнедеятельность всех компонентов, входящих в состав продукции. При этом снижается интенсивность дыхания живых клеток и процессов гидролиза в тканях плодов и овощей; задерживается активное развитие микроорганизмов; значительно увеличивается или приостанавливается продолжительность цикла развития нематод, клещей и насекомых.

Оптимальная температура хранения значительно колеблется в зависимости от физиологического состояния (завершены или нет про-

цессы созревания), вида продукта, 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 $-1 \dots -3$ °С. Для того чтобы не активизировались различные физиологические процессы, желательно повышать температуру хранения выше $6-10$ °С.

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.

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

Газовый состав воздуха в камерах устанавливают с учетом сортовых особенностей плодов и овощей. Газовые среды подразделяют на 3 типа:

1-й тип – сумма концентраций O_2 и CO_2 равна 21 %, как и в нормальной атмосфере, но изменено их соотношение в пользу углекислого газа. Предназначены для устойчивых к углекислому газу видов: углекислого газа $5-10$ %, кислорода – $11-16$ %, азота – 79 %;

2-й тип – сумма концентраций кислорода и углекислого газа меньше 21 %. Основное соотношение $5:3$ или $3:3$, остальное – азот;

3-й тип – среды, полностью или почти полностью лишенные углекислого газа, с пониженным ($3-5$ %) содержанием кислорода.

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

В зарубежной практике хранения применяют следующие типы регулируемой атмосферы (газовой среды):

- регулируемая традиционная атмосфера (Traditional Controlled Atmosphere – TCA): содержание O_2 – 4 %, а CO_2 – $3-5$ %;

- низкое содержание кислорода (Low Oxygen – LO): O_2 – 2–2,5 %, CO_2 – 1–3 %;

- с ультранизким содержанием кислорода (Ultra Low Oxygen – ULO): содержание O_2 в камере составляет менее 1–1,5 %, CO_2 – 0–2 %.

В настоящее время, однако, чаще всего применяют в основном две технологии хранения фруктов и ягод:

- хранение фруктово-ягодной продукции в среде с ультранизким содержанием кислорода (O_2 – менее 1,5 %, CO_2 – до 2 %) для сохранения твердости, кислотности, свежести плодов;

- хранение в среде с традиционным содержанием кислорода (O_2 – до 4 %, CO_2 – до 5 %).

В современной мировой практике для хранения плодов и ягод применяются следующие соотношения содержания в газовой среде кислорода и углекислого газа ($O_2:CO_2$, %): 12:9; 3:5; 3:1.

Иногда для уменьшения вероятности загнивания плодов и сохранения их свежести применяют технологию шоковой обработки углекислым газом (содержание в атмосфере CO_2 составляет до 30 %). Однако применение этой технологии целесообразно до начала процесса хранения.

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.

Модифицированная газовая среда создается за счет физиологического дыхания при хранении плодоовощной продукции. Способами создания МГС являются: упаковывание плодов в небольшие пакеты из полиэтиленовой пленки, применение полиэтиленовых вкладышей для ящиков и контейнеров.

В последние годы получило распространение хранение фруктов и ягод в полиэтиленовых пакетах. Яблоки, груши, сливы и черную смородину хранят в полиэтиленовых мешках вместимостью 1–1,5 кг, выполненных из нестабилизированной полупрозрачной пленки высокого давления толщиной 50–60 мкм. Так как плоды и ягоды дышат, то в результате дыхания внутри упаковки накапливается углекислый газ и уменьшается содержание кислорода, что в конце концов приводит к снижению интенсивности дыхания плодов и ягод. Высокая влажность воздуха (90–99 %) в мешке обуславливает незначительные потери влаги, поэтому естественная убыль массы уменьшается до 0,6–1 % и продукция не теряет товарных качеств, а продолжительность хранения при этом увеличивается на 1,5–2 мес.

В процессе хранения плоды и ягоды выделяют различные летучие ароматические вещества, накопление которых в мешке способствовало бы более быстрому созреванию плодов и ягод. Однако полиэтилен обладает свойством пропускать эти летучие вещества и накопления не происходит, что исключает преждевременное созревание.

Режим хранения яблок и груш, упакованных в полиэтиленовую тару, не отличается от обычного (температура 0–3 °С, относительная влажность воздуха 90–95 %). Предварительно перед упаковкой плоды необходимо охладить. Во избежание конденсации влаги в пакете колебания температуры должны быть незначительными. Мешки с плодами желательно укладывать в тару или на стеллажи, предварительно покрытые бумагой для исключения шероховатости досок стеллажей, которая может порвать упаковку и этим вызвать нарушение ее герметичности. Состояние продукции в процессе хранения необходимо подвергать постоянному контролю, в случае обнаружения заражения плодов – уничтожить очаг заражения.

В последнее время также получила большое распространение практика применения модифицированной газовой среды в самих полиэтиленовых пакетах, которые с целью создания определенного микроклимата оснащаются селективно-проницаемыми мембранами, как круглыми, так и панельными. Именно мембраны и поддерживают соответствующий газовый состав для оптимального режима хранения.

4.8. Способы хранения и размещения плодоовощной продукции

Для сохранения больших партий картофеля, овощей и плодов в свежем виде при оптимальных условиях применяют два основных способа хранения: полевой – в буртах, т. е. в наиболее просто устроенных приспособлениях, с использованием грунта в качестве основной изотермической и гидроизоляционной среды (такое хранение нередко называют временным), стационарный – в специально построенных или приспособленных хранилищах.

Способ хранения овощей и картофеля в крупногабаритных буртах (300–600 т) возможен лишь при сочетании полевого способа хранения с активным вентилированием. Благодаря активному вентилированию продукция в таких буртах обсушивается, охлаждается и сохраняется при оптимальном режиме.

С учетом особенностей режимов хранения отдельных видов продукции создают специализированные картофеле-, овоще- (даже специальные для некоторых овощей, например лука, капусты, корнеплодов)

и плодохранилища. Строят и универсальные (комбинированные) хранилища для хранения в отдельных камерах различных объектов, в том числе продуктов переработки овощей и плодов. При полевом хранении картофеля и овощи размещают в буртах несколькими способами:

- насыпью с переслойкой влажной землей или песком;
- насыпью без переслойки, но с приточно-вытяжной вентиляцией;
- насыпью с устройством активной вентиляции;
- насыпью в крупногабаритных буртах с активной вентиляцией.

При стационарном способе хранения плодовоовощную продукцию размещают следующим образом:

- в закромах хранилища, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, с высотой загрузки 1,2–1,5 м;
- насыпью в крупных закромах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5–4 м (иногда до 5–6 м);
- сплошной насыпью (навалом) в хранилищах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5–5 м;
- в таре на поддонах с высотой 8–10 ящиков и 3–6 рядов контейнеров (хранилище оборудуют принудительной вентиляцией, высота загрузки составляет 5–5,5 м);
- в штабеле ящичных поддонов под полиэтиленовой накидкой с силиконовой вставкой;
- с полиэтиленовыми вкладышами;
- в полиэтиленовых контейнерах с силиконовыми вставками;
- в полиэтиленовых мешках, пакетах и др.

На стеллажах насыпью или пирамидками продукцию размещают редко, в результате объем хранилищ используется нерационально.

Нормами технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодовоовощной продукции (ОНТП-6–86) предусмотрена определенная высота складирования (м): для картофеля семенного, продовольственного и кормового назначений при хранении насыпью – 6, в таре – 5,5; для свеклы продовольственной соответственно – 5 и 5,5; маточников свеклы – 4 и 5,5; моркови, репы, редьки, капусты продовольственной и маточников – 2,8 и 5,5; корнеплодов петрушки и сельдерея – 5,5 (в таре); лука-выборка, лука-севка, лука-матки и лука-репки – 3,6 и 5; чеснока – 1,5 и 5.

Объем помещений на 1 т картофеля при сплошной насыпи составляет 1,5 м³; при контейнерном размещении – 2,5; при хранении в мелкой таре (ящиках) – 3,5–4 м³. В связи с этим мелкую тару для такой продукции заменяют на крупногабаритные контейнеры, что позволяет

более рационально использовать объем хранилища и сократить механические повреждения картофеля, овощей и плодов.

Транспортируют и хранят продукцию в контейнерах вместимостью 400–500 кг или полуконтейнерах СП-5-0,45 и СП-5-0,45-2 вместимостью 250–300 кг.

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. Например, если хранить картофель и капусту в одном хранилище при оптимальном режиме для картофеля, то капуста поражается серой гнилью. У нее быстрее заканчивается процесс дифференциации верхушечной почки, кочаны начинают трескаться и теряют товарный вид. Если создать режим, установленный для капусты, то клубни приобретают сладкий вкус, возникают физиологические расстройства, приводящие к почернению сердцевины, возможно и подмерзание. Несовместимо также хранение картофеля с луком. Последний при этом заболевает серой шейковой гнилью, прорастает и теряет товарные качества. Стационарные хранилища специализируются по видам продукции, закладываемой в них. При направленной технологии выращивания с загрузкой отсортированной продукции в контейнеры в хозяйствах, последующим транспортированием и хранением ее в тех же контейнерах в оптимальных условиях, учитывающих сортовую специфику, повышается выход товарной (стандартной) продукции после хранения.

Лекция 5. ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ И ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

- 5.1. Клубни картофеля как объект хранения.
- 5.2. Послеуборочная доработка и закладка картофеля на хранение.
- 5.3. Способы хранения картофеля.
- 5.4. Режимы хранения картофеля.
- 5.5. Особенности хранения отдельных видов сочной продукции.

5.1. Клубни картофеля как объект хранения

В клубнях картофеля после уборки продолжают сложные физиологические и биохимические процессы. От интенсивности протекания данных процессов зависят лежкость продукции, величина потерь, столовые качества клубней, устойчивость к микроорганизмам и физиоло-

гическим расстройством, скорость прорастания и качество семенного картофеля. Для успешного хранения клубней происходящие в них изменения необходимо регулировать, задерживая распад запасных веществ и создавая благоприятные условия для их синтеза, в результате чего количественные и качественные потери картофеля могут быть сведены до минимума.

Основными причинами уменьшения массы здоровых клубней при хранении являются испарение тканями воды и расходование запасных органических веществ на дыхание (естественная убыль). Их нельзя избежать, однако можно минимизировать, соблюдая оптимальный температурно-влажностный режим хранения. Так, по литературным данным, если хранить картофель при температуре до +5 °С, около 70 % убыли его массы происходит в результате испарения воды и примерно 30 % – в результате расходования органических веществ на дыхание. При более высокой температуре усиливается процесс дыхания и сильно возрастают потери массы в результате расхода органических веществ. При пониженной относительной влажности воздуха в хранилище клубни подвяливаются, что негативно сказывается на обмене веществ. Увядание ускоряет процессы распада содержащихся в клетке запасных веществ. Таким образом, при увядании клубней ухудшается их лежкость, снижается питательная ценность.

В целом процесс дыхания картофеля наиболее интенсивно происходит в послеуборочный период и сопровождается выделением большого количества тепла и влаги. С понижением температуры клубни переходят в состояние глубокого (естественного) покоя и потери массы снижаются в несколько раз. Затем во второй половине периода хранения, по мере выхода клубней из состояния покоя, интенсивность тепло- и влаговыделения снова возрастает. В это время потери количества и качества продукции могут значительно возрасти по причине прорастания клубней.

Однако, учитывая, что клубни картофеля являются благоприятной средой для развития микроорганизмов, основную опасность при хранении представляет возможное распространение болезней: фузариоза, фомоза, резиновой гнили, фитофтороза и особенно мокрых бактериальных и смешанных гнилей. При высоком изначальном инфекционном фоне и несоблюдении режимов хранения по этой причине отдельные партии картофеля могут быть потеряны практически полностью.

Скороспелость сорта картофеля не является определяющим критерием для оценки его как объекта хранения. Одинаковую лежкоспособность могут иметь как раннеспелые, так и позднеспелые сорта, поэто-

му необходимо учитывать именно сортовые характеристики. Однако позднеспелые формы имеют преимущество за счет более поздней уборки и, следовательно, сдвига срока хранения на более поздний, что особенно важно при отсутствии возможности искусственного охлаждения клубней. Также необходимо учитывать, что клубни раннеспелых сортов при хранении быстрее теряют свои вкусовые качества. Высокой лежкоспособностью отличаются сорта картофеля белорусской селекции Скарб, Живица, Криница, Блакит, Атлант и многие другие.

5.2. Послеуборочная доработка и закладка картофеля на хранение

Обязательным этапом между процессами уборки и хранения картофеля является его послеуборочная доработка. Процессы послеуборочной доработки должны 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 (семеноводческое, товарное) и целей использования картофеля (продовольственный, технический, для промышленной переработки). Для механизации указанных операций используются приемные бункеры с предварительной сортировкой и отделением примесей (БПВ-40, Vrijlsma Hercules ST 2000-6VS, Grimme RH 14-40 и др.), ленточные складские транспортеры, телескопические передвижные транспортеры (КТ-40, ЗТ-40, Grimme ТС 80-16 и др.), укладчики-загрузчики картофеля, самоходные подборщики картофеля, сортировальные машины, инспекционные столы, контейнерозагрузчики, контейнероопрокидыватели и т. д. Основная цель послеуборочной доработки картофеля – привести продукцию в состояние, устойчивое при хранении и соответствующее требованиям действующих стандартов на семенной (СТБ 1224–2000), продовольственный (ГОСТ 7176–85) и технический (ГОСТ 26832–86) картофель.

В производственных условиях невозможно добиться идеального состояния клубней – абсолютно здоровых и неповрежденных, которые бы обеспечили минимум потерь при хранении. Тем не менее, исходя из результатов многолетних исследований специалистов, закладывать

на хранение можно картофель, соответствующий определенным параметрам качества:

- суммарное содержание клубней, пораженных фитофторозом, удущьем, сухими гнилями (фомоз, фузариоз), не должно превышать 1,0–1,5 %;

- с механическими повреждениями мякоти глубиной более 5 мм и длиной более 10 мм (порезы, вырывы, трещины) – не более 5 %;

- с обдиром кожуры менее половины поверхности – не более 10–12 %.

В партии не допускается присутствие клубней, пораженных мокрой, кольцевой, пуговичной и другими бактериальными гнилями, подмороженных и раздавленных, материнских, наличие соломы, ботвы и других остатков.

Для определения пригодности конкретной партии картофеля к закладке на длительное хранение целесообразно воспользоваться термомикробиологическим методом, т. е. создать провокационные условия для патогенных микроорганизмов. Для этого сразу после уборки от партии отбирают 100 клубней, помещают их в полиэтиленовые пакеты, плотно завязывают и выдерживают при температуре 15–20 °С в течение двух недель. По истечении срока производится подсчет клубней, пораженных гнилями. Партии, в которых удельный вес пораженных клубней по результатам анализа составляет более 10 %, считаются непригодными для длительного хранения и требуют быстрого использования. Партии с поражением 5–10 % считаются условно пригодными для длительного хранения. Они требуют применения перевалочной технологии закладки на хранение – с временным хранением и переборкой клубней, а в период хранения за ними требуется тщательный контроль. Партии, в которых поражение гнилями не превышает 5 %, при соблюдении температурно-влажностного режима хранятся хорошо без дополнительной переборки.

В зависимости от условий уборки и состояния картофеля целесообразно дифференцировать и технологию его закладки на хранение. Традиционно выделяют поточную, перевалочную и прямоточную технологии, каждая из которых имеет свои преимущества в конкретной ситуации.

Поточная технология. Картофель, убранный в поле комбайном или копателем, поступает на сортировальный пункт для отделения примесей и сортирования на фракции и сразу закладывается на хранение. Данная технология наиболее удобна, поэтому чаще всего используется в хозяйствах. Однако, по сравнению с другими способами, при этой технологии клубням наносится наибольшее количество механи-

ческих повреждений, поскольку чаще всего их кожура еще не успела окрепнуть. Поэтому ее целесообразно применять при уборке полностью вызревших клубней, с окрепшей кожурой и не пораженных болезнями, а также, если картофель убирается в благоприятных погодных условиях, реализуется осенью или поступает с поля с растительными остатками и примесью почвы более 20 %.

Перевалочная технология. Клубни после уборки выдерживают во временных буртах в течение 10–14 дн. и только затем подвергают сортировке и закладывают на хранение. Данную технологию необходимо применять при значительном поражении клубней болезнями, удушьем или если уборка проводится в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах. За время предварительного хранения скрытая инфекция проявляет себя, что позволяет вовремя удалить больные клубни при сортировке и переборке, кожура клубней успевает окрепнуть, снижается степень механических повреждений.

Прямоточная технология. Картофель, поступающий с поля, сразу закладывается на хранение без сортирования на фракции. Доработка в этом случае проводится весной, при выгрузке продукции из хранилища. Данная технология может применяться, если уборка проводится в сухую теплую погоду, клубни здоровые, не поврежденные и с окрепшей кожурой, при этом примесь почвы в ворохе составляет не более 10–15 %. При использовании прямоточной технологии формирование насыпи при загрузке хранилища должно проводиться при постоянном перемещении стрелы загрузчика в горизонтальной плоскости во избежание образования в насыпи почвенных столбов, в которых клубни часто загнивают и быстро прорастают. При более высоком содержании почвы и при наличии растительных примесей, остатков ботвы и больных клубней их отделение совмещают с загрузкой в хранилище, используя современный приемный бункер с ворохоочистителем и последующей ручной инспекцией некондиционных клубней на горизонтальном телескопическом транспортере.

Для снижения потерь семенного картофеля при хранении возможно осеннее его протравливание сразу после уборки с использованием препаратов фунгицидного действия широкого спектра (Максим, КС и т. п.). Обработка ограничит распространение таких заболеваний, как сухая фузариозная гниль, раневая водянистая гниль, антракноз, фомоз, альтернариоз, парша серебристая, черная ножка, ризоктониоз. Предпочтительно использовать способ обработки с дозированием рабочей жидкости, поскольку в этом случае поверхность клубней меньше увлажняется и влажность в насыпи можно быстрее привести в норму.

5.3. Способы хранения картофеля

Существует несколько способов хранения картофеля. Простейший – хранение в буртах (полевой), для организации которого требуются минимальные затраты, в основном на укрывной материал (солому), иногда деревянные доски для вентиляционного канала и вытяжных труб. Процесс хранения в буртах слабо контролируемый и плохо управляемый. Клубни в буртах лежат с осени до весны и часто к весне сильно прорастают, особенно в верхней части, где температура более высокая. При несоблюдении технологии закладки и укрытия буртов, неудовлетворительном фитосанитарном состоянии клубней они сильно поражаются болезнями, что приводит к значительным потерям. Несмотря на дешевизну, буртовой способ из-за его недостатков в настоящее время практически повсеместно заменен стационарным, т. е. картофелехранилищами, в которых применяются два основных способа размещения продукции: хранение насыпью (навалом, в закромах, в секциях) и хранение в контейнерах различной вместимости (рис. 2).

Наиболее эффективными являются картофелехранилища с полностью изолированными секциями, вместимостью от 200 до 500 т и регулируемой системой контроля микроклимата. Секционные хранилища позволяют хранить картофель длительный период, так как имеется возможность автоматически поддерживать микроклимат в отдельно взятой секции в зависимости от целевого назначения и времени реализации картофеля.



a

б

Рис. 2. Способы хранения картофеля:
a – насыпью; *б* – контейнерный

При хранении картофеля насыпью в хранилищах с естественной вентиляцией высота насыпи или штабеля сетчатых мешков не должна превышать 1,5 м. Поскольку циркуляция воздуха происходит самопроизвольно, напор часто бывает недостаточным, чтобы продуть всю массу картофеля. Вследствие этого возникает значительная разница температур в нижнем и верхнем слоях насыпи и картофель отпотеивает. Отмечено, что без активной вентиляции отпотеивание не происходит только в насыпи высотой до 1 м. Лучше всего в условиях естественной вентиляции хранится крупный картофель, поскольку в этом случае межклубневое пространство достаточно велико.

Наиболее эффективным является активное вентилирование, которое позволяет продлить время хранения продукции, значительно быстрее охладить, осушить, отеплить, подать росторегулирующие вещества в продукцию. Эта система может использоваться как при хранении картофеля насыпью, так и в контейнерах и дает возможность поддерживать выровненные условия во всей массе (рис. 3).

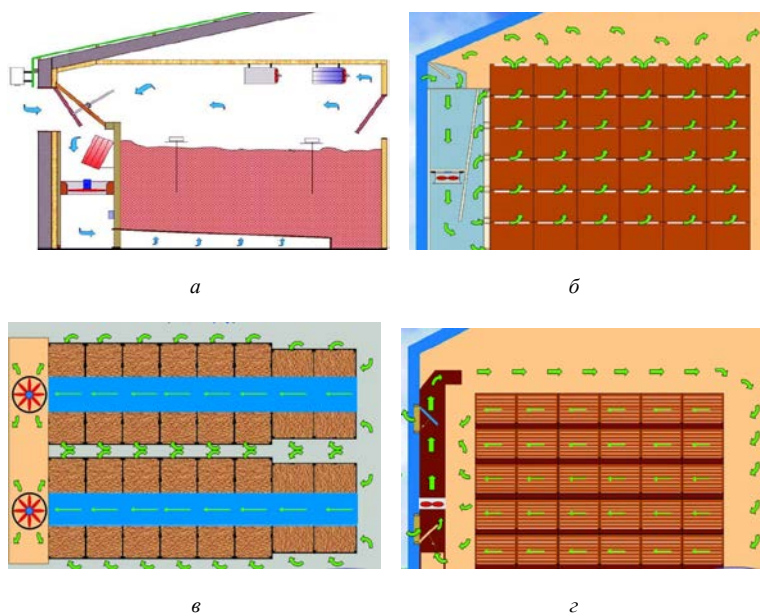


Рис. 3. Системы активной вентиляции картофелехранилищ:
а – напольные каналы (при навалном хранении); *б* – стена давления;
в – система всасывания (вид сверху); *г* – объемное вентилирование

При хранении картофеля насыпью в хранилищах с активной вентиляцией высота насыпи может достигать 4 м. В то же время необходимо учитывать, что слишком низкая высота насыпи (менее 3 м) может снижать эффективность активного вентилирования. При низкой загрузке воздух из магистрального канала не расходится по всему слою картофеля, а продувает лишь ту его часть, которая сосредоточена непосредственно над воздухопроводом. Также при загрузке необходимо обращать внимание на то, чтобы насыпь клубней полностью покрывала вентиляционные каналы. В противном случае большая часть воздуха будет теряться – выходить в месте наименьшего сопротивления, т. е. за пределы насыпи. При заполнении закровов необходимо следить, чтобы высота насыпи была одинаковой, и не допускать каких-либо впадин или выступов. В целом при закладке картофеля на хранение целесообразно руководствоваться фитосанитарным состоянием клубней по наличию клубневых гнилей: чем ниже качество, тем ниже высота насыпи.

В процессе загрузки хранилища проводят просушивание картофеля вентилированием из расчета $100\text{--}150 \text{ м}^3/\text{т} \cdot \text{ч}$. Вентилирование проводят непрерывно наружным воздухом с температурой не ниже $+10 \text{ }^\circ\text{C}$. Продолжительность обсушивания зависит от состояния картофеля: если картофель сухой – вентилируют 1–2 сут, влажный и холодный – 2–3 сут. Вентиляторы необходимо отключать, если поверхность насыпи стала полностью сухой, так как излишнее высушивание приводит к увяданию клубней.

5.4. Режимы хранения картофеля

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

Лечебный период начинается сразу после уборки картофеля и длится в среднем 15–18 дн. В это время в клубнях посредством протекания раневых реакций заживают механические повреждения. Вначале на поверхности поврежденных тканей наблюдается отложение суберина, затем образуется раневая перидерма. Пропитанная фунгистатическими веществами ткань создает не только механический, но и химический заслон для патогенных микроорганизмов.

Наиболее благоприятные условия для протекания лечебного периода: температура воздуха – $18\text{--}20 \text{ }^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха –

90–95 %, свободный доступ кислорода. В этом случае раневые реакции проходят за 7–10 дн. Чем ниже температура во время заживления повреждений, тем дольше протекает сам процесс. При температуре ниже +10 °С раневые реакции практически останавливаются. Не проходят процессы заживления и при повышенной температуре – выше 22–24 °С, поэтому не рекомендуется убирать картофель в жаркую погоду. Снижение влажности воздуха в лечебный период ниже 80 % также недопустимо, поскольку способствует большому испарению влаги из тканей клубней и тормозит заживление повреждений. Недостаток кислорода замедляет суберинизацию раневых тканей.

Лечебный период клубни картофеля могут проходить под навесом, во временных буртах или уже в хранилище, оборудованном установками активного вентилирования. После первоначального просушивания картофель в этот период периодически проветривают. Оптимальные условия складываются при вентиляции 5–6 раз в сутки по 40–50 мин с интервалом 2–3 ч. Удельный расход воздуха при этом также должен составлять 100–150 м³/ч на 1 т картофеля, так как теплоотдача клубней в данный период очень высокая.

За время лечебного периода, кроме заживления повреждений, происходит созревание клубней, утолщается их кожура, снижается концентрация сахаров и увеличивается содержание крахмала, проявляются большие клубни, что дает возможность их выбраковать при переборке. Если же в партии картофеля присутствует значительное количество клубней, пораженных фитофторозом, гнилями и переборка уже не планируется, рекомендуется лечебный период пропустить.

После лечебного периода начинается *период охлаждения*. В это время очень важно, чтобы снижение температуры происходило постепенно. Для здорового, неповрежденного картофеля снижать температуру необходимо по 0,5 °С в сутки в течение 20–30 дн. до температуры основного хранения. Для партий картофеля, в которых было много больших или поврежденных клубней, снижать температуру надо более интенсивно – по 1 °С в сутки. Вентилируют продукцию воздухом с температурой на 2–3 °С ниже температуры в насыпи клубней. При отсутствии возможности искусственного охлаждения используют наружный ночной воздух. Если наружная температура относительно высокая, картофель можно охлаждать поэтапно – сначала до 6–7 °С, а затем ниже. При этом следует избегать значительных колебаний температуры. При отрицательных температурах наружного воздуха вентилируют смесь его с внутренним воздухом хранилища. Вентилирование

проводится по 6–8 ч в сутки, расход воздуха составляет 70–100 м³/час на 1 т продукции. Оптимальные условия для охлаждения клубней создаются тогда, когда внешняя температура воздуха на 2–7 °С ниже температуры в насыпи при относительной влажности 90–95 %.

После охлаждения картофеля до температуры хранения начинается *основной период*, который длится до момента реализации картофеля или подготовки семенных клубней к посадке. Температура и влажность воздуха в этот период должны быть постоянными.

Прорастания клубней не происходит при температуре ниже +2 °С, а в первой половине хранения, когда клубни находятся в состоянии естественного покоя, ниже +4 °С. Однако, в зависимости от целевого назначения партии картофеля, требуются различные температурные режимы. Для хранения семенных и столовых клубней оптимальной является температура 2–4 °С, однако столовый картофель, хранящийся при температуре 4–6 °С, обладает лучшими кулинарными качествами. Оптимальный биохимический состав клубней, предназначенных для переработки на картофелепродукты, складывается при более высоких температурах: для картофеля фри – 6–8 °С; для картофеля на чипсы и сухое пюре – 8–12 °С. Дифференциация температурных режимов хранения различных партий обусловлена процессами превращения углеводов, протекающими в клубнях: синтезом крахмала или гидролизом его до сахаров. Чем ниже температура хранения, тем больше в клубнях накапливается сахаров. При повышении температуры, наоборот, усиливается образование из сахаров крахмала. Избыточное содержание редуцирующих сахаров вызывает потемнение картофелепродуктов при переработке (чипсы, пюре), поэтому для таких партий данный показатель строго ограничивается.

Естественно, хранение клубней при повышенных температурах вызывает опасность их прорастания. Чтобы избежать этого, картофель стараются быстрее переработать, обрабатывают его ингибиторами прорастания или же хранят при пониженной температуре, а перед переработкой несколько недель прогревают при нужной температуре, однако в последнем случае сахаров все равно остается сравнительно больше. В последнее время селекционеры создали несколько сортов чипсового картофеля, которые можно хранить при температуре 4–6 °С без потери качества.

Кроме целевого назначения партии при определении оптимальной температуры хранения картофеля необходимо учитывать его сортовые особенности, степень поврежденности, пораженность клубней болезнями. Однако в любом случае температура в массе продукции не

должна опускаться ниже +1 °С, так как пониженные температуры, кроме накопления сахаров, вызывают физиологические расстройства клубней (потемнение мякоти и др.), а отрицательные – подмораживание и гибель.

В основной период хранения, если температура в насыпи находится в нужном диапазоне, картофель вентилируют 2–3 раза в неделю по 30 мин для смены воздуха межклубневых пространств. Недостаток кислорода и избыток углекислого газа приводят к ухудшению лежкости и качества картофеля. Относительную влажность воздуха поддерживают на уровне 80–85 %. Необходимо отметить, что потери массы клубней за счет испарения будут минимальными при влажности воздуха 90–95 %, однако в этом случае создается серьезная опасность сильного распространения гнилей при наличии источника. Поэтому при повышенной влажности можно хранить абсолютно здоровые, неповрежденные клубни.

Зимой картофель вентилируют рециркуляционным воздухом, а при повышении температуры в насыпи выше нормы – смесью внутреннего и наружного или только наружным воздухом, если его температура находится в пределах 1–2 °С. Если в верхнем слое насыпи наблюдается отпотевание, то необходимо выровнять температуру в хранилище и в насыпи за счет обогрева верхней зоны с помощью обогревателей.

Весенний период. По мере окончания периода естественного покоя клубни картофеля способны прорасти, что может привести к потере как продовольственных, так и технологических или семенных их качеств. Для предупреждения прорастания температуру воздуха в хранилище в этот период снижают до 1–3 °С путем вентиляции в ночные и утренние часы суток, когда температура наружного воздуха находится в пределах 0–1 °С. Чтобы сохранить низкую температуру в хранилище при потеплении наружного воздуха, заезд и выезд транспортных средств производят путем шлюзования, используя тамбуры хранилища, или выгружают с помощью транспортеров при закрытых дверях.

Охлажденный картофель легко травмируется. Поэтому перед его извлечением температуру воздуха необходимо постепенно поднять до 8–10 °С, а еще лучше – до 10–15 °С за счет самсогревания насыпи при уменьшении или прекращении вентиляции. Семенной картофель (непроросший) перед посадкой целесообразно прогреть несколько дней или даже недель при температуре до 15–20 °С для активизации ростовых процессов. Очень важно температуру насыпи поднимать постепенно во избежание отпотевания клубней.

Контроль показателей температуры и влажности в хранилище необходимо проводить в лечебный период и при охлаждении ежедневно, в основной период хранения 1 раз в 2 сут, затем 2 раза в неделю. В современных хранилищах автоматизированные системы контроля позволяют следить за режимом практически постоянно. Замеры показателей проводят в трех разных местах. Колебания температуры в хранилище должны быть не более ± 1 °С, относительной влажности – 10 %. На каждые 50 т картофеля закладывают термометры в слое 30–50 см от поверхности. Расстояние между ними должно составлять не более 9 м, а расстояние от стен – 2 м. Обязательно нужно установить термометры в магистральных вентиляционных каналах на расстоянии 1 м за вентилятором, а также измерять температуру наружного воздуха.

Для контроля состояния картофеля в насыпи по ней укладывают доски для прохода. При возникновении очагов гнили отобрать заболевшие клубни можно лишь в верхнем слое насыпи. Переборка картофеля при низкой температуре во время хранения малоэффективна. Охлажденные клубни при ворошении легко травмируются, что лишь увеличивает уровень потерь. В то же время низкая температура исключает залечивание полученных повреждений.

5.5. Особенности хранения отдельных видов сочной продукции

Хранение столовых корнеплодов. Режим их хранения подразделяется на такие же периоды, как и у картофеля. В основной период хранения (6–7 мес и более) для корнеплодов поддерживают температуру 0–1 °С (для маточников – 1–2 °С) и относительную влажность воздуха 90–95 %. Подмораживание и увядание корнеплодов недопустимо.

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

Свекла относится к группе грубых корнеплодов, поэтому успешно сохраняется в закромах и сплошным навалом (высотой до 3 м), а также в буртах и траншеях. Лучше всего хранятся корнеплоды крупные и средних размеров.

Морковь представляет группу нежных корнеплодов и, чтобы исключить повышенные потери в массе и качестве, ее следует хранить в

таре с полиэтиленовыми вкладышами, в незавязанных полиэтиленовых мешках, в мелких траншеях с переслойкой песком. Известен способ хранения моркови в защитном слое глины.

Хранение капусты. 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 тепловыделением, поэтому ее быстро охлаждают в хранилище или в специальных траншеях. Для длительного хранения выбирают неповрежденные, плотные головки капусты позднеспелых сортов.

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

Хранение лука и чеснока. Режим хранения лука репчатого дифференцируют на подготовительный период (просушивание и прогревание), охлаждение, основной и весенний. Лук сушат на солнце или вентилируют его теплым воздухом (25–35 °С). После этого луковицы прогревают 12–24 ч при температуре 42–45 °С против нематоды, возбудителя шейковой гнили и других заболеваний. После прогревания лук быстро охлаждают.

При холодном способе лук хранят в основной период при температуре $-1 \dots -3$ °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). Более экономичным является комбинированный способ хранения. Лучше хранится лук острых и полуострых сортов.

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 теплым или холодным 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 мес. При хранении чеснока в полиэтиленовых пакетах общие потери в 3 раза меньше, чем при хранении в открытых ящиках.

Хранение плодовых и листовых овощей. Томаты в зависимости от степени зрелости хранят разные сроки. Спелые (красные) плоды при температуре 1–2 °С сохраняются 1 мес, розовые и бурые при температуре 4–5 °С – до 2 мес. 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 мес 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 регулируемой газовой среде (РГС) сроки хранения увеличиваются до 1–1,5 мес.

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.

Зеленые овощи (салат, укроп, петрушка, лук-перо и др.) – 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 модифицированная газовая среда (МГС), срок хранения зеленых овощей увеличивается до 1–2 мес.

Хранение плодов и ягод. Яблоки после съема немедленно охла-

ждают до оптимальной температуры хранения – 0–2 °С. Относительная влажность воздуха при хранении составляет 90–95 %. Плоды летних сортов хранятся всего 1 мес, осенних – 2–3 мес, зимних – 5–10 мес (в зависимости от лежкости). Груши зимних сортов дозревают во время хранения в течение нескольких месяцев. Лучше всего спелые плоды хранятся при оптимальной температуре 0–1 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %, недозревшие плоды – при температуре 2–4 °С.

Хорошие результаты дает хранение яблок в РГС.

Косточковые плоды сохраняются недолго. Сливы, персики, абрикосы, убранные в период съемной зрелости, при хранении достигают потребительской зрелости и хранятся от 1 до 2 мес при температуре 0–0,5 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %. Черешня и вишня, достигающие полной зрелости на дереве, хранятся 2–3 нед 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.

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

Ягоды смородины и крыжовника хранятся около 1 мес, малины и земляники при оптимальных условиях – лишь несколько суток. Оптимальная температура хранения ягод составляет 0 °С, относительная влажность воздуха – 90–95 %. Хранят их в лотках с небольшим слоем укладки – 5–10 см. Применение РГС значительно увеличивает сроки хранения ягод.

Лекция 6. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

- 6.1. Хранение льносолумы и льнотресты.
- 6.2. Химический состав корнеплодов сахарной свеклы.
- 6.3. Процессы, происходящие в корнеплодах сахарной свеклы при хранении.
- 6.4. Способы хранения сахарной свеклы.

6.1. Хранение льносолемы и льнотресты

При необходимости хранения соломы и тресты (если их сразу не перерабатывают) их влажность не должна превышать 19 %. Если влажность сырья выше, его следует подсушить в естественных условиях в поле или в сушилках.

Наиболее эффективным местом хранения льносырья являются навесы (шохи). Снопы или рулоны укладывают в штабеля на настил из жердей комлями наружу с наклоном вниз. Вокруг шохи прокапывают канаву для стока воды.

При отсутствии крытых навесов сырье можно хранить в скирдах. Однако при таком способе хранения качество сырья, как правило, снижается. Оптимальные размеры скирд следующие: ширина – 6–7 м, длина – 12–17 и высота – 6–7 м. В такой скирде помещается около 30 т сырья. При укладке снопов скирда до середины высоты расширяется, а затем переходит в двухскатную крышу.

Скирда закладывается на подготовленной ровной площадке на настиле из жердей. Сырье с повышенной влажностью укладывают рыхло и устраивают сквозные воздушные отдушины из жердей, связанных в виде треугольной трубы.

Сток формируется в форме конуса объемом на 12–15 т с диаметром у основания 6–7 и высотой 8 м. Сырье укладывается сначала рядами по окружности, комлями наружу с наклоном книзу, затем наоборот. Середину выкладывают выше краев. Верх должен иметь форму острого конуса.

Ориентировочная масса 1 м³ льнотресты вскоре после укладки в скирду равна 60, льносолемы – 80 кг. При длительном хранении масса 1 м³ тресты достигает 100, соломы – 130–140 кг.

6.2. Химический состав корнеплодов сахарной свеклы

Химический состав корнеплодов зависит от сорта свеклы, условий выращивания, способа уборки, условий хранения. Содержание сухих веществ в корнеплоде сахарной свеклы колеблется в пределах 20–25 %. Главной составной частью сухих веществ является сахароза (C₁₂H₂₂O₁₁). Она составляет 66–72 % от массы сухих веществ, или 15–20 % от массы корнеплода. Практически вся сахароза и некоторая часть несахаров растворены в свекловичном соке. В различных частях корнеплода содержится неодинаковое количество сахара. В верти-

кальном направлении максимальное содержание сахара отмечено в средней части корнеплода. В горизонтальном направлении наименьшее количество сахара находится в центре корня и частях, прилегающих к покровным тканям (рис. 4).

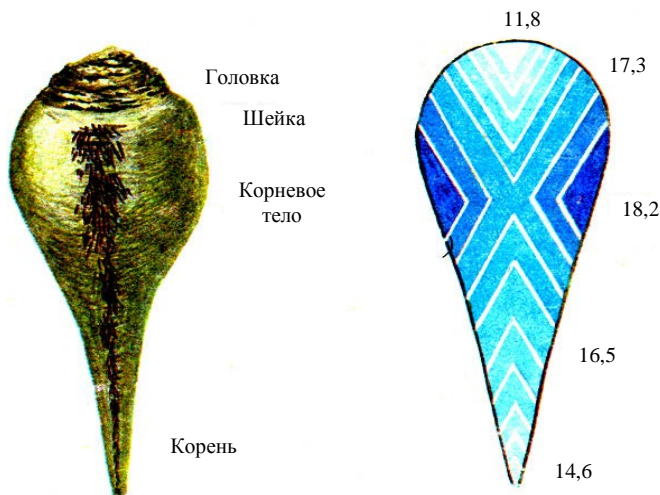


Рис. 4. Содержание сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы, %

Несахара представлены растворимыми (2,5 %) и нерастворимыми (5 %) веществами. Растворимые несахара включают азотистые органические вещества (1,5 %): белки, аминокислоты, амиды и соли аммония; безазотистые органические вещества (0,7–0,9 %): инвертный сахар, органические кислоты, сапонин, жир и липиды, раффинозу и др.; минеральные вещества (0,5 %): K_2O , MgO , CaO , Na_2O , фосфаты, сульфаты, силикаты, хлориды и др.

Повышенное содержание в соке фруктозы и глюкозы (инвертный сахар) затрудняет кристаллизацию сахарозы и обуславливает ее потери с патокой.

Нерастворимые вещества образуют мякоть свеклы и представлены целлюлозой, гемицеллюлозой, протеином, белком, лигнином, золой и сапонином. При переработке корнеплодов нерастворимую обессахаренную свекловичную массу в виде жома используют на корм скоту.

Растворимые несахара при очистке диффузионного сока и на последующих операциях удаляются только частично. Они затрудняют

проведение технологических процессов и способствуют увеличению потерь сахарозы с мелассой.

В последние годы в связи с увеличением количества вносимых в почву минеральных удобрений, механизацией производства без ручной доочистки корнеплодов химический состав и технологические качества сахарной свеклы ухудшились. В свекловичном соке увеличилось количество редуцирующих и растворимых азотистых веществ, зольных элементов, снизилась концентрация калия, натрия и фосфора, уменьшилась чистота сока. В результате натуральная щелочность сока, равная примерно 0,02–0,025 % СаО, в некоторых районах стала достигать отрицательных значений.

Корнеплоды должны быть правильной грушевидной формы с гладкой поверхностью, без разветвлений. Мякоть корнеплода должна быть белая, структура мякоти – однородная. Масса корнеплода – 0,6–1 кг. Сок хороших корнеплодов обычно имеет плотность 1,06–1,07. Очень богатые сахаром корнеплоды дают сок плотностью 1,07–1,08, что обеспечивает 14%-ный выход белого сахара.

Самый важный показатель качества сахарной свеклы – базисная сахаристость. Ее определяют как среднее арифметическое при приеме за предыдущие пять лет по данному сахарозаводу. Качество клеточного сока сахарной свеклы характеризуется доброкачественностью. Под доброкачественностью сока понимают содержание в соке сахарозы, отнесенное к общему содержанию сухих веществ, выраженное в процентах. Доброкачественность должна быть в пределах 80–90 %. Чем больше сахара содержится в соке, тем ниже его доброкачественность.

6.3. Процессы, происходящие в корнеплодах сахарной свеклы при хранении

При хранении в корнеплодах сахарной свеклы проходят сложные физиологические и биохимические процессы. Для поддержания жизнедеятельности расходуется сахароза. При хранении происходят процессы гидролитического распада и наблюдаются естественные изменения в химическом составе корнеплодов. Увеличивается содержание трисахаридов (раффиноза, кестоза). В результате гидролиза белков в свекловичном соке появляются пептиды и аминокислоты. Происходит дезаминирование аминокислот и амидов с образованием аммонийных солей. В небольших количествах в раствор переходят пектиновые вещества и гемицеллюлозы. Общее содержание минеральных

веществ в корнеплодах при хранении почти не изменяется, но доля растворимой золы в соке увеличивается. Все это приводит к ухудшению технологических качеств свеклы, снижению содержания сахарозы и накоплению несахаров.

Гидролитический распад сахарозы в корнеплодах свеклы при хранении обусловлен необходимостью расходования образующихся при гидролизе моносахаридов при дыхании и прорастании. Если дыхание является обязательным физиологическим процессом, то прорастание можно исключить или резко ограничить.

Дыхание. 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 влияют 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.

Увядание. При хранении корнеплодов в кагатах без укрытия особенно в теплое время года происходят значительные потери влаги. Из-за высокого водного дефицита нарушается стабильное состояние ферментов в корнеплодах и активизируется их деятельность, что вызывает усиление дыхания и увеличивает потери сахаров.

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.

Прорастание. Особенно склонны к прорастанию корнеплоды, убранные комбайнами без доочистки. В верхней части кагата корнеплоды прорастают в два раза быстрее. Интенсивнее прорастают корнеплоды в неventилируемых 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.

Суберинизация – это способность корнеплодов образовывать на месте механических повреждений новую ткань – раневую перидерму, препятствующую проникновению в корнеплод инфекции. Интенсивность образования перидермы зависит от характера повреждения корнеплодов, их физического состояния, сорта, температурно-влажностного режима. На подвяленных корнеплодах раневая перидерма образуется значительно медленнее. Активное вентилирование кагатов способствует ускорению образования раневой перидермы.

Подмораживание. Подмороженные корнеплоды не пригодны для длительного хранения, так как при оттаивании они быстро загнивают, их трудно перерабатывать. Наиболее часто подмораживаются выкопанные корнеплоды, оставшиеся на поле без укрытия.

Развитие микроорганизмов. 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. Загнивание корнеплодов в кагатах является одной из главных причин потери массы и снижения выхода сахара.

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.

6.4. Способы хранения сахарной свеклы

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. Их устраивают возле дорог на ровных с небольшим уклоном участках. Примерные размеры полевых кагатов следующие: ширина основания – 6 м, высота – 1,5–1,75, ширина верхней площадки – 2,5–3, длина – не менее 10 м. Боковые стороны кагатов при необходимости можно укрывать землей, верхнюю площадку – соломой или синтетическими материалами.

Корнеплоды, поступившие на приемные пункты сахарных заводов, хранят в крупных кагатах (рис. 5). Свекла в крупных кагатах укладывается с помощью мобильных свеклоукладчиков. В поступающей с полей свекле кроме земли содержится много травы, ботвы и свекловичного боя. Свеклоукладчики с установленными на них серийными очистителями отделяют до 15 % примесей, остальные примеси попадают в кагат и заполняют межкорнеплодное пространство, препятствуя свободному прохождению воздуха.



a



б

Рис. 5. Хранение корнеплодов сахарной свеклы:
a – в полевых условиях; *б* – на кагатных площадках сахарных заводов

Для длительного хранения свеклу укладывают в кагаты с примерными размерами: высота – 4–6 м, ширина основания – 18–25, ширина верхней площадки – 6–8 м. Свеклу кратковременного срока хранения укладывают в кагаты меньших размеров: ширина у основания – 12–16, высота – 2–3 м. При укладке свеклы с общей загрязненностью более 15 % размеры кагатов уменьшают на 10–20 %. Чем больше загрязненность, тем меньше размеры формируемых кагатов.

Перед укладкой свеклы подкагатные земляные площадки выравнивают, поливают водой и для дезинфекции обрабатывают известковым молоком плотностью 1,03–1,05 г/см³ с нормой расхода 5 л/м² или обрабатывают известью-пушонкой из расчета 200 г/м².

На вновь строящихся сахарных заводах возводят механизированные склады и сплавные площадки. По сравнению с кагатными полями механизированные склады занимают площадь в 3 раза меньше, позволяют повысить производительность труда и на 20–30 % снизить потери.

Для уменьшения интенсивности прорастания корнеплодов свеклу перед укладкой обрабатывают 1%-ным водным раствором гидрозида малеиновой кислоты в количестве 3–4 л/т.

Чтобы приостановить развитие микробиологических процессов при хранении и затормозить прорастание корнеплодов, имеющих механические повреждения, рекомендуется опрыскивать их растворами фенольных соединений – пирокатехина и гидрохинона. Применяют их в виде 0,3%-ного раствора из расчета 3–4 л на 1 т свеклы.

Поверхность сформированных кагатов обрабатывают известковым молоком плотностью 1,03–1,05 г/см³ для образования устойчивого белого покрова, что способствует отражению солнечных лучей и снижению интенсивности увядания корнеплодов.

Для предотвращения увядания и подмораживания корнеплодов свеклы кагаты могут укрываться полиэтиленовой пленкой, соломенными матами, другим теплоизоляционным материалом. Оптимальная температура в кагатах должна находиться в пределах 1–3 °С. Температуру регулируют проветриванием кагатов ночью, активным вентилированием или укрытием теплоизоляционным материалом.

Для регулирования температуры и влажности кагатов важно менять активное вентилирование, так как в больших кагатах затруднена циркуляция воздуха. Активное вентилирование позволяет уменьшить общие потери массы свеклы в 2,5 раза, потери сахара – в 2 раза по сравнению с невентилируемыми кагатами.

Для активного вентилирования на кагатном поле укладывают воздуховоды, углубляя их в землю или размещая по ее поверхности. Активное вентилирование проводят главным образом в теплый осенний период, преимущественно ночью. При температуре наружного воздуха ниже 0 °С вентилирование прекращают, так как это вызовет подмерзание свеклы на входе воздуха в кагат.

Для предупреждения подвяливания корнеплодов сахарной свеклы при активном вентилировании рекомендуется увлажнять воздух, подаваемый вентиляторами в кагаты. Этим достигается более интенсивное снижение температуры в кагатах и поддержание оптимальной (90–95 %) влажности воздуха.

Для регулирования влажности воздуха могут применять орошение боковых поверхностей кагатов водой.

Сахарная свекла при хранении чувствительна к неблагоприятным погодным условиям: резкому изменению температуры окружающего воздуха, сильным ветрам, обильным осадкам и солнечной радиации.

Загрязненность свеклы землей и растительными остатками резко ухудшает условия хранения. 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.

Для длительного хранения свеклу укладывают лишь после 1 октября; раньше этого срока температура воздуха еще слишком высока и уложенная теплая свекла энергично дышит и плохо сохраняется, поэтому необходимо принимать меры к охлаждению корнеплодов по ночам.

При появлении отдельных очагов самосогревания загнившие корнеплоды немедленно выбирают из кагата и образовавшуюся яму заполняют здоровыми, обработанными известью-пушонкой. Необходимо следить за тем, чтобы температура в кагатах не опускалась ниже 0 °С. Если она понизилась до минусовой температуры, то кагаты дополнительно накрывают матами.

Для определения состояния свеклы в кагатах и очередности сдачи ее в переработку необходимо периодически выполнять химико-фитопатологическое обследование кагатов. Первое обследование осуществляют с 1 по 10 ноября, второе – в период инвентаризации свеклы на 1 января и третье – с 20 февраля по 1 марта, если к этому времени

остаток свеклы в кагатах превышает 15-дневную производительность сахарного завода. При затруднительном хранении свеклы следует проводить внеочередные обслуживания каждого кагата.

Если свекла в кагате частично подмерзла, то необходимо или весь кагат немедленно направлять в переработку, или выбрать подмороженную свеклу, чтобы переработать ее, или заморозить окончательно и хранить отдельно в замороженном состоянии. Но ни в коем случае нельзя оставлять подмороженную свеклу вместе со свежей, так как в подмороженной свекле при таянии начнется бурное развитие гнилостных микроорганизмов, которое передастся и здоровым корнеплодам, и весь кагат погибнет.

Тщательно наблюдая за состоянием свеклы в кагатах, назначают и очередность ее переработки: в первую очередь на переработку идет менее надежная свекла, которая может легко испортиться; на длительное хранение оставляют лишь самую здоровую свеклу.

Лекция 7. ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

- 7.1. Значение, общая характеристика и классификация муки.
- 7.2. Технология производства муки.
- 7.3. Ассортимент и показатели качества круп.
- 7.4. Общая технологическая схема производства круп.
- 7.5. Характеристика сырья для производства хлебобулочных изделий.
- 7.6. Основы технологии производства хлеба.

7.1. Значение, общая характеристика и классификация муки

Мука представляет собой порошкообразный продукт различного гранулометрического состава, получаемый путем избирательного измельчения зерна различных сельскохозяйственных культур. В настоящее время в Беларуси для производства муки наиболее широко используется зерно пшеницы, ржи, тритикале, ячменя, овса.

Мука является основным сырьем для хлебопекарной и макаронной промышленности. Кроме того, ее используют для производства бараночных, сухарных, кондитерских изделий и пищевых концентратов. Для хлебопечения, производства макаронных, кондитерских изделий используют в основном пшеничную муку, составляющей $\frac{3}{4}$ объемов продукции мукомольной промышленности. В меньшей степени ис-

пользуют ржаную муку и тритикалевую. Для нужд кулинарии, пищевой, текстильной и других отраслей промышленности в меньших количествах вырабатывают муку из ячменя, кукурузы, тритикале, овса, гречихи, гороха, сои. Из зерна риса, овса, гречихи получают муку, которую используют для производства продуктов детского и диетического питания. Наконец, зерно ячменя, овса, тритикале, зернобобовых, кукурузы в основном, а зерно других культур в меньшей степени, используют в комбикормовой промышленности.

Классификация муки предусматривает ее деление на виды, типы и сорта.

Вид муки получил название, идентичное культуре (пшеничная, ржаная, соевая и т. д.).

Тип муки устанавливается в пределах вида и характеризует технологические достоинства муки и ее дальнейшее целевое назначение. Например, мука гречневая выпускается 2 типов – диетическая и блинная, а ржаная только одного – хлебопекарная.

Сорт муки определяется количественным соотношением содержащихся в ней анатомических частей зерна и выходом муки, что влияет на цвет, зольность и химический состав. В пределах одного вида и типа может быть несколько сортов муки.

Наиболее целесообразно рассмотреть классификацию на примере пшеничной муки, составляющей около $\frac{3}{4}$ всей продукции мукомольной промышленности. Основную часть из общего количества пшеничной муки занимает хлебопекарная. Значительно меньше выпускается муки для макаронной промышленности из зерна твердой или сильной мягкой пшеницы.

Хлебопекарная пшеничная мука выпускается пяти сортов: крупчатка, высший, 1-й, 2-й и обойная. Сорта отличаются цветом, размером частиц (консистенцией), химическим составом, потребительскими достоинствами или свойствами.

Крупчатку вырабатывают при так называемом крупчатом высоко-сортном помоле (макаронном). Для нее характерны относительно крупные однородные по размеру частицы эндосперма (0,3–0,4 мм) высоко-стекловидной пшеницы. Цвет муки кремово-желтый или кремовый. Крупчатка вырабатывается из мягкой пшеницы со стекловидностью не менее 40 % с добавлением твердой пшеницы в количестве 15–20 % или только из зерна мягкой пшеницы со стекловидностью не менее 60 %.

Мука высшего сорта состоит из тонкоизмельченных частиц центральной части эндосперма размером 0,1–0,2 мм. Она имеет мягкую консистенцию, белый цвет.

Мука 1-го сорта состоит из тонкоизмельченных частиц эндосперма и небольшого количества (3–4 % от массы муки) измельченных оболочечных частиц. Поэтому она несколько темнее муки высшего сорта, обычно белого цвета с желтоватым или сероватым оттенком.

Мука 2-го сорта состоит из измельченных частиц эндосперма со значительной примесью (8–10 % от массы муки) оболочечных частиц. Цвет заметно темнее муки 1-го сорта, обычно белый с желто-серым оттенком.

Обойную муку получают без отсева отрубей или отсеивают 1 % отрубей, и она имеет неоднородные по качеству и размеру частицы эндосперма и оболочек. Цвет бело-коричневый.

Мука высшего сорта и 1-го сорта содержит меньше белков по сравнению с обойной и мукой 2-го сорта, но усвояемость ее значительно выше. Зато мука обойная и 2-го сорта обладает более высокой биологической ценностью, так как содержит больше витаминов группы В, минеральных веществ, каротина и клетчатки.

В зависимости от количества получаемых сортов муки помолы пшеницы бывают разных типов: трехсортными (суммарный выход муки 78 %), двухсортными (выход муки 70 или 78 %) и односортными (выход муки 72, 85 или 96 %).

В каждом помоле установлен стандартный выход муки по сортам. Например, один из вариантов трехсортного помола мягкой пшеницы: мука высшего сорта – 10 %, мука 1-го сорта – 45 %, 2-го сорта – 23 % или крупчатка – 10 %, 1-й сорт – 35 %, 2-й сорт – 33 %. Варианты двухсортного помола: мука высшего сорта – 40 %, 2-го сорта – 38 % или крупчатка – 10 %, 1-го сорта – 60 %. Вариант односортного помола: 1-й сорт – 72 % или 2-й сорт – 85 %, или обойная – 96 %. Таким образом, правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах установлены базисные нормы выхода муки, побочных продуктов (отруби) и отходов.

Макаронную муку выпускают трех сортов: высший сорт (крупка), 1-й сорт (полукрупка), 2-й сорт. Она состоит из довольно крупных и однородных частиц эндосперма твердой или высокостекловидной мягкой пшеницы (общая стекловидность не менее 60 %). Такая мука имеет кремовый цвет и крупитчатую структуру. Муку этого типа получают специальным макаронным трехсортным помолом при суммарном

выходе муки 78 %. Например, один из вариантов такого помола: высший сорт (крупка – 25 %, 1-й сорт (полукрупка) – 30 %, 2-й сорт – 23 %).

Мука высшего сорта (крупка) состоит из частиц внутренних слоев эндосперма зерна твердой пшеницы размером 0,3–0,4 мм кремового цвета с желтым оттенком.

Мука 1-го сорта (полукрупка) состоит из частиц периферийного эндосперма с небольшим количеством оболочечных частиц, цвет светло-кремовый.

Мука 2-го сорта более тонкого помола кремового цвета с желтоватым оттенком. Ее используют в качестве добавки к хлебопекарной муке.

По химическому составу мука близка к химическому составу зерна, из которого она выработана. Поэтому мука любого вида и сорта содержит в своем составе углеводы (крахмал, сахара, клетчатка), азотистые вещества (белки), жиры, витамины, зольные вещества, воду. Содержание отдельных химических веществ определяется сортом муки.

Надо отметить, что из муки из твердой пшеницы получают тесто, обладающее упруго-пластическими свойствами. Что обеспечивает получение макаронных изделий стекловидной консистенции янтарного цвета, неклеящих в сваренном состоянии. Несмотря на высокое содержание в муке белка (15–16 %), мука обладает невысокой водопоглотительной способностью, так как состоит из крупных однородных частиц эндосперма.

Макаронная мука из мягкой пшеницы (крупчатка) обычно белая с кремовым оттенком. Макароны из такой муки получаются белого цвета, менее прозрачные, в процессе варки дают более мутный отвар, а сваренные макароны получаются более клейкими. Поэтому такую муку целесообразнее использовать в хлебопечении, например при приготовлении сдобного теста или высококачественных кулинарных изделий.

А для получения качественных макаронных изделий нужно использовать муку высшего и 1-го сортов, полученную из зерна твердой пшеницы.

В мукомольной промышленности Республики Беларусь на втором месте по объему производства стоит ржаная мука. Вырабатывается она одного типа – хлебопекарная и 3 сортов – сеяная, обдирная и обойная. Сеяную и обдирную муку вырабатывают при сортовых помолах, а обойную – при разовых.

Сеяная мука – наиболее высокий по качеству сорт ржаной муки. Она состоит из тонкоизмельченного эндосперма (0,2 мм) с небольшой

примесью оболочечных частиц (4 % от массы муки). Это белая мука с сероватым оттенком. Получают ее при односортном (63 % выход) и двухсортном (15 % сеяной и 65 % обдирной) помолах.

Обдирная мука состоит из частиц эндосперма и примерно 10 % периферийных частей зерна. Она крупнее сеяной, темнее по цвету (серовато-белый цвет). Выход ее при односортном помоле 87 %, а при двухсортном – 65 %. В этом случае получают еще 15 % сеяной муки.

Обойную муку вырабатывают при обойном помоле путем измельчения всех частей зерна. Она имеет серый цвет с заметными частицами оболочек. Получается при односортном 95%-ном помоле.

Вырабатывается также ржано-пшеничная обойная мука (60 % ржи + 40 % пшеницы) с выходом 95 % и пшенично-ржаная (70 % пшеницы + 30 % ржи) с выходом 96 %.

7.2. Технология производства муки

Для получения муки применяют различные виды и типы помолов. *Помолом* принято называть совокупность связанных между собой в определенной последовательности технологических операций по переработке зерна в муку. Другими словами, помол – это способ получения муки.

Помолы бывают разовые и повторительные (рис. 6). При разовом помоле муку получают путем однократного пропуска зерна через измельчающие механизмы. Так получают обойную муку. При повторительных помолах измельчение зерна и производство муки достигается его неоднократным пропуском через измельчающие машины. При этом получают более качественную сортовую муку. Повторительными или сортовыми помолами перерабатывают в основном зерно пшеницы.

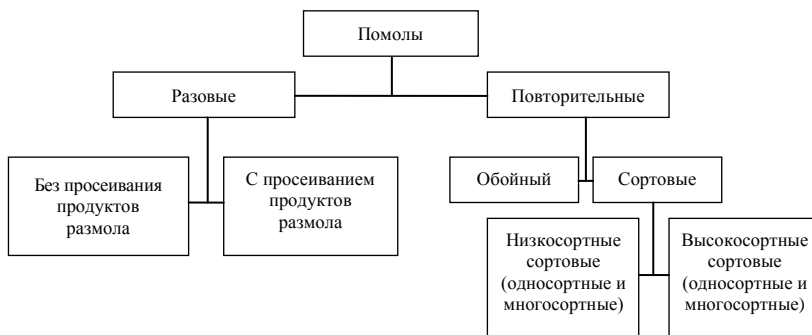


Рис. 6. Виды помолов

Технологический процесс производства сортовой муки представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных операций, которые осуществляются на специализированном оборудовании (рис. 7) в несколько этапов.

1 этап – очистка зерна от примесей. Очистка зерна осуществляется в подготовительном отделении завода и включает очистку от сорных, зерновых и металломагнитных примесей, очистку поверхности зерна, его увлажнение и отволаживание. Очистка осуществляется на сепараторах (рабочие органы – сита, пневмообработка, магниты) и триерах (ячеистая поверхность). После сепарирования проводится очистка поверхности зерна от минеральной пыли и микроорганизмов. Для этого применяют обочные машины с абразивной поверхностью, щеточные (сухой способ очистки) и моечные машины (мокрый способ очистки). В обочной машине в результате удара зерновки об абразивную поверхность и трения происходит разрушение поверхностного слоя зерна. Благодаря многократному механическому воздействию на зерно с его поверхности стирается минеральная пыль, загрязнения, а также частицы плодовых оболочек. Но полностью удалить пыль, особенно органического происхождения, такой обработкой нельзя. Для этого используют щеточные машины.



Рис. 7. Оборудование современной мельницы

Далее зерно подвергается гидротермической обработке (кондиционированию) – его увлажняют в моечных машинах до влажности 15–18 % и отволаживают (выдерживают) несколько часов (холодное кондиционирование). Кондиционирование может также производиться горячим и скоростным способом с пропариванием увлажненного зерна (в последнем случае под давлением), что сокращает время ГТО. Увлажнение и отволаживание улучшает физические и биохимические свойства зерна. Оболочки становятся более эластичными и легче отделяются от эндосперма.

II этап технологического процесса включает размол зерна. Зерно из подготовительного отделения завода попадет в размольное, где сразу обрабатывается на вальцовых станках. Рабочими органами вальцового станка являются два цилиндрических рифленых вальца, вращающихся с различными скоростями навстречу друг другу. Зерно или его части, попав в зону измельчения, подвергается одновременно деформации сжатия вследствие постепенно уменьшающегося расстояния между поверхностями вальцов и сдвига в результате разности их скоростей. Такой характер воздействия рабочих органов вальцового станка на измельчаемое зерно обеспечивает в начале процесса разворачивание и раскалывание зерна на крупки, а в последующем – отделение эндосперма от оболочек и измельчение его крупных частиц в более мелкие фракции.

Процесс, при котором зерно постепенно разворачивается и из него выкрашиваются крупки, состоящие из эндосперма с оболочками, а эндосперм частично измельчается до состояния муки, называют *дранным*. В этом процессе участвуют 4–6 систем вальцовых станков (I дражная система, II дражная система и т. д.). Чем больше номер системы, тем меньше (мельче) нарезка рифлей у вальцов и тем меньше расстояние между вальцами.

При размоле получают следующие продукты: муку, крупки (мелкую, среднюю и крупную) и дунсты (среднее между мукой и мелкой крупкой). Для того чтобы в полученных продуктах частицы разделить по крупности их пневмотранспортером направляют на просеивание в отсеивы, где продукты группируют в отдельные потоки и в дальнейшем крупки домалывают на вальцовых станках, получая муку различного качества.

Для сортировки крупок по качеству применяются ситовые машины, после которых наиболее добротные крупки, содержащие эндосперм, направляются на домалывание в вальцовые станки.

Товарный продукт, именуемый манной крупой, представляет собой часть средних крупок после II дражной системы. Эти крупки после си-

товеечных машин не домалывают, а направляют в склад готовой продукции. Вся мука, полученная с рабочих рассевов, поступает на контрольные рассевы (для предупреждения попадания посторонних предметов, неразмолотого зерна, оболочечных частиц). После контрольных рассевов муку направляют в склад готовой продукции.

7.3. Ассортимент и показатели качества круп

Крупа является вторым по значимости после муки продуктом питания. Крупу так же, как и муку, человек с незапамятных времен использует в пищу. Это обусловлено высокой питательностью и хорошей усвояемостью белков и углеводов зерна. Предпочтительнее крупы из гречихи, риса, овса и бобовых, поскольку их белки обладают повышенной биологической ценностью. При учете пищевой ценности крупы, как продукта повседневного потребления, принимается во внимание не только общее количество в ней белка, но и его качественный состав, т. е. содержание незаменимых аминокислот. По содержанию метионина, треонина и лизина первое место занимает крупа из гречихи, затем из риса, ячменя, проса и кукурузы. Все крупы богаты крахмалом. Наибольшее содержание углеводов отмечается у следующих видов круп: рисовой, кукурузной, перловой, манной, гречневой (прода).

Крупа широко используется в домашнем хозяйстве и общественном питании для приготовления каш, супов и других кулинарных изделий, имеет большое значение в детском и диетическом питании и служит сырьем для производства пищевых концентратов и некоторых видов консервов. Особенно необходимы крупы в рационе питания детей. Физиологические нормы питания человека предусматривают включение в рацион питания 24–35 г различных круп ежедневно. Крупа пригодна для длительного хранения в обычных неохлажденных складах и для перевозки на дальние расстояния.

Ассортимент крупы весьма разнообразен, что объясняется использованием для их производства многих зерновых культур и применением различных способов механической и гидротермической обработки.

По виду крупы различают в зависимости от культуры, из зерна которой они получены (гречневая, рисовая, овсяная, ячневая, кукурузная, пшеничная и др.).

В зависимости от изменений продукта в процессе обработки крупа может состоять только из эндосперма зерна или содержать зародыш, алейроновый слой, семенные и плодовые оболочки. Крупа может быть цельной, дробленой и плющеной. Цельная крупа бывает нешлифован-

ной, шлифованной и полированной; дробленая – нешлифованной и шлифованной.

Крупа той или иной разновидности может подразделяться на более мелкие классификационные группы: сорта (по чистоте), номера (по размеру частиц), марки (в зависимости от типа зерна).

В настоящее время на крупозаводах перерабатывают зерно восьми-десяти крупяных культур. Три культуры – гречиху, просо и рис – называют собственно крупяными культурами, так как они используются в основном для производства крупы. Кроме того, крупу вырабатывают из зерна ячменя, овса, пшеницы, гороха, кукурузы.

На крупозаводах более широко вырабатываются нижеперечисленные виды и сорта крупы (таблица).

Ассортимент круп

Культура	Вид крупы
Гречиха	Ядрица первого и второго сортов, продел
Овес	Овсяная недробленая первого и второго сортов, овсяная дробленая, толокно, хлопья «Геркулес»
Ячмень	Перловая пяти номеров, ячневая трех номеров, ячменная плоская
Горох	Горох целый и горох колотый первого и второго сортов, горох полированный
Пшеница	Манная, «Полтавская», «Артек»
Просо	Пшено шлифованное первого, второго и третьего сортов
Кукуруза	Крупа шлифованная пятиномерная, крупа крупная для хлопьев, крупа мелкая для палочек, воздушная кукуруза
Рис	Крупа шлифованная и полированная высшего, первого, второго и третьего сортов. Крупа дробленая, рисовые хлопья, рис воздушный

Крупы повышенной пищевой ценности представляют собой быстроразваривающиеся прессованные изделия. Для обогащения круп применяют обезжиренное сухое молоко, яичные продукты, бобовые продукты, витамины, минеральные и ароматические вещества. Крупы повышенной пищевой ценности применяются также в детском и диетическом питании.

Качество крупы и способы его определения нормируются стандартами. К обязательным показателям при оценке качества круп относятся сенсорные показатели: цвет, запах, вкус. Эти органолептические показатели характеризуют свежесть крупы. Она должна иметь нормальный запах, свойственный данному виду крупы, без затхлости, плесени и др. Вкус должен соответствовать вкусу нормальной крупы данного вида. Цвет крупы зависит от природных особенностей зерна перерабатываемой культуры. Поэтому в стандарте требования к цвету

установлены в зависимости от вида крупы. Она должна быть однородной по окраске, свойственной данному виду.

Не допускается присутствие в крупе вредителей. Влажность разных круп нормируется в пределах 12,0–15,5 %. Строго нормируется наличие в крупе количества минеральной, органической и металломагнитной примесей.

Доброкачество ядра определяется минимальным содержанием желтых и битых ядер основной культуры, из которой получена крупа. В зависимости от доброкачества ядра крупу подразделяют на сорта.

Размер и состояние поверхности крупинок позволяют определить вид крупы и способы ее обработки (шлифованная, полированная). Выравненность крупы обеспечивает лучший товарный вид и более высокие потребительские свойства.

Для каждого вида крупы также определяют кулинарные достоинства. В эту оценку включают цвет, вкус и структуру сваренной каши, продолжительность варки и коэффициент разваримости, под которым понимают отношение объема каши (мл) к объему крупы (мл), взятой для варки. В зависимости от вида культуры, сортовых особенностей и способов обработки коэффициент разваримости круп колеблется в следующих пределах: у овсяных – 3,3–4,1; гречихи – 3,2–4,0; пшеница – 4,0–5,2; риса – 4,3–5,2; перловых – 5,5–6,6.

Государственными стандартами нормируются показатели качества для каждого вида и сорта крупы.

7.4. Общая технологическая схема производства круп

Технологический процесс производства крупы можно разделить на два основных этапа: подготовка зерна и переработка его в крупу. Принципиальная технологическая схема производства крупы приведена на рис. 8.

Очистка. Отделение примесей, отличающихся от зерна размерами, производят на ситах. Примеси, отличающиеся от зерна по длине, выделяют в триерах. Триеры, выделяющие короткие примеси, называют куколеотборниками, а выделяющие длинные – овсюгоотборниками. Размеры и форма ячеек триеров различны и их подбирают для каждой культуры и каждой партии зерна. Примеси, отличающиеся от зерна по аэродинамическим свойствам, выделяют в воздушных сепараторах, аспираторах, пневмоаспираторах и др. Для выделения металломагнитных примесей применяют магнитные сепараторы со статическими магнитами и электромагнитами.

Гидротермическая обработка. Гидротермическая обработка зерна заключается в воздействии на него влагой и теплом. В результате такого воздействия происходит направленное изменение свойств составных частей зерна – ядра и оболочек. При применении рациональных способов и режимов ГТО оболочка легче отделяется от ядра, ядро меньше дробится, увеличивается выход крупы, улучшаются потребительские свойства (внешний вид, пищевые и вкусовые достоинства), повышается стойкость крупы при хранении.

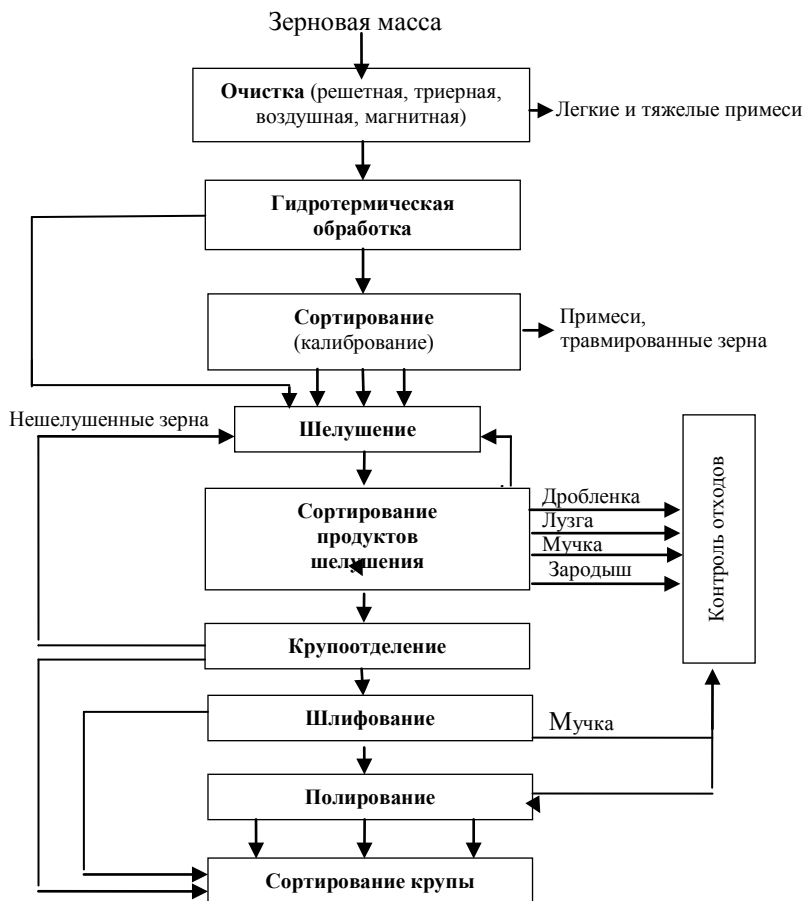


Рис. 8. Технологическая схема переработки зерна в крупу

Применяются в основном два способа гидротермической обработки. Первый способ заключается в пропаривании зерна, его кратковременном отволаживании, сушке и охлаждении. Этот способ используют при переработке гречихи, овса, гороха. Второй способ включает увлажнение зерна с последующим отволаживанием. Он применяется для пшеницы и кукурузы.

Гидротермическая обработка зерна является важнейшим средством улучшения его технологических свойств, влияющим на повышение выхода крупы и ее качество, уменьшение выхода дробленой крупы и побочных продуктов. Параметры ГТО зависят от вида зерна, способов шелушения и ассортимента выпускаемой продукции.

Сортирование (калибрование). Для более качественного проведения данной операции целесообразно калибровать зерна на фракции перед шелушением. Калибрование зерна особенно эффективно, когда его шелушат в машинах между двумя твердыми поверхностями. Расстояние между этими поверхностями устанавливают в соответствии с размерами откалиброванных зерен. Оно должно быть меньше размеров зерна, но больше размеров ядра. Сортирование способствует также дополнительному отделению примесей.

Шелушение. Является основной операцией, от эффективности которой в значительной степени зависит выход и качество крупы. Сущность данного процесса заключается в отделении наружных оболочек (цветковых, плодовых и семенных) от ядра. В связи с большим разнообразием свойств зерна различных культур применяют разные способы шелушения. Выбор способа шелушения зависит от нескольких факторов: прочности связи оболочки с ядром (прочная – оболочка срослась с ядром, непрочная – оболочка с ядром не срослась), прочности ядра, ассортимента выпускаемой крупы (целая, дробленая).

В современных шелушильных машинах используются следующие способы шелушения: сжатие и сдвиг, однократный или многократный удар, продолжительное истирание (соскабливание) оболочек. Для шелушения зерна применяют следующие шелушильные машины: шелушильные постава, вальцедековые станки, шелушители с обрезиненными валками, бичевые и обоечные машины, центробежные шелушители, шелушители типа ЗШН (рис. 9).

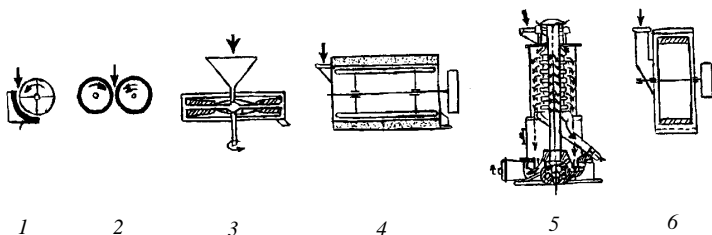


Рис. 9. Типы оборудования для шелушения:

1 – вальцедековые станки; 2 – станок с резиновыми валками;
3 – шелушильный постав; 4 – наждачная обойка; 5 – шелушитель ЗШН; 6 – голлендр

Сжатие и сдвиг эффективны для зерна, у которого оболочки не срослись с ядром (рис, гречиха, просо, овес). По этому принципу работают вальцедековые станки, шелушильные поставы, шелушители с обзиринными валками.

Шелушение путем удара применяется в тех случаях, когда зерно имеет нехрупкое ядро (овес). При ударе оболочки раскалываются и ядро освобождается. Если же оболочки плотно срослись с ядром, то в результате многочисленных ударов, сопровождающихся трением зерна об ударяющую поверхность, оболочки постепенно отделяются. Кроме того, многократный удар можно применять для шелушения культур, у которых оболочки не срослись с ядром, и для шелушения зерна, у которых оболочки срослись с ядром, но при его переработке получают дробленую крупу (из ячменя, пшеницы, кукурузы). На принципе многократного удара основана работа бичевых обоечных машин, однократного – центробежного шелушителя.

Продолжительным истиранием шелушится зерно тех культур, у которых оболочки плотно срослись с ядром (ячмень, горох, кукуруза, пшеница). При шелушении этим способом наблюдается меньшее дробление, чем при шелушении многократным ударом. С использованием этого принципа работают вертикальные шелушильно-шлифовочные машины типа ЗШН.

Сортирование. Проводится на просеивающих машинах для отделения муки и дробленки, на воздушных сепараторах для отделения лузги, машинах для разделения смеси шелушенных и нешелушенных зерен (крупотделения).

Шлифование крупы. После шелушения на поверхности ядра еще остаются частички плодовых и семенных оболочек, алейронового

слоя, которые содержат значительное количество клетчатки и минеральных веществ. Некоторые оболочки имеют разную окраску, что придает ядру нетоварный вид. Неудаленный зародыш содержит большое количество жира, что способствует быстрой порче крупы. Поэтому зародыш необходимо удалить.

Ядро шлифуют на специальных шлифовальных машинах либо используют для этой цели некоторые шелушильные машины. Принцип действия большинства машин заключается в интенсивном трении зерна о движущиеся абразивные или другие поверхности, а также во взаимном интенсивном трении ядер.

Полирование крупы. Проводится с целью улучшения ее товарного вида. При полировании удаляется оставшаяся на поверхности мучка, заглаживаются царапины, большая часть крупинок приобретает сферическую форму. Эта операция осуществляется либо на специальных полировальных машинах, либо на шлифовальных.

Дробление. Применяют в технологии производства некоторых видов крупы. Высокую эффективность дробления достигают лишь при измельчении ядра с хрупким эндоспермом.

Контроль крупы. Проводится с целью выделения из нее оставшихся примесей, разделения крупы по номерам и видам (целой, дробленной). Схема включает просеивающие машины, воздушные сепараторы, магнитные сепараторы. Дробленную номерную крупу подразделяют на три-пять номеров, отличающихся друг от друга крупностью.

Результат переработки зерна в крупу характеризуется фактическим выходом продукции, определяемым отношением количества полученных продуктов к количеству перерабатываемого зерна.

7.5. Характеристика сырья для производства хлебобулочных изделий

Хлеб является важнейшим продуктом питания человека. Ежедневная норма потребления хлебопродуктов взрослым человеком колеблется от 300 до 500 г и зависит от национальных особенностей, характера труда, экономического положения и других причин. В Беларуси потребление хлебопродуктов на одного человека составляет 150–160 кг в год, что превышает рекомендуемые нормы (102 кг в год на человека).

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, булочные и сдобные изделия, бараночные изделия, сухари и т. д. Хле-

бом называют изделия массой более 500 г; булочными изделиями – массой 500 г и менее, выпекаемые из пшеничной муки; мелкоштучными булочными изделиями – массой 200 г и менее.

Используемое в хлебопечении сырье подразделяют 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, сахар, яйца и яйцепродукты, маргарин, растительное и животное масло, крахмальную патоку, мед, орехи, пищевые кислоты, пряности, желирующие вещества и др.

Мука. Наиболее широко в хлебопечении используется мука пшеничная и ржаная всех сортов. В последнее время все шире используется тритикалевая мука. Иногда в виде добавки применяется кукурузная. Белки кукурузной муки не образуют клейковины, поэтому при ее добавлении отмечается уменьшение объемного выхода хлеба.

Пшеничная мука наиболее широко используется в хлебопечении. Хлебопекарные свойства муки определяются крупностью помола, количеством и качеством клейковины, газодерживающей и водопогложительной способностями, цветом и другими факторами.

Ржаная мука отличается от пшеничной по составу и свойствам. В ржаной муке выше активность амилолитических ферментов, крахмал легче расщепляется и имеет более низкую температуру клейстеризации, чем крахмал пшеничной муки. В ней содержится больше сахара, поэтому газообразующая способность ржаной муки достаточно высокая. Зачастую способность расщепления крахмала ферментами в ржаной муке так велика, что в хлебе накапливается очень много декстринов. Мякиш становится липким на ощупь, заминающимся, неэластичным.

Хлеб из муки тритикале по содержанию незаменимых аминокислот лучше, чем хлеб из пшеничной муки первого и второго сортов, но несколько уступает ржаному хлебу.

Соевая мука применяется при активизации прессованных дрожжей, а иногда в виде добавки к пшеничной и ржаной муке. Она характеризуется отсутствием крахмала и большим содержанием белка и жира.

Вода, применяемая для приготовления теста, должна отвечать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Санитарная пригодность воды для пищевых целей устанавливается по наличию в ней общего количества микроорганизмов и отдельно кишечной палочки. Повышенная жесткость воды, применяемой в хлебопечении, не является недостатком, так как жесткая вода благоприятно влияет на физические свойства теста, укрепляя его консистенцию.

Хлебопекарные дрожжи. При приготовлении теста основными разрыхлителями являются дрожжи. Дрожжевые клетки выделяют диоксид углерода, насыщают ими тесто и в результате создающегося давления газа разрыхляют его. В хлебопекарном производстве используются прессованные и сухие дрожжи. Подъемная сила дрожжей характеризуется временем подъема теста до 70 мм. Этот промежуток времени должен быть не более: для прессованных дрожжей – 75 мин, для сухих в зависимости от сорта – 70–90 мин.

Для приготовления ржаного хлеба используют *закваски*, представляющие собой комплекс молочнокислых бактерий, дрожжей и других микроорганизмов.

Поваренная соль. Подразделяется на четыре сорта: экстра, высший, первый и второй. Соль не только придает вкус хлебу. Она улучшает коллоидные свойства теста, повышает температуру клейстеризации крахмала.

Сахаристые и крахмалистые вещества. Используются с целью повышения пищевых достоинств хлеба. В хлебопекарном производстве применяются сахар, крахмал (картофельный и кукурузный), патока, натуральный мед.

Жиры. Для повышения энергетической ценности хлебобулочных изделий применяются жиры животного и растительного происхождения. Наиболее широко применяются коровье масло, растительные масла (рапсовое, подсолнечное, горчичное), кондитерские и кулинарные жиры, маргарин.

Яйца и яйцепродукты. Повышают энергетическую ценность, содержание белка и витаминов. В рецептурах хлебопекарного производства используют куриные яйца, мороженые яичные продукты (яичный меланж мороженный, яичный желток и яичный белок мороженные), яичный порошок.

Молоко и молочные продукты. Повышают энергетическую ценность и вкусовые качества хлебобулочных изделий. В производстве используются молоко, пастеризованное молоко, цельное сгущенное молоко с сахаром, стерилизованное молоко в банках, нежирное сгущенное молоко с сахаром, сухое цельное коровье молоко, сливки из коровьего молока, сгущенные сливки с сахаром, сливки сухие и сухие с сахаром, сметана, творог, молочная сыворотка, свежая пахта.

Фруктово-ягодное сырье (повидло, варенье, джем, цукаты, изюм). Используется при выработке кондитерских изделий, булочек, батончиков и др.

Орехи. Повышают вкусовые качества, увеличивают содержание аминокислот и витаминов.

Пищевые кислоты (лимонная, виннокаменная и молочная). Определяют вкусовые качества хлебобулочных изделий.

Пряности. Используют с целью придания изделиям определенных вкусовых свойств, аромата, окраски корок и мякиша (мак, тмин, анис, кориандр, мускатный орех, корица, шафран, кунжут, гвоздика, кардамон, ванилин или ванильный сахар и т. д.).

В зависимости от рецептуры при выпечке определенных сортов хлебобулочных изделий могут использоваться желирующие вещества (пищевой желатин, агар), пищевые красители (шафран, кармин, эпокраситель, каротин, хлорофилл и др.), пищевой фосфатидный концентрат, заменители сахара (ксилит, сорбит), химические разрыхлители (углекислый аммоний для пищевых целей, двууглекислый натрий). Для повышения пищевой ценности в хлеб добавляют пшеничные зародыши, в белке которых содержится много незаменимых аминокислот.

Ассортимент хлебобулочных изделий, вырабатываемых в республике, составляет несколько сотен наименований. Это объясняется тем, что хлебобулочные изделия вырабатывают из муки разных выходов и сортов по различным рецептурам и с применением разных технологий. В последнее время во многих странах разрабатываются технологии и расширяется ассортимент с целью придания хлебу лечебных и профилактических свойств.

7.6. Основы технологии производства хлеба

Технологический процесс производства хлеба можно разделить на три этапа: подготовка, дозирование сырья и приготовление теста; обработка и расстойка теста; выпечка (рис. 10).

Необходимое количество компонентов для образования теста в хлебопечении исчисляют на 100 кг муки. Способ **приготовления теста** выбирают в зависимости от вида и сорта перерабатываемой муки, ее хлебопекарных свойств, метода разрыхления, применяемого оборудования. Наиболее широкое распространение получили два способа приготовления теста из пшеничной муки: **безопарный** и **опарный**.

При **безопарном** способе приготовления теста все количество муки, воды, дрожжей, соли и другого сырья, необходимого по рецептуре, вносится и замешивается одновременно. В результате замеса получают тесто густой консистенции. В связи с тем, что тесто густое и в нем находится вся норма соли, развитие дрожжей происходит в менее благоприятных условиях и поэтому их вводят в большем количестве – обычно 1,5 %. Продолжительность брожения составляет 3,0–3,5 ч.

Этот способ приготовления теста применяют при переработке муки высшего и первого сортов, изделия из которых должны иметь низкую кислотность.

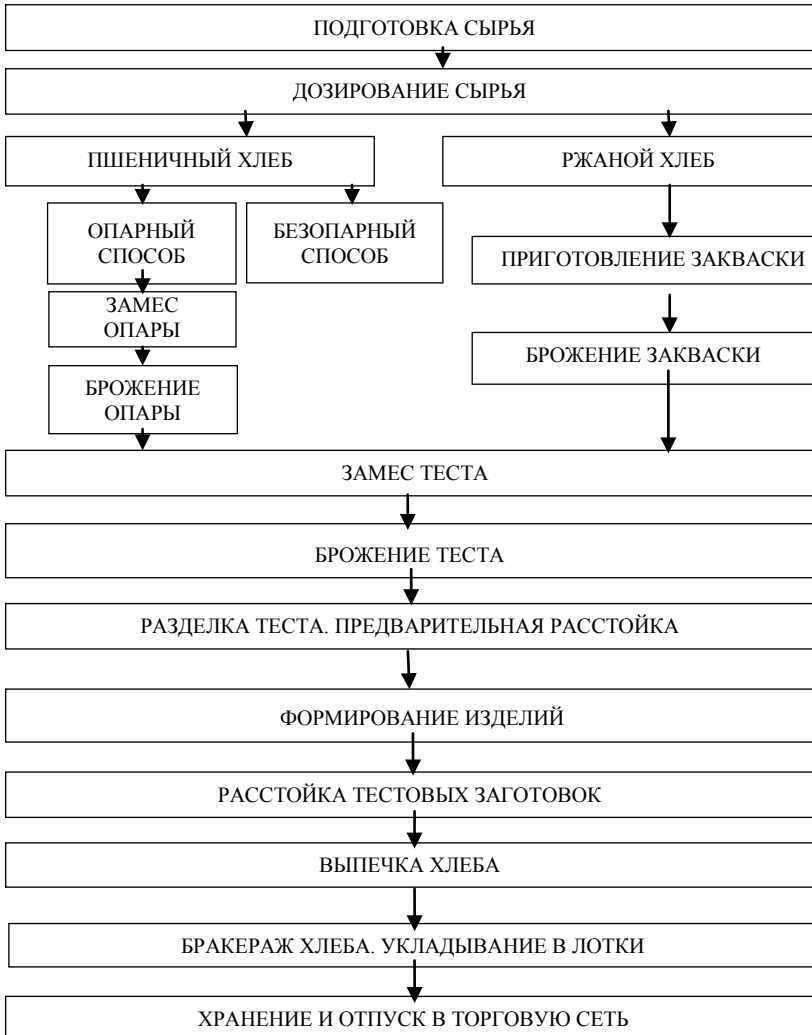


Рис. 10. Технологическая схема производства хлеба

Опарный способ приготовления теста состоит из двух фаз. Сначала замешивается опара из части муки (25–70 %), воды и всего количества дрожжей, которая бродит 3–5 ч. Затем на опаре замешивается тесто, добавляется остальное сырье. Тесто бродит 0,5–2,5 ч. В связи с тем, что у опары более жидкая консистенция, дрожжей требуется в 2 раза меньше (около 0,75 %).

Тесто, получаемое опарным и безопарным способами, существенно различается по своим свойствам. Опарное тесто бродит дольше и имеет большую гидрофильность. Вязкость его меньше, упругость и прочность больше. Хлеб, получаемый из опарного теста, отличается лучшей пористостью мякиша и структурой пор, корки хлеба лучше окрашены и гладкие. Недостатки: требуется больше оборудования, потери сухого вещества муки больше, что уменьшает выход хлеба примерно на 0,5 %.

Одним из основных факторов, позволяющих регулировать скорость брожения является температура. Тесто обычно готовится в диапазоне температур 26–32 °С.

В ржаном тесте отсутствует клейковинный каркас, понижена газодерживающая способность. Поэтому ржаное тесто не обладает упругостью и легко расплывается, а во время выпечки накапливающиеся в большом количестве декстрины могут делать мякиш липким и влажным. Только многоступенчатое приготовление ржаного теста с многократным добавлением порций муки, длительным сроком брожения позволяет повысить его газодерживающую способность и формоустойчивость. Для торможения действия ферментов и улучшения физических свойств теста ржаной хлеб вырабатывают с повышенной кислотностью – на *заквасках*. Общее время приготовления ржаного теста составляет 10–12 ч и более.

Обработка теста. Начинается еще в период брожения. Скапливающийся во время брожения диоксид углерода распределяется по тесту неравномерно, образуя крупные пузыри. Для лучшего разрыхления всей массы теста и его аэрации во время брожения проводят одно-два перемешивания (обминки). Выбродившее тесто разделяют на куски. В процессе округления, закатки и формования тесту придается необходимая форма.

Расстойка теста. При малой ее продолжительности тесто с хорошей газодерживающей способностью не достигает нужного объема. Передержка теста приводит к его опаданию, если не во время рас-

стойки, то при выпечке. Предварительная расстойка заключается в выдержке теста в течение 3–5 мин, при которой тесто после механического воздействия снова становится однородным. Окончательная расстойка проводится перед подачей в печь. В тесте в это время продолжается брожение, оно увеличивается в объеме. Предварительная расстойка проводится при температуре 30–32 °С, окончательная – 35–40 °С. Продолжительность расстойки колеблется в пределах 25–120 мин.

Выпечка. Является заключительным этапом приготовления хлеба. Выпекают хлеб на поду и в формах. Для смазывания хлебных форм обычно применяют растительное масло. В зависимости от вида изделия выпекают при температуре 220–280 °С. Если температура пекарной камеры недостаточна, то тесто прогревается медленно, образуются малопористые или беспористые участки мякиша, изменяется форма хлеба, корка остается бледной. При избыточной температуре возможно быстрое образование влагонепроницаемой корки и отрыв ее от остальной части теста. В результате корка высыхает и пригорает, а мякиш деформируется.

Продолжительность выпечки меньше при переработке пшеничной муки, более слабой консистенции теста, меньшей массе, выпечке на поду, а также при более высокой температуре и относительной влажности среды в пекарной камере. Средняя продолжительность выпечки мелкоштучных изделий составляет 8–12 мин, пшеничных батончиков массой 0,5 кг – 15–20 мин, хлеба массой 1 кг – 50–60 мин. При выпечке хлебобулочных изделий отмечается некоторая потеря массы – упек (6–14 %).

После выемки хлеба из печи влажность корки в течение 1–1,5 ч повышается до 12 %, а влажность мякиша после охлаждения становится меньше влажности теста на 0,5–1,5 %. Чтобы уменьшить величину усушки и предотвратить заболевание хлеба картофельной болезнью, необходимо как можно быстрее охладить его на стеллажах до температуры 20–25 °С. Остывание хлеба сопровождается усушкой (2–4 %).

Под выходом хлеба понимают массу готовых изделий, выраженную в процентах к массе израсходованной муки. Выход хлеба нормирован для каждого сорта и колеблется в значительных пределах – 120–150 % и более.

Лекция 8. ПЕРЕРАБОТКА СОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

8.1. Классификация методов переработки и консервирования плодовоовощной продукции.

8.2. Способы подготовки сочной продукции к переработке.

8.3. Физические методы переработки плодов и овощей.

8.4. Микробиологические методы переработки плодов и овощей.

8.5. Химические методы переработки плодов и овощей.

8.1. Классификация методов переработки и консервирования плодовоовощной продукции

При переработке плоды и овощи претерпевают существенные изменения. В них прекращаются процессы жизнедеятельности, инактивируются ферменты, изменяется химический состав. При некоторых видах переработки повышается калорийность готовых продуктов за счет добавления масла, сахара, изменения концентрации сухих веществ.

Выделяют физические, микробиологические и химические методы переработки плодов и овощей.

К **физическим** методам консервирования относят тепловую стерилизацию, сушку, глубокое замораживание, консервирование с помощью соли и сахара, стерилизацию облучением, механическую стерилизацию.

К **микробиологическим** методам консервирования, основанным на накоплении молочной кислоты и спирта, относят квашение, соление, мочение и виноделие.

Химические методы консервирования основаны на применении антисептиков. К ним относят сульфитацию, применение бензойной и сорбиновой кислот. Кроме того, применяют этиловый спирт, уксусную (маринование) и молочную кислоты.

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

- овощные консервы (без соков и томатных консервов) – закусовые (фаршированные, резанные в соусе, салаты, винегреты, закуски, овощная икра); обеденные (первые и вторые блюда); натуральные (сахарная кукуруза, зеленый горошек, стручковая фасоль, консервированные огурцы, натуральные томаты, консервированные кабачки и патиссоны, сладкий натуральный перец, цветная капуста); маринады (томаты, огур-

цы, чеснок и др.); для детского и диетического питания; полуфабрикаты для общественного питания (соленая зелень, заправки для обеденных блюд, тушеная капуста, пюре из шпината и др.); консервы из квашеных и соленых овощей;

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

- плодовые и ягодные (фруктовые) консервы – компоты, плоды и ягоды в натуральном соке, повидло, желе, пюре, соусы, пасты, приправы, а также плоды и ягоды, протертые или дробленые с сахаром, варенье, джем, конфитюры, цукаты, плодово-ягодные смеси, плодовые и ягодные соки, сиропы и напитки, консервы для детского, диетического и диабетического питания, маринады;

- сушеные овощи, грибы, картофель, плоды;

- быстрозамороженная продукция (кроме картофеля);

- продукты из картофеля;

- соленые, квашеные и моченые овощи, плоды, грибы;

- плодовые и ягодные полуфабрикаты – плоды, ягоды, пюре и соки (консервированные диоксидом серы, бензоатом натрия, сорбиновой кислотой), подварки, начинки, пюре-полуфабрикаты, экстракты, сиропы-полуфабрикаты.

8.2. Способы подготовки сочной продукции к переработке

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

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

Мойка. Является одной из самых ответственных операций при переработке всех видов плодов и овощей. Во время мойки с поверхности сырья удаляются механические загрязнения (песок, пыль, земля), микроорганизмы, химические препараты, оставшиеся на поверхности плодов и овощей после соответствующих обработок. На 1 кг сырья расходуется от 1 до 4 л воды.

В зависимости от механической прочности и степени загрязнения сырья мойку проводят на различных установках: барабанных, лопастных, элеваторных, вентиляторных.

Барабанные моечные машины предназначены для мойки плодов и овощей с твердой структурой. Принцип действия этих машин заключается в непрерывном движении сырья по решетчатому барабану в горизонтальном направлении. При этом отдельные экземпляры продукции трутся друг о друга и о стенки барабана, одновременно орошаясь водой из душевого устройства (рис. 11).

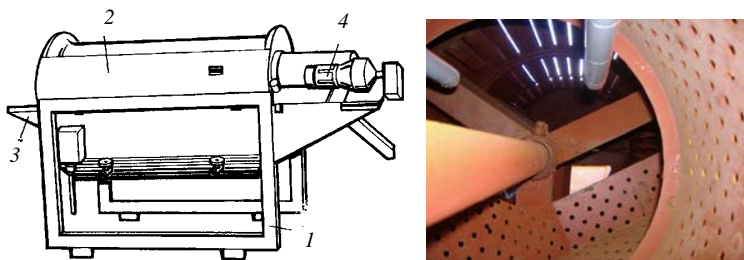


Рис. 11. Барабанная моечная машина А9-КМ-2:
1 – станина; 2 – ванна; 3 – лоток; 4 – привод

Лопастные моечные машины предназначены для первичной мойки корнеплодов, картофеля и очистки их от кожицы после парового бланширования. Машина состоит из станины, лопастного вала, барабана и привода. Станина включает загрузочный бункер и три отсека: первичной мойки, основной мойки, ополаскивания. В отсеке первичной мойки продукт перемешивается лопатками и посредством взаимного трения очищается от грязи. Далее он поступает в отсек основной мойки, а затем в отсек ополаскивания, после чего идет на выгрузку (рис. 12).

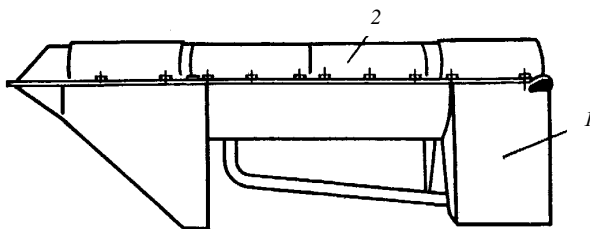


Рис. 12. Лопастная моечная машина А9-КЛА/1:
1 – станина; 2 – барабан

Элеваторные мойки пригодны для мытья томатов, огурцов, свеклы, моркови, яблок и других плодов, выдерживающих слабые удары. Моечная машина КУМ-1 состоит из ванны, внутри которой под углом 25–35° установлен транспортер (элеватор), который одним концом выходит из ванны. Элеватор изготавливается из металлической сетки или из металлических прутков. Над верхней выходной частью установлен водяной душ. В ванну заливают воду и загружают около 100 кг подлежащего мойке сырья. Лента элеватора движется со скоростью около 0,2 м/с, захватывает поперечными планками продукт и выносит его из ванны (рис. 13).

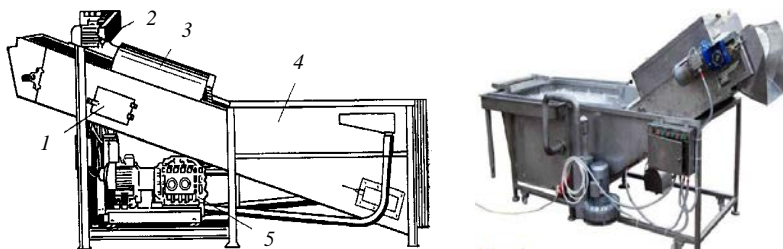


Рис. 13. Моечная машина КУМ-1:

1 – люк; 2 – редуктор; 3 – душевая установка; 4 – ванна; 5 – воздушный компрессор

Вентиляторные мойки (рис. 14) предназначены для мытья ягод, томатов, грибов и других механически непрочных объектов. Принцип работы таких моек состоит в том, что в емкость с водой подведена труба с отверстиями, через которые нагнетается воздух, вызывающий сильную циркуляцию воды (бурление). Загружаемое в ванну сырье хорошо промывается, не подвергаясь повреждению.



Рис. 14. Вентиляторная моечная машина

Инспекция и сортирование. Для удаления дефектных экземпляров (гнилых, битых, мягких, плесневелых) и посторонних примесей сырье инспектируют. Эту операцию обычно проводят до мойки. Затем его сортируют, чтобы разделить по степени зрелости, цвету, пятнистости, ожогам, и получить однородные партии по этим признакам. Сортирование плодов и ягод по цвету обычно применяют при выработке компотов.



Рис. 15. Ленточный инспекционный стол

При небольшом масштабе производства плоды и овощи сортируют по качеству на столах, имеющих бортики, препятствующие скатыванию сырья (рис. 15). На крупных перерабатывающих предприятиях инспекцию и сортирование проводят на специальном конвейере – ленточном или роликовом транспортере, имеющем скорость движения ленты 0,08–0,18 м/с. Сырье, подлежащее сортировке, в один слой движется по ленте транспортера, по обе стороны которого находятся рабочие. Основные

части конвейеров – сварная станина с карманами с обеих сторон, приводная и натяжная станции, сортировочная лента, элеватор с ополаскивающим устройством или без него, перегрузочное устройство (между сортировочной лентой и элеватором), привод, электрооборудование. Над рабочим полотном сортировочной ленты вдоль конвейера крепятся планки, делящие полотно на три зоны, средняя из которых предназначена для отсортированного продукта. При инспекции сырья планки, как правило, снимаются и сырье выгружается в одну емкость.

Калибровка. При многих видах переработки требуются плоды и овощи одинакового размера. Продукты, получаемые из отсортированного по размеру сырья, имеют привлекательный внешний вид (компоты, варенье), более равномерно прогреваются при тепловой обработке (для плодов разного размера применяется различный режим варки). Сортировка по размеру не требуется только при таких видах переработки, при которых сырье подвергается сильному измельчению (пасты, пюре, соки и т. д.).

Сортировку по размеру проводят вручную или механизированным способом. Вручную калибруют только сырье крупных размеров. Ме-

ханическую калибровку осуществляют преимущественно на барабанных, роликовых и дисковых калибрователях, реже – на шнековых, тросовых, вибрационных калибровочных машинах.



Рис. 16. Барабанная сортировочная машина

Барабанная сортировочная машина (рис. 16) представляет собой сетчатый вращающийся барабан, разделенный на три части. Каждое отделение барабана обтянуто сеткой с ячейками разного размера. Под барабаном имеются сборники для отсортированного сырья. Барабанные машины применяются для разделения по величине зерен зеленого горошка, плодов вишни, черешни, клубней картофеля.

Принцип действия роликовых калибрователей заключается в том, что сырье из бункера поступает на роликовый конвейер, имеющий три зоны, в каждой из которых сферические канавки на валках образуют определенного размера проемы между соседними валками, соответствующие размерам первой, второй и третьей фракций. Сверхразмерное сырье удаляется из машины. Роликовые калиброватели применяются в основном для калибровки клубней картофеля на четыре фракции (до 30 мм, от 30–50, от 50–70, свыше 70 мм), но могут работать и на другом сырье подобной формы и плотности.

Очистка. Кожица плодов и овощей очень богата клетчаткой, протопектином и кутином, поэтому многие плоды и овощи имеют грубую кожицу, которую необходимо иногда удалять. В зависимости от вида сырья применяют механическую, термическую и химическую очистки.

Механическая очистка является наиболее простой и распространенной. Ее можно осуществлять, срезая кожицу вручную или применяя специальные машины. Вручную обычно очищают такие плоды, как груши, а из овощей – спаржу и ревень.

Для механической очистки сырья от кожицы используют следующие машины: МОК-125, МОК-250, МОК-350, МОК-400, МОК-1200, Ш12-КХЛ/3, КНА-600М. Эти машины обеспечивают полную очистку от кожицы клубней картофеля округлой или слегка овальной формы (с последующим удалением глазков вручную) и очистку моркови (рис. 17).



Рис. 17. Очистительная машина МОК-125

10–20 с или в воде при температуре 95–98 °С в течение 1–2 мин, после чего плоды быстро охлаждают водой, и томаты легко очищаются от кожицы.

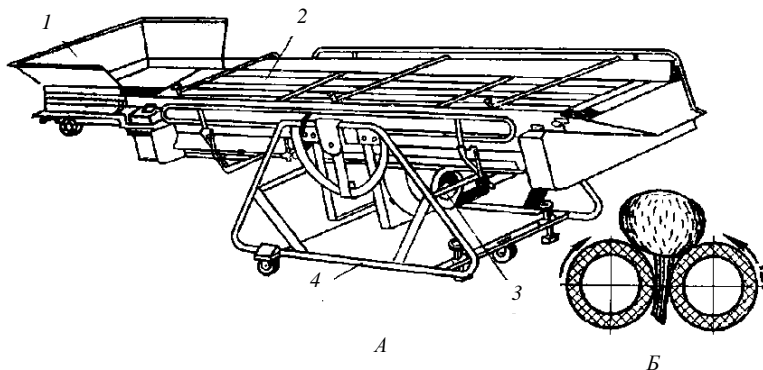


Рис. 18. Машина для удаления плодоножек М8-КЗП:

А – общий вид; Б – принцип действия;

1 – загрузочный бункер; 2 – валики; 3 – привод; 4 – тележка

Очистку можно проводить нагреванием овощей (морковь, свекла, картофель) в насыщенном растворе поваренной соли, имеющем температуру кипения около 108 °С. В результате такой обработки, напри-

мер картофеля, в течение 6 мин тонкий слой клеточек, прилегающий к кожуре, легко удаляется сильной струей воды.

При очистке картофеля и лука применяют метод обработки сухим жаром (обжигом). Для этой цели служит обжигательный аппарат, который представляет собой барабан, нагреваемый мощной газовой горелкой, или электропечь. Температуру в рабочей камере можно довести до 1100 °С. Время обработки картофеля составляет 20–30 с, лука – 3–5 с.

Химическая очистка плодов и овощей основана на том, что протопектин кожицы при нагревании в щелочной среде быстро подвергается расщеплению, связь между клетками нарушается и кожица может быть легко смыта водой. Щелочным способом очищают груши, морковь, картофель. Например, морковь очищают кипячением в 3%-ном растворе щелочи в течение 30 с. Для щелочной очистки разработаны разнообразные режимы, в которых комбинируются концентрации щелочи, температура и продолжительность обработки.

Дробление и резка. Для разрушения тканей сырья измельчают дроблением или резкой.

Дробление – это тонкое измельчение сырья для дальнейшего получения соков, пюреобразных продуктов, крахмала, патоки и т. д. Дробят сырье на дробилках (КДП-4 М, Т1-КОС-7,5 ВРД-5 и т. д.), протирачных машинах (Т1-КПХ, Т1-КП 2У, Т1-КП 2Д и т. д.), картофелетерках (СТМ-25, СТМ-100) и др. (рис. 19).





в

Рис. 19. Дробилки (а, б), протирачная машина для пюре (в)

Резка – измельчение плодов и овощей на части определенной формы и размеров. Для резки овощей применяют корнерезки, рабочей частью которых является диск, вращающийся в горизонтальной или вертикальной плоскости. Если корнерезка предназначена для резки овощей на кружки, то на диске делают прорезь, над которой устанавливают гладкий нож, несколько выступающий над плоскостью диска. Толщина резки будет определяться зазором между ножом и диском. Если корнерезка предназначена для резки на столбики, то на диске ставят гребенчатые ножи, состоящие из плоского ножа, и устанавливают над ними гребенки. Гребенка состоит из набора поперечных мелких ножей, рассекающих кружочки, полученные при разрезании плоскими ножами. Наиболее распространенными машинами для резки овощей являются: универсальная корнерезка А9-КРВ «Ритм», А9-КР-2В, ЦС-125, А9-КИП. Резка яблок на дольки с одновременным удалением сердцевинки осуществляется на машине РЗ-КРА. Для измельчения капусты применяются шинковальные машины (рис. 20).



Рис. 20. Шинковальная машина

Бланширование. Применяется тепловая обработка сырья в кипящей воде или паром, при которой инактивируются ферменты. В результате предотвращается потемнение сырья, стабилизируется химический состав, из тканей удаляется воздух. Этим достигается лучшее сохранение легкоокисляемых составных частей продукта и витаминов. При сушке быстрее испаряется вода, а при варке варенья растительная ткань быстрее пропитывается сиропом. Одновременно уменьшается объем обрабатываемого сырья, оно становится эластичнее и не разрывается. При бланшировании погибает значительная часть поверхностной микрофлоры, что способствует предварительной стерилизации продукта.

Основным недостатком бланширования является потеря ценных компонентов химического состава сырья – углеводов, кислот, минеральных солей, витаминов. Особенно много растворимых веществ теряется при бланшировании в воде. Потери растворимых сухих веществ можно уменьшить, применяя бланширование паром. Режим бланширования для каждого вида плодов и овощей различен и устанавливается опытным путем. В большинстве случаев бланширование продолжается от 2 до 5 мин.

Применяемая для бланширования аппаратура разнообразна и зависит от размеров и степени механизации производства. Самым простым способом бланширования является опускание сырья, помещенного в проволочные корзины, в ванну с кипящей водой. На промышленных

предприятиях преимущественно используют непрерывно действующие барабанные или ковшовые бланширователи (рис. 21).



Рис. 21. Барабанный и ковшовый бланширователи

В барабан бланширователя, наполовину заполненного кипящей водой, подается подготовленное сырье. При вращении барабана сырье продвигается от загрузочного люка к выгрузному на противоположном торце (барабан имеет некоторый уклон). Кроме того, продвижение сырья достигается за счет того, что с внутренней стороны барабана укреплена спиральная направляющая. Барабанные бланширователи предназначены для термообработки зеленого горошка, нарезанных овощей, фруктов, стручковой фасоли.

В ковшовых бланширователях перфорированные ковши, в которые загружают подготовленное сырье, смонтированы на непрерывной конвейерной цепи, натянутой на барабанах. Один из них ведущий. При его вращении ковши продвигаются через камеру бланширователя, где продукция подвергается действию подаваемого сюда пара или воды. Режим бланширования регулируется изменением скорости продвижения ковшей и температуры воды (пара). В ковшовых бланширователях (БК, А9-КБГ, А9-КБЕ, КБТ-400 и др.) обрабатывают целые или нарезанные плоды и овощи горячей водой или водяным паром.

8.3. Физические методы переработки плодов и овощей

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

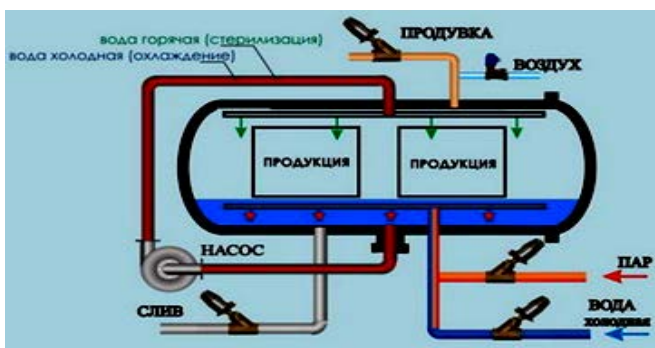
Главной задачей тепловой стерилизации является уничтожение микроорганизмов. Но устойчивость микроорганизмов к тепловому

воздействию различна. Если для одних губительно нагревание до 90 °С, то для других требуется более высокая температура (100 °С и более). Особенно устойчивы к высокой температуре спорообразующие бактерии, для уничтожения которых необходимо нагревание до 120 °С.

Стерилизующий эффект при нагревании зависит от свойств продукции, в первую очередь от кислотности клеточного сока (рН) и обсемененности микрофлорой. В кислых продуктах гибель микрофлоры достигается при нагревании до 85–90 °С (*пастеризация*). В кислой среде микроорганизмы погибают быстрее. Поэтому приготовление таких плодово-ягодных консервов возможно в открытых ваннах. Большая часть овощей нуждается в прогревании выше 100 °С в автоклавах (рис. 22) при повышенном давлении (*стерилизация*).



а



б

Рис. 22. Стерилизация продукции в автоклаве:
а – вид снаружи; б – в разрезе

При стерилизации банки с подготовленной продукцией, залитой соответствующей заливкой, устанавливают на деревянную решетку или толстую прокладку из ткани, помещенную на дно ванны. Вода должна доходить до плечиков банок. Банки прикрывают крышками, пригнетая грузом или фиксируя пружинными зажимами. Нагревание осуществляют так, чтобы вода кипела непрерывно, но не слишком бурно. Температуру контролируют водяным термометром, который вставляется внутрь банки с консервами. Отсчет времени пастеризации начинают с того момента, когда температура продукта достигнет 80 °С.

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

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

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

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

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

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

Быстрое замораживание. Является прогрессивным и перспективным методом консервирования плодов и овощей. В замороженном при температуре –25...–30 °С продукте полностью прекращаются биохимические процессы и развитие микроорганизмов. Быстрое охлаждение до температуры значительно ниже криоскопической приводит к тому,

что кристаллизация льда происходит как в межклеточном пространстве, так и внутри клеток. Кристаллы льда очень мелкие, и значительного нарушения оболочек клеток не наблюдается. При оттаивании замороженных фруктов и овощей белки клеток быстро поглощают влагу, и продукт в той или иной мере восстанавливает свою форму.

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

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

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

Для замораживания плодоовощной продукции применяют конвейерные, тоннельные, многоплиточные, флюидозационные и другие скороморозильные аппараты (рис. 23). Замороженные продукты хранят при температуре -18°C и высокой влажности воздуха до 9 мес, в некоторых случаях (плоды и ягоды в сиропе) – до 12 мес.



Рис. 23. Морозильные аппараты: *а* – конвейерный спиральный; *б* – многоплиточный; *в* – флюидизационный

Сушка плодов и овощей. При сушке из плодов и овощей удаляется большая часть содержащейся в них влаги. Концентрация клеточного сока и его осмотическое давление увеличивается во много раз. В результате развитие микроорганизмов становится невозможным. Биохимические процессы также прекращаются, так как ферменты инактивированы. Продукт становится законсервированным, если содержание влаги довести в овощах до уровня 12–14 %, а в плодах – 15–20 %. Однако сушка – это не просто физическое удаление влаги из продукта. В сушеных продуктах изменяется химический состав, происходят потери витаминов, ухудшаются органолептические показатели.

Влага, содержащаяся в плодах и овощах, связана с тканями по-разному. В крупных межклетниках она свободная, удерживается слабо и испаряется при сушке со скоростью, близкой к испарению со свободной поверхности. Влага в мелких капиллярах (гигроскопическая) удаляется труднее, так как удерживается за счет адсорбирующей способности продукта. Химически связанная вода входит в состав молекул и при сушке не удаляется.

Скорость сушки зависит не только от температуры и скорости движения теплоносителя, но также от особенностей строения и химического состава плодов и овощей, степени их измельчения, способов предварительной подготовки. При правильной технологии сушки в плодах и овощах хорошо сохраняются основные питательные вещества, а калорийность продукта увеличивается в 9–10 раз.

Для сушки могут быть использованы все виды плодов и овощей, но в основном яблоки, груши, сливы, картофель, капуста, морковь, свекла, лук, зеленый горошек. Производят также сухие порошки из томатного, яблочного и других соков. Значительная доля переработки грибов приходится на сушеный продукт. Сырье должно быть доброкачественным, соответствовать требованиям стандарта. Плоды и овощи с дефектами (подмороженные, вялые, поврежденные вредителями и болезнями, в сильной степени поврежденные механически) отбраковывают.

Подготовка сырья такая же, как и при производстве консервов тепловой стерилизацией. Сортированную и калиброванную продукцию моют. У многих овощей удаляют кожицу, чешуи, несъедобные части. Картофель и корнеплоды очищают. Сухие чешуи лука удаляют обжиганием в печах с высокой температурой, а затем луковички промывают. У яблок и груш удаляют сердцевину, иногда кожицу. Большую часть плодов и овощей измельчают: яблоки и груши нарезают на кружочки,

пластинки, картофель и другие овощи – на кубики, брусочки и т. д. Чем выше степень измельчения, тем быстрее высушивается продукт, его легче брикетировать, он лучше разваривается при кулинарной обработке. Некоторые плоды и овощи сушат без измельчения (слива, вишня, зеленый горошек). Измельченную продукцию перед сушкой подвергают бланшированию, что значительно сокращает время сушки. Лук, чеснок, пряную зелень не бланшируют. Некоторые виды плодов (яблоки, груши) вместо бланширования обрабатывают сернистым ангидридом (SO_2) – сульфитация. Сернистый ангидрид инактивирует ферменты, благодаря чему при сушке плоды не темнеют.

Различают естественную сушку на открытом воздухе и искусственную (тепловую и сублимационную).

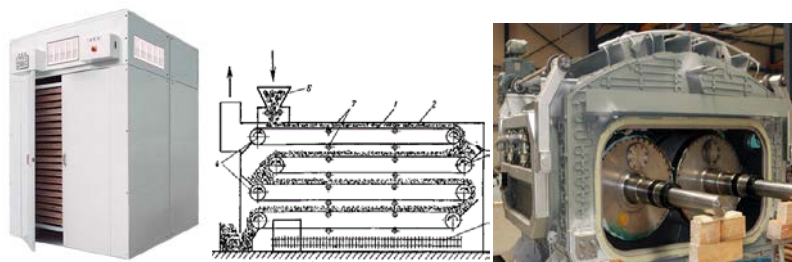
Воздушно-солнечная сушка плодов и овощей. Для этого отводят специальные площадки с ровной поверхностью и твердым грунтом. Подносы с подготовленными плодами устанавливают на землю или на стеллажи высотой 30–40 см. На площадках устанавливают навесы (теневая сушка) и камеры для окуливания SO_2 . Сушку продолжают до содержания влаги 16–18 % (обычно 5–10 дн. в зависимости от условий). Сначала плоды сушат на прямом солнце, затем в тени. Подносы, составленные в штабеля, меняют местами, т. е. верхний переставляют вниз так, чтобы каждый из них определенное время подвергался действию солнечных лучей, а затем оказывался в тени. Этим добиваются равномерной сушки всей партии. Высушенные плоды подвергаются заводской обработке: дополнительной дезинсекции, очистке, калибровке, сортировке, мойке, досушке.

Искусственная сушка. Для сушки плодов и овощей применяют сушилки разных типов: шкафные, паровые ленточные, вальцовые, распылительные, сублимационные и др. (рис. 24).

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

Паровые ленточные сушилки предназначены для сушки картофеля, моркови, лука и других овощей. В камеру вмонтированы валы таким образом, что при натяжении на них лент они образуют 4 или 5 ленточных транспортеров, расположенных один над другим. Каждая лента обогревается трубчатыми паровыми калориферами, вмонтированными между валами (барабанами). Подготовленное для сушки сырье подается загрузочным транспортером на верхнюю ленту и равномерно распределяется на ней. Для ускорения сушки под лентами установлены

ворошители. С верхней ленты сырье ссыпается на следующую и, пройдя все ленты полностью, высушивается. Свежий воздух, поступающий снизу сушилки, нагревается калориферами, высушивает сырье и удаляется через вытяжную трубу.



a

б

в



г

Рис. 24. Типы сушилок: *a* – шкафная; *б* – ленточная; *в* – вальцовая; *г* – сублимационная

Вальцовые сушилки предназначены для производства хлопьев из картофельного пюре. Сушилки бывают одно- и двухвальцовые. Двухвальцовая сушилка состоит из двух вальцов-барabanов большого диаметра, обогреваемого изнутри паром. На барабаны подается картофельное пюре, которое тонкой пленкой забирается на их горячую поверхность. Барабаны вращаются в противоположные стороны. За один

оборот пюре высыхает до влажности 4–6 % и снимается в виде хлопьев с нижней стороны при помощи ножей.

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

Сублимационная сушилка. Сублимационная сушка основана на принципе возгонки (сублимации), при которой влага из твердой фазы (льда) переходит в газообразную (пар), минуя жидкую. Сублимационную сушку ведут при температуре ниже 0 °С в вакууме. При этом в продуктах происходят незначительные изменения химического состава, хорошо сохраняются витамины, летучие ароматические вещества, цвет, не происходит усадки и деформации продукта; лишь пространства, занятые водой, освобождаются.

Сублимационную сушку можно разделить на три периода. В первый период в сушилке создается глубокий вакуум. За счет этого из продукта испаряется вода и продукт охлаждается до –5...–15 °С. Удаляется до 20 % влаги. Во второй период в камеру подводится тепло, замороженная влага сублимируется и удаляется из продукта в виде пара. Удаляется до 70 % влаги. Третий период представляет собой тепловую досушку при глубоком вакууме, при которой удаляется до 10 % влаги.

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

8.4. Микробиологические методы переработки плодов и овощей

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

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

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

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

Основная стадия начинается развитием молочнокислых кокковидных бактерий, которые становятся основными к концу 2–3 сут. К концу этой стадии общая кислотность продукта повышается до 0,7–1,0 % (в пересчете на молочную кислоту) и развитие гнилостных бактерий становится невозможным. Кроме молочной образуется также уксусная кислота, этиловый спирт, эфиры, диоксид углерода, маннит, присутствие которого придает продукту горьковатый привкус.

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

наблюдается активная жизнедеятельность дрожжей, накапливающих до 1 % спирта, который, соединяясь с кислотами, дает эфиры.

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

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

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

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

Фруктово-ягодное виноделие. Фруктово-ягодным вином называется продукт, приготовленный путем спиртового брожения сока или мезги свежих плодов и ягод с добавлением сахара, а также спирта (кроме вин, содержащих избыток углекислого газа, столовых и некрепленых). Столовые некрепленые вина и вина, насыщенные углекислым газом, отличаются от других фруктово-ягодных вин тем, что требуемую крепость в них получают за счет брожения (естественного наброда).

Остальные вина (крепленые, медовые, ароматизированные) готовят как из свежих, так и из сброженно-спиртованных соков.

Все плодово-ягодные вина подразделяются на сортовые (из одного или нескольких сортов одного вида плодов и ягод) и купажные (из смеси соков различных видов плодов и ягод). Вина также подразделяют на тихие, не содержащие избытка углекислого газа, игристые и шипучие (газированные), насыщенные углекислым газом. Тихие вина, в свою очередь, подразделяют на обычные (без выдержки) и марочные. По технологии приготовления и составу выделяют также плодово-ягодные вина столовые (сухие, полусухие и полусладкие), некрепленые (сладкие и ликерные), крепленые (крепкие, сладкие и ликерные), медовые (сладкие и ликерные), ароматизированные (крепкие, сладкие, ликерные).

Технологическая схема производства столовых вин включает следующие этапы.

Получение осветленного сока. После купаживания осветленный сок подвергается сбраживанию. Для увеличения отделения сока наибольшее распространение получило применение пектолитических ферментов. Обработка такими препаратами мезги яблок, груш и особенно слив обуславливает значительное увеличение выхода сока благодаря тому, что разрушаются пектиновые комплексы. В твердом виде ферментный препарат вносят в количестве 0,3–0,1 % от массы плодов. Срок ферментации при обычной температуре составляет 17–18 ч.

Приготовление сусла. Для снижения кислотности применяют разбавление соков водой или купаживание с малоокислыми соками до кислотности 0,7–0,9 % (по яблочной кислоте). Дальнейшее исправление плодово-ягодных соков, особенно после их разведения водой, заключается в добавлении сахара, так как содержание его часто оказывается недостаточным для получения вина нужной спиртуозности и сахаристости. При расчете количества добавляемого сахара исходят из того, что при сбраживании 1 г сахарозы получается около 0,6° спирта (объемных, т. е. 1 мл спирта на 100 мл вина). Для получения 1 % спирта в каждом литре сока должно содержаться 17 г сахара. Сначала определяют сахаристость исходного сока. Общее количество сахара, содержавшееся в соке и добавляемое, должно быть достаточным для получения крепости вина 14–16 %. Сахар рекомендуется добавлять в несколько приемов по мере его сбраживания.

Брожение. При спиртовом брожении сахар сусла сбраживается дрожжами, в результате чего образуется спирт, углекислота и некоторые побочные продукты брожения.

При сбраживании сусла главнейшая роль принадлежит эллиптическим дрожжам (настоящие винные дрожжи). Непременным условием является применение при брожении чистых культур дрожжей. Предварительно готовят разводку дрожжей, которую вносят в чаны с сусликом в количестве 2–3 %. В колбу или бутылку наливают стерилизованный сок на $\frac{1}{3}$ объема, затем добавляют сахар до 20%-ной концентрации и хлористый или фосфорнокислый двузамещенный аммоний в количестве до 5 г на 1 дал. В охлажденный сок вносят чистую культуру дрожжей. При температуре 20–25 °С сок быстро начинает бродить, после чего его переливают в бочонок со стерильным соком. Сбраживание осуществляют в закрытых емкостях (рис. 25), которые заполняют на $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ объема, при температуре суслика 20 °С. Емкости закрывают бродильными шпунтами, которые не задерживают выхода наружу углекислого газа, но препятствуют попаданию в чан или бочку наружного воздуха. Конструкции бродильных шпунтов разные, но наибольшее распространение получили гидравлические затворы.



Рис. 25. Бродильные емкости

Если брожение проводят в открытых емкостях, то в конце главного (бурного) брожения поверхность бродящего суслика заливают парафином, который препятствует доступу воздуха к вину и этим задерживает развитие пленчатых дрожжей и уксуснокислых бактерий. При накоплении в сусле 11–11,5 % об. спирта и наличии около 1–1,5 % несбро-

женного сахара, когда заканчивается бурное брожение, вносят вторую порцию сахара, и сбраживание продолжается. Главное (бурное) брожение длится 30–50 дн., тихое брожение, при котором дображивается сахар, – 30–70 дн. Общая продолжительность сбраживания суслу – до 120 дн. Брожение считается законченным, если в сусле осталось около 0,5 г на 100 мл несброженного сахара. При 2 г сахара на 100 мл и прекращении брожения проводят открытую переливку или продувают сусло воздухом для омоложения дрожжей. После окончания брожения, когда в сусле накапливается 14–17 % об. спирта, виноматериал осветляют отстаиванием и осторожно сливают с осадка, т. е. проводят первую переливку.

Обработка вина. На данном этапе проводятся такие технологические приемы, как переливка, оклейка и фильтрование.

Вторую переливку проводят через 10–15 дн. после первой. Вино после окончания дображивания самоосветляется. В осадок выпадают оставшиеся в нем дрожжи, белковые, красящие и другие вещества. Если в этот период вино не осветлилось, необходимо принимать меры к его быстрейшему осветлению, применяя оклейку и фильтрование.

Для осветления плодово-ягодных вин широко применяют бентониты (бентонитовые глины). Они имеют большую сорбционную способность. Если бентонит не обеспечил требуемой прозрачности, обработку ведут бентонитом в сочетании с желатином. В некоторых случаях совместное применение бентонита с желатином не обеспечивает достаточной прозрачности вина. Тогда проводят оклейку бентонитом в сочетании с полиакриламидом (ПАА). Полиакриламид является полиэлектролитом и способствует интенсивной коагуляции веществ. Без бентонита полиакриламид применять нельзя.

В получении прозрачного и стабильного вина большое значение имеет фильтрация. При этом процессе происходит быстрое физическое отделение мути от вина в процессе его прохождения через мелкопористые перегородки. Вместе с мутью, т. е. с осадком, удаляется и значительная часть микроорганизмов. Фильтрация через обеспложивающие пластины дает возможность полностью удалить микрофлору.

Для очистки плодово-ягодных вин чаще всего используют фильтры марки ЦМФ, пластинчатые фильтр-прессы типа «Прогресс», тарельчатые фильтры, а также горизонтальную центрифугу ОГШ-321-Н-5.

Спиртование. Плодово-ягодные вина – напитки с небольшим содержанием спирта естественного брода, которые являются биологически нестойкими при хранении. Прочным, не способным к повторному заброжанию, является вино, содержащее 80 консервирующих

единиц. За одну консервирующую единицу принимается содержание 1 г сахара в 100 мл вина; 1 % об. спирта приравнивается к 4,5 консервирующей единицы. Поэтому для стабилизации столовые вина пастеризуют или добавляют к нему антисептики (сорбиновую кислоту, сернистый ангидрид). К крепленным винам добавляют спирт.

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

Купажирование. Виноматериал доводят 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 купажа вино выдерживают в течение определенного периода согласно технологическим инструкциям. Например, при производстве натуральных вин этот период должен составлять 210 дн. В период выдержки необходимо через каждые два три месяца прозрачный виноматериал сливать с осадка.

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

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

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

8.5. Химические методы переработки плодов и овощей

Химическое консервирование наиболее часто используют, во-первых, для продления периода переработки продукции и, во-вторых, для хранения пюреобразных консервов и соков, расфасованных в тару, не выдерживающую обработку высокими температурами (стерилизацию). При переработке плодов и овощей в местах производства химическому консервированию подвергают продукцию после первичной

обработки – плодоовощные пюре, соки, которые в дальнейшем можно использовать для последующей переработки на месте или реализовывать в виде полуфабрикатов на консервные заводы. Действие химических консервантов основано на их способности проникать в микробную клетку и инактивировать ферментную систему и белки микроорганизмов, тем самым прекращая их жизнедеятельность.

К веществам, применяемым в пищевой промышленности в качестве антисептиков (соединений, полученных химическим путем и обладающих антимикробными свойствами), предъявляют строгие требования: антисептики должны подавлять жизнедеятельность микроорганизмов при небольших концентрациях (сотые, десятые доли процента); оказывать губительное действие на микроорганизмы и не оказывать токсичного воздействия на организм человека; не образовывать токсичные соединения при разложении в организме человека и при взаимодействии с материалом технологических емкостей, в которых смешивают продукт и антисептик, а также с материалом консервной тары; не оказывать ощутимого влияния на органолептические показатели продукта; легко удаляться при необходимости из продукта. Перед разрешением использования консервантов в промышленности разрабатывают и стандартизируют доступные методы контроля их содержания в продуктах.

В разных странах существуют различные законодательства, регламентирующие применение консервантов при производстве плодоовощных консервов. Основная тенденция направлена к ограничению их применения, особенно в продукции, которая не подлежит дальнейшей переработке. Основными антисептиками, имеющими мировое признание, являются муравьиная, сорбиновая, бензойная кислоты и диоксид серы. Спорно мнение о возможности применения диэтилового эфира пирогальной кислоты, так как последними токсикологическими исследованиями установлена возможность его канцерогенного воздействия. Поэтому некоторые страны, такие как США и Германия, отказались от его использования.

В пищевой промышленности в качестве антисептиков применяют борную кислоту и ее натриевую соль, а также уротропин. Однако для консервирования плодоовощной продукции их не используют, так как для этого требуются большие дозы, вызывающие негативное влияние на организм человека. Данные антисептики в небольших дозах используют только для консервирования зернистой икры.

Антибиотики (вещества, полученные в результате культивирования микроорганизмов) обладают в сотни раз более высокой антимикроб-

ной активностью и оказывают консервирующее действие в концентрациях, измеряемых в тысячных долях процентов, но их применение для консервирования пищевых продуктов очень ограничено, так как они отрицательно влияют на организм человека (убивают естественную микрофлору кишечника, могут вызывать аллергические реакции организма и др.), а также в связи с тем, что антибиотиками лечат многие заболевания и их употребление вызывает появление устойчивых форм болезнетворных микроорганизмов. Для консервирования сырья животного происхождения (мяса, рыбы и битой птицы), которое в дальнейшем подвергают температурной обработке, в нашей стране разрешено применение только двух антибиотиков, предназначенных для лечебных целей, – нистатина и биомицина.

Для консервирования пищевых продуктов целесообразно применение специальных антибиотиков, которые не применяют в медицине. Например, антибиотик низин, вырабатываемый некоторыми молочнокислыми стрептококками, наиболее эффективен в кислых субстратах. Низин используют при производстве отдельных видов консервов для снижения термоустойчивости бактериальных спор в стерилизуемых продуктах, а также при изготовлении сгущенного молока и плавленых сыров.

Из антибиотиков растительного происхождения (фитонцидов) наиболее приемлемы для консервирования эфирное масло семян горчицы, аллиловое масло (изородановый эфир аллилового спирта). Добавление данного фитонцида в концентрации 0,002 % при производстве маринадов в герметичной таре помогает сохранить продукцию в течение года даже без пастеризации.

Однако не существует химических веществ, которые бы полностью удовлетворяли всем требованиям, предъявляемым к консервантам. В нашей стране наиболее широко применяют: диоксид серы, сорбиновую и бензойную кислоты или их натриевые соли. При консервировании некоторых видов продукции разрешено использование антибиотика низина.

Сульфитация свежих и переработанных плодов и овощей сернистым ангидридом. Сульфитацию целых плодов, ягод, пюреобразных полуфабрикатов, соков и других продуктов наиболее часто применяют на предприятиях небольшой мощности, расположенных в сельской местности. Наиболее восприимчивы к диоксиду серы плесневые грибы и бактерии, включая уксусно- и молочнокислые, а дрожжи менее чувствительны. Дрожжи рода *Saccharomyces* более чувствительны, чем пленчатые аэробные представители рода *Pichia Hansenula*.

Ингибирующее действие сернистого ангидрида на микроорганизмы объясняют его реакцией с альдо- и кетогруппами моносахаров, что лишает микроорганизмы возможности использования этих соединений в метаболизме, а также восстановлением SH-групп, содержащихся в протеинах клеточных ферментов.

Эффект асептического действия во многом зависит от pH среды. При $\text{pH} > 4$ диоксид серы переходит в связанное состояние, например, в серную кислоту. Диоксид серы в слабокислых растворах быстрее связывается глюкозой и другими химическими компонентами плодово-ягодного сырья и сильнее инактивируется, чем в кислых. Добавление аскорбиновой кислоты (особенно в соки) позволяет уменьшить дозировку сернистого ангидрида. Кроме того, диоксид серы ингибирует некоторые ферменты в растительном сырье и тем самым предупреждает побурение при хранении.

Сульфитацию пюре и соков обычно на предприятиях с небольшой производительностью осуществляют жидким диоксидом, полученным из газообразного. С этой целью предварительно готовят рабочий раствор 5–6%-ной концентрации. Количество, необходимое для растворения газа, рассчитывают заранее и контролируют, взвешивая баллон с двуокисью серы в момент подачи газа в раствор. При этом важно медленно растворять двуокись серы, так как при быстрой подаче газа в раствор он не успевает растворяться и его излишек в виде пузырьков поднимается через слой воды и выходит наружу в помещение. Скорость растворения газа зависит от температуры раствора. Чем она ниже, тем лучше проходит растворение. Готовить рабочий водный раствор сернистого ангидрида рекомендуют при температуре 15–20 °С. В этом случае растворимость диоксида серы составляет 5–7 %.

Фактическую концентрацию сернистого ангидрида в воде контролируют по плотности раствора. Так, при концентрации сернистого ангидрида 5 % плотность раствора составляет 1,0275, а при концентрации 6 % – 1,0328. Рабочий раствор готовят в день сульфитации продукции, так как газ обладает сильной летучестью.

Технологические инструкции предусматривают допустимые нормы внесения сернистого ангидрида (в зависимости от вида сырья), обеспечивающие его сохранность. Для пюре из яблок, слив и алычи допускается содержание ангидрида 0,1–0,18 % к массе продукта, для земляники, малины и других ягод – 0,1–0,15, для вишни и смородины (целые плоды) – 0,2 и для целых плодов сливы – 0,15 %. Объем рабочего раствора, вносимого в пюре, определяют по вычисленному количеству сернистого ангидрида в граммах, которое необходимо внести в соот-

ветствии с технологической инструкцией в пюре определенной массы, и пересчитывают с учетом содержания сернистого ангидрида в готовом рабочем растворе. Фруктовые полуфабрикаты часто сульфитируют в крупных стационарных бассейнах, цистернах вместимостью 10, 25, 50 т и более. При этом готовое горячее пюре охлаждают в вакуум-аппарате до температуры 30–40 °С. Охлажденное пюре подают в смеситель-сульфитатор определенной вместимости, заполняя его на 20–25 %, после чего в смеситель поступает сернистый ангидрид из баллона, установленного на весах. Включают мешалку для равномерного распределения сернистого ангидрида в продукте. Рассчитывают массу сернистого ангидрида на 1 т пюре, (кг): для яблочного и сливового – 1–1,8, для ягодного – 1–1,5, для персикового, абрикосового и др. – 1,2–2.

Сульфитированный продукт немедленно разливают в деревянные бочки вместимостью до 200 л, в деревянные чаны или железобетонные бассейны вместимостью до 20–25 т.

Хранить сульфитированные плоды, ягоды, плодово-ягодное пюре и соки в бочках лучше всего в хорошо закрываемых помещениях при температуре 0–25 °С. Допустимо хранение бочек, уложенных в два-три ряда по высоте под навесом. В жаркие дни бочки укрывают соломенными матами, которые поливают холодной водой. Сульфитированные продукты токсичны, и в пищу их не используют. Большое достоинство консервирования диоксидом серы – возможность проведения десульфитации продукции в процессе ее последующей доработки. При нагревании сульфитированного продукта диоксид серы практически полностью улетучивается.

Десульфитацию проводят в двутельных котлах или деревянных чанах, в которые по барботеру подают пар и тем самым нагревают продукт. В процессе десульфитации восстанавливается первоначальная окраска сырья. В готовой продукции обязательно определяют остаточное содержание сернистого ангидрида. Сульфитированные полуфабрикаты не используют в детском, диетическом питании, производстве напитков.

При консервировании с помощью сернистого ангидрида необходимо соблюдать правила техники безопасности. Сернистый газ ядовит. Он раздражающе действует на органы дыхания, слизистые оболочки человека, вызывает удушье. Газообразная двуокись серы значительно (в 2,25 раза) тяжелее воздуха, поэтому она концентрируется в нижней части помещения. При работе с сернистым ангидридом обязательно использование противогаса.

При производстве сульфитированных продуктов нельзя использовать оборудование, тару и инвентарь из железа (стали). Все детали

аппаратов и машин, соприкасающиеся с сернистым ангидридом, должны быть изготовлены из некорродирующих материалов: латуни, алюминия, полимеров, дерева, стекла или эмалированных металлов.

Консервирование бензойной кислотой. Бензойная кислота – белое кристаллическое соединение, трудно растворимое в воде, поэтому для консервирования применяют бензойнокислый натрий (бензоат натрия) C_6H_5COONa , который хорошо растворяется в воде, не имеет ни запаха, ни вкуса и оказывает консервирующее действие в концентрации 0,1 %, что разрешено органами здравоохранения в консервной промышленности. Он удовлетворяет почти всем требованиям, предъявляемым к антисептикам, за исключением легкого привкуса, специфического для бензоата, удалить который невозможно.

Бензоат натрия оказывает сильное антисептическое действие на дрожжи и плесени и слабо тормозит развитие уксусно-, молочнокислых и некоторых других бактерий. Консервирующее действие проявляется только в продуктах с кислотностью не менее 0,4 %. Естественная кислотность всех плодов и ягод выше (исключение составляют груши и некоторые летние сорта яблок). Для консервирования готовят 5%-ный раствор бензоата в горячей воде или соке. Затем, перекачав рабочий раствор в мерник, дозируют раствор в смеситель, куда подают приготовленное горячее пюре или сок, и тщательно перемешивают. На каждую тонну пюре добавляют 20 л раствора. Содержание бензоата в пюре не должно превышать 0,1 %. В процессе хранения постоянно проверяют содержание консерванта. При снижении концентрации ниже 0,1 % пюре дополнительно консервируют или направляют на переработку. Оптимальная температура для хранения пюре от -1 до $+10$ °С.

При консервировании соков с применением бензоата натрия его содержание нормируют в зависимости от вида сырья: для клубничного, малинового, черносмородинового – не более 0,1 %, для всех остальных соков – не более 0,12 %. Консервированный сок перекачивают в отстойник и выдерживают 15–20 сут, затем декантируют и фасуют в бочки вместимостью не менее 300 л или другие емкости (емкости не доливают на 5 % их вместимости).

Консервирование сорбиновой кислотой. В последние годы в консервном производстве начали широко использовать сорбиновую кислоту $CH_3(CH_2)_4COOH$ или ее соли, которые считают безвредными для человека, в связи с чем она занимает особое место среди разрешенных консервантов. Сорбиновая кислота, подобно естественным жирным кислотам, при участии лимонной кислоты разлагается в организме на углекислый газ и воду; она не сообщает продуктам посторонний привкус и запах, обладает консервирующим эффектом в небольших кон-

центрациях – (0,05–0,1 %). Сорбиновая кислота – белое кристаллическое вещество с характерным запахом, которое при длительном хранении на солнечном свете приобретает желтый оттенок. Поэтому ее рекомендуют хранить в защищенном от света месте в герметичной упаковке.

Сорбиновая кислота и ее соли подавляют развитие дрожжей, плесеней и многих бактерий, за исключением молочно- и уксуснокислых, на которые они практически не оказывают воздействия. Антисептическое действие в большей степени проявляется в кислой среде. Сорбиновую кислоту и ее соли как консервант применяют при производстве соков плодовых и ягодных натуральных, с сахаром, с мякотью, концентрированных, осветленных и неосветленных, компотов, плодово-ягодных экстрактов, джемов, варенья, плодов и ягод дробленых и протертых с сахаром, фруктовых соусов, повидла, томатной пасты, томатных соусов, квашеной капусты, соленых огурцов и томатов, полуфабрикатов пюре.

Применение сорбиновой кислоты позволяет значительно снизить температуру и время нагрева продукции, использовать для фасовки тару, не выдерживающую обработку высокими температурами (тетрапаки, ламистерная упаковка) при горячем розливе. При длительном нагревании сорбиновая кислота может частично улетучиваться, поэтому ее добавляют в конце варки перед фасовкой. При консервировании сырья с низкой кислотностью в продукт можно добавлять лимонную или яблочную кислоту.

В процессе производства сначала готовят 10%-ный раствор сорбиновой кислоты или сорбатов в горячем соке или сиропе (при 85 °С), который затем дозируют в основную массу продукта. Температура при фасовке должна быть для соков всех видов, соусов, джемов, варенья, повидла 80–85 °С, экстрактов и концентрированных соков – 55 °С.

Хранят консервированную продукцию при температуре 0–25 °С: томат-пюре – не более 1 года, соленые и квашеные овощи – 2 мес, фруктовые полуфабрикаты – 6 мес.

По качеству сульфитированные плоды и ягоды в соответствии с отраслевым стандартом подразделяют на 1-й и 2-й сорта. При оценке качества учитывают однородность по размеру и форме, прозрачность раствора, массовую долю сухих веществ в зависимости от вида сырья, количество целых плодов, наличие косточек и др.

Качество пюре, консервированных химическими консервантами, устанавливают в соответствии с отраслевыми стандартами, в которых нормируются массовая доля сухих веществ с учетом вида сырья и остаточное содержание консервантов.

Качество соков, консервированных с применением антисептиков, также нормируется отраслевыми стандартами. В соках в зависимости от вида используемого сырья нормируются массовая доля сухих веществ, общая кислотность (в пересчете на яблочную), количество осадка и содержание консервантов.

Остаточное содержание консервантов в сырье и готовой продукции относится к обязательным показателям при проведении сертификации. Для сушеных фруктов и овощей нормативное содержание диоксида серы зависит от вида продукции и составляет 150–1000 мг/кг. Для повидла и джемов содержание диоксида серы не должно превышать 20 мг/кг, сорбиновой кислоты – 500 мг/кг; для плодово-ягодных пюре, пульпы (полуфабрикаты) двуокиси серы – до 1000–3000 мг/кг, бензойной кислоты – не более 1000 мг/кг, томат-продуктов из сульфитированной массы (сухих веществ 30 %) двуокиси серы – не более 380 мг/кг. В продукции, консервированной низином (картофель, зеленый горошек, томаты, цветная капуста и др.), массовая доля низина в заливке не должна превышать 100 мг/кг.

Лекция 9. ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ. ПЕРЕРАБОТКА МАСЛИЧНЫХ И ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР. ПЕРЕРАБОТКА КАРТОФЕЛЯ И САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

9.1. Значение растительных масел и побочных продуктов их производства.

9.2. Характеристика сырья для производства растительного масла.

9.3. Технологическая схема производства растительного масла.

9.4. Хозяйственное значение и характеристика льна.

9.5. Способы производства тресты.

9.6. Основы переработки льнотресты.

9.7. Производство картофелепродуктов.

9.8. Технология производства картофельного крахмала.

9.9. Технология производства спирта.

9.10. Технология производства сахара-песка.

9.1. Значение растительных масел и побочных продуктов их производства

Высокая концентрация масел и жироподобных веществ в отдельных органах растений позволила использовать их для промышленного получения растительных масел. Растительные жирные масла имеют большое народнохозяйственное значение. Наряду с белками и углево-

дами пищевые растительные масла составляют основу рационального питания человека, а технические растительные масла широко применяют почти во всех областях народного хозяйства. Масличные семена, кроме жиров, белков и углеводов, содержат богатейший комплекс биологически активных соединений, в том числе витаминной и провитаминной природы. Они также содержат уникальный набор макро- и микроэлементов.

Наиболее высоко значение растительных масел как продовольственного продукта. Применение растительных масел в питании чрезвычайно разнообразно. Их употребляют непосредственно в пищу, используют в хлебопекарном и кондитерском производстве в качестве добавок к тесту, при изготовлении печенья, начинок для конфет, шоколада, халвы и других разнообразных продуктов. Кроме того, растительные масла применяют на многих других пищевых предприятиях.

В зависимости от вида использования различают пищевые растительные масла:

кулинарные – применяют в чистом виде или в виде маргарина, специальных кухонных жиров, майонеза;

столовые – масла, полученные из семян при низкой температуре, а также все рафинированные масла независимо от метода получения (оливковое, подсолнечное, рапсовое, кунжутное);

пекарные – применяют в качестве добавок в тесто с целью повышения качества изделий и для смазывания форм для выпечки (горчичное, рапсовое, хлопковое);

консервные – применяют при производстве консервов (рафинированное подсолнечное и хлопковое, а также столовые масла: оливковое, горчичное, арахисовое и их смеси).

Техническое использование растительных масел – производство моющих средств, лакокрасочных изделий, непромокаемых тканей, клеенчатых материалов, пластмасс, линолеума и др., а также в качестве смазочных материалов (касторовое, рапсовое масло).

Кроме того, растительные масла используются для получения фармацевтических, косметических и лекарственных препаратов (оливковое и некоторые другие масла используются для приготовления растворов витаминов, касторовое – в качестве слабительного средства. Для косметических целей применяется масло какао, оливковое, миндальное, касторовое).

К побочным продуктам при производстве растительного масла относят жмых и шрот. Жмых получают при производстве растительного масла путем прессования. В нем содержится 7–9 % жира. Шрот получают при экстракционном способе производства. Его масличность со-

ставляет 1–2 %. Химический состав шрота и жмыха зависит от вида культуры, содержания в семенах жира, способа производства. Они представляют собой ценный концентрированный корм для сельскохозяйственных животных и широко применяются для производства комбикормов, БВД и премиксов, так как богаты белком, биологически активными веществами, витаминами.

Жмыхи могут применяться для приготовления халвы и других кондитерских изделий (подсолнечный, арахисовый, кунжутный). Они также являются сырьем для получения аминокислот (глутаминовой). Из жмыха горчицы изготавливают порошок столовой горчицы.

9.2. Характеристика сырья для производства растительного масла

Липиды являются обязательным компонентом сухого вещества растительных клеток. Однако в тканях большинства растений накапливается сравнительно немного масла. В настоящее время известно более 600 растений, у которых в плодах, семенах, корневищах, спорах и пыльце образуется значительное количество масел. Наибольшее количество масла обычно сосредоточено в семенах, в их активной части – в зародыше семян и его запасных тканях.

Группа растений, содержащих в своих органах значительное количество растительных жиров, называется масличной группой. По мере развития техники извлечения масел из растительных тканей группа масличных культур постоянно расширяется. В эту группу в настоящее время включено более 50 наиболее распространенных видов растений.

Кроме масличных культур плантаторного использования (маслины, кокосовые пальмы), основное экономическое значение имеют маслосемена сои, хлопчатника, рапса, арахиса, подсолнечника, кунжута, льна масличного, клещевины, сафлора. За последние годы произошли значительные изменения в структуре производства маслосемян. С появлением сортов рапса, не содержащих эруковую кислоту, объемы его производства возросли более чем в 2 раза. Рапсовое масло, по сравнению с другими, содержит все физиологически важные для человека кислоты в оптимальном соотношении. По содержанию олеиновой кислоты только оливковое масло и масло новых гибридов подсолнечника превосходят рапсовое масло.

В производстве маслосемян по регионам мира отмечаются существенные различия. В странах Северной и Южной Америки преобладает производство сои, в Азии – арахиса, сои, хлопчатника и рапса, в Африке – арахиса, в Европе – подсолнечника и рапса, в Океании –

рапса и хлопчатника. Для технических целей широко применяется масло клещевины, льна, конопли. В Республике Беларусь сырьем для производства растительных масел являются такие культуры, как рапс, подсолнечник, лен.

Направление использования маслосемян в первую очередь зависит от состава жирных кислот, соотношения между насыщенными и ненасыщенными кислотами. Важнейшими жирными кислотами в растительном масле являются пальметиновая, стеариновая кислоты (насыщенные), олеиновая, айкозеновая, эруковая (просто ненасыщенные), линолевая, линоленовая (многократно ненасыщенные). Особенно ценной считается ненасыщенная олеиновая кислота.

В отличие от насыщенных кислот, относительно стойких к различным воздействиям, ненасыщенные кислоты легко окисляются (масло прогоркает) и восстанавливаются, образуя твердые жиры. Показателем содержания ненасыщенных кислот в масле является *йодное число* – количество граммов йода, присоединяющееся к 100 г масла. Чем больше оно, тем выше способность масла высушаться. По этому признаку растительные масла подразделяются на 3 группы:

высыхающие – йодное число более 130 (технические – льняное, рыжиковое, перилловое и др.);

полувысыхающие – йодное число 85–130 (пищевые – подсолнечное, соевое, рапсовое, кунжутное, горчичное и др.);

невысыхающие – йодное число менее 85 (арахисовое, касторовое).

Пищевые и технические масла должны содержать минимальное количество свободных жирных кислот (иначе требуется дополнительная обработка). Их содержание характеризуется *кислотным числом* – количество миллиграммов едкого калия (КОН), требующегося для нейтрализации свободных кислот в 1 г масла. У незрелых семян кислотность выше.

Число омыления (при производстве мыла) – количество миллиграммов КОН, требующегося для нейтрализации свободных и связанных с глицерином кислот в 1 г масла.

9.3. Технологическая схема производства растительного масла

В тканях масличных семян запасы масла распределены неравномерно. Большая часть масла содержится в ядре семени (зародыше и эндосперме), а в плодовой и семенной оболочках его количество небольшое, и оно имеет другой состав. Поэтому при переработке масличных культур целесообразно предварительно отделить эти оболочки от ядра. Целесообразность их отделения вызывается также и тем, что

ткани оболочки вследствие их большой пористости поглощают, а затем и прочно удерживают масло. Отделение оболочек также упрощает проведение последующих технологических операций (измельчения, прессования).

Для получения растительного масла применяются механический способ производства (прессование) и химический (экстракционный).

Принципиальная технологическая схема производства растительного масла включает следующие основные технологические операции: очистка сырья, обрушивание семян, сортирование рушанки, измельчение семян, влаготепловая обработка мятки, отжим масла, обработка жмыха растворителем, отгонка растворителя, рафинация масла (рис. 26).

Очистка сырья. Присутствие примесей в сырье осложняет переработку маслосемян. Наиболее широко используют разделение масличных семян и сора путем просеивания на ситах. Одинаковые по размерам, но более легкие или более тяжелые примеси выделяют при пневматической очистке. Металлопримеси удаляются из сырья на электромагнитных сепараторах. Для некоторых семян (подсолнечник) может применяться калибровка по крупности. Раздельная переработка крупных и мелких семян позволяет получить большее количество масла высшего сорта.

Обрушивание (удаление) оболочек. Данную операцию производят на семенорушках за счет удара семян о движущиеся бичи и неподвижную деку. Смесь, выходящая из рушки, называется рушанкой и представляет собой комплекс разнообразных по размерам частиц: крупной, мелкой и средней лузги, целяка (целых семян), недоруша (частично неразрушенных семян), целого ядра, половинок ядра, мелких частиц лузги и ядра, масличной пыли. Поэтому рушанку разделяют на несколько фракций. Недоруш, состоящий из целых и частично разрушенных семян, направляется на повторное обрушивание. Отдельно отделяется крупная и мелкая лузга. Масличная пыль присоединяется к ядру. Целые ядра и их половинки направляются на измельчение.

Измельчение. Измельчение ядер проводится с целью облегчения выделения из них масла. В основном для измельчения применяют пятиальцовые станки. Полученный после измельчения материал (мятка) отличается большой поверхностью, что способствует более быстрому извлечению масла. При измельчении помимо разрушения клеточных оболочек интенсивно разрушается маслосодержащая часть клетки, и все большая часть масла высвобождается и сразу же покрывает тонкой пленкой огромную поверхность частиц мятки.



Рис. 26. Технологическая схема производства растительного масла

Влаготепловая обработка мятки. В результате влаготепловой обработки изменяется структура мятки и уменьшается вязкость жира, благодаря чему мятка лучше отпрессовывается, выход растительного масла увеличивается.

На первом этапе проводят увлажнение и прогрев паром до температуры 60 °С. В результате такой обработки образуется поверхностный слой масла, который легче выделяется на прессах. Мятка тщательно перемешивается.

На втором этапе осуществляют подачу увлажненной и прогретой мятки в жаровню для нагрева и высушивания при температуре 105–110 °С. Высушенная мятка называется мезгой. Влажность мезги в зависимости от культуры составляет от 4,5 до 6,5 %. Такая обработка вызывает денатурацию белковых веществ.

Отжим масла. В большинстве случаев прессование предшествует окончательному обезжириванию материала растворителем – экстракции. Подогретую мезгу подают на шнековые прессы непрерывного действия. Мезгу обычно прессуют дважды. Сначала на форпрессах отделяется часть масла, а затем частично обезжиренную мезгу, называемую форпрессной ракушкой, измельчают, нагревают в жаровне и снова прессуют. При таком способе производства масла получают два продукта – масло и жмых, в котором содержится 7–9 % масла.

Экстракция масла. Силы, удерживающие масло в поверхностных слоях, во много раз превышают давления, развиваемые современными прессами. Единственным способом, позволяющим обеспечить практически полное извлечение масла, является экстракционный. В качестве растворителей используются экстракционный бензин и гексан. Для повышения эффективности экстракции сырье (жмыховую крупку) пропускают через плющильные вальцы.

Обезжиренный шрот частично освобождается от растворителя вакуумом. Затем его обрабатывают паром для испарения растворителя, подсушивают, охлаждают и измельчают. Такой шрот содержит только около 1 % масла.

Смесь масла и растворителя называется мисцеллой. Мисцеллу фильтруют на специальных фильтрах и сливают в мисцеллосборники. Она содержит в среднем 25–30 % масла (нелетучая фракция) и 70–75 % растворителя (летучая фракция). Отгонку растворителя из мисцеллы проводят паром в дистилляторах непрерывного действия. Готовое масло направляется на охлаждение.

Очистка масла. В полученном масле всегда присутствуют фосфолипиды, воски, красящие вещества, свободные жирные кислоты и др.

Кроме того, в масле содержатся твердые примеси, мелкие частицы мезги. В связи с этим обязательной операцией технологического процесса является очистка. Масло очищается на центрифугах, фильтр-прессах, отстаиванием.

Для удаления из масла фосфолипидов и восков применяют гидратацию (процесс обработки масла водой или паром) или вымораживание.

Одним из способов очистки масла является обработка слабыми растворами щелочей. При этом из масла выводятся свободные жирные кислоты в виде солей. Происходит некоторое осветление масла в результате взаимодействия красящих веществ со щелочью.

Полное удаление из масла красящих веществ может быть достигнуто адсорбционной рафинацией. Масло обрабатывают активированным углем, отбеливающими глинами и другими сорбентами.

Дезодорацию масла проводят в специальных аппаратах, пропуская через него перегретый водяной пар, с которым удаляются ароматические вещества.

9.4. Хозяйственное значение и характеристика льна

Основной технической культурой для получения прядогого волокна в республике является лен. Из стеблей льна получают волокно и костру, из семян – масло и жмых.

Льняное волокно – одно из самых прочных растительных волокон. Прочность льняной пряжи на разрыв в 2 раза выше хлопчатобумажной и в 3 раза – шерстяной. Льноволокно превосходит по прочности такие химические волокна, как вискозный и ацетатный шелк, и не уступают капрону и лавсану. Из льняного волокна изготавливают технические, бытовые и тарные ткани. В среднем из 1 кг льноволокна вырабатывается 2,4 м² бытовых или 1,6 м² технических тканей.

Бытовые ткани обладают высокой гигроскопичностью и влагоемкостью, отличаются высокими гигиеническими свойствами. Благодаря хорошей воздухопроницаемости и большой способности поглощать влагу, льняное нательное белье и верхнее платье в жаркую погоду охлаждает тело человека, снижает его утомляемость. Поэтому в условиях сухого и жаркого климата одежда из льна приобретает наибольшее значение.

Тарные ткани, изготавливаемые из короткого волокна, применяются для производства мешков и как упаковочный материал. Из короткого волокна также делают веревки и шпагат. Технические ткани идут на

изготовление брезентов, парусины, пожарных рукавов и т. д. Отходы трепания (пакля) применяются как конопаточный материал в строительстве, для упаковочных целей и т. п.

В костре содержится до 64 % целлюлозы, что позволяет использовать ее в качестве сырья для химической промышленности, изготовления строительных и отделочных плит. Из 1 т льняной костры можно получить один из видов продукции: 0,5 т картона, 250 л этилового спирта, 40 кг уксусной кислоты, 8 кг метилового спирта, 5 кг ацетона.

В семенах льна содержится до 45 % быстровысыхающего жира, из которого вырабатывают олифу, применяемую в лакокрасочной промышленности. Льняное семя применяют в кормлении животных. Оно нормализует жировой обмен. Льняное масло используют как пищевой продукт, в медицинской, фармацевтической, полиграфической, электротехнической и других отраслях промышленности.

Льняной жмых богат белком, содержит 3–5 % масла. По питательности 1 кг льняного жмыха приравнивается к 1,2 к. ед. и содержит около 280 г (28 %) переваримого протеина. Поэтому его используют на кормовые цели.

Лен-долгунец имеет тонкий, цилиндрический, прямой, гладкий, покрытый восковым налетом стебель. Стебель ветвится только в верхней части. 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. Наибольший выход длинного волокна дают стебли с технической длиной не менее 70 см и толщиной 1,1–1,5 мм.

Важным признаком, характеризующим качество будущего волокна, является цвет стеблей льна. Он зависит от степени зрелости, условий выращивания, погоды в период уборки и вылежки, степени пораженности грибными заболеваниями. Если лен убран преждевременно, то прочность волокна низкая и выход длинного волокна снижается. При слишком поздней уборке (перестое) волокно древеснеет. Уборку посевов льна для получения волокна проводят в фазе ранней желтой спелости в течение 10–12 дн. Нормальные по качеству стебли льна имеют светло-желтый или зеленовато-желтый цвет. Буро-темная и пестрая окраска характерны для стеблей, несвоевременно убранных, длительно хранившихся в поле во время дождливой погоды и пораженных грибными заболеваниями. Зеленая окраска стеблей свидетельствует о слишком ранней уборке.

Снаружи стебель льна покрыт защитной тканью – эпидермисом (рис. 27). Наружный слой эпидермиса (кутикула) покрыт воскообразным налетом, который непроницаем для воды и газов.

Под эпидермисом располагается паренхима (кора), состоящая из тонкостенных клеток. В коре стебля находится волокно в виде волокнистых или лубяных пучков. В каждый пучок входят 10–40 элементарных волокон – удлиненных (20–120 мкм) клеток, склеенных пектином. Структура элементарных волокон, их связь между собой и характер соединения в пучки определяют технологические свойства будущего волокна.

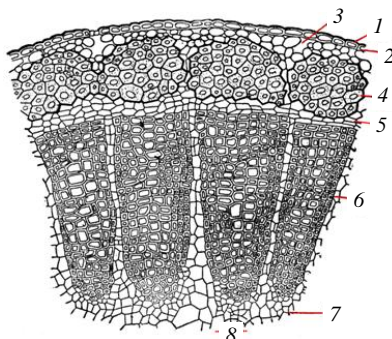


Рис. 27. Поперечный разрез стебля льна:
1 – кутикула; 2 – кожица; 3 – кора; 4 – пучки волокон; 5 – камбий;
6 – древесина; 7 – сердцевина; 8 – полость

Лубяные пучки располагаются по периферии стебля от основания до вершины и образуют кольцо, состоящее из 20–40 пучков, не склеенных друг с другом. Выделенные из стебля льна лубяные пучки называют техническим волокном. Оно бывает длинным и коротким. Элементарные волокна с меньшим диаметром, большей длины и большим количеством их в пучке обуславливают более тонкое волокно высокого качества.

Элементарные волокна в пучке и пучки с окружающими их тканями склеиваются пектином, который отличается по своим свойствам от пектиновых веществ, склеивающих пучки с клетками коры. Это позволяет при правильной обработке ослабить связь между волокнистыми пучками и окружающими их тканями без разрушения пектина внутри пучков. Даже частичное разрушение лубяных пучков резко

снижает выход длинного волокна, снижается его прочность и другие свойства. Главной составной частью волокон является целлюлоза, которая придает прочность, гибкость и эластичность, носкость, гигроскопичность, мягкость и блеск.

За паренхимой к центру стебля располагается слой камбия, а за камбием – древесина. В центральной части стебля имеется еще одна ткань, называемая сердцевинной. К моменту созревания она разрушается и внутри стебля образуется полость.

9.5. Способы производства тресты

Первичная обработка льна-долгунца – это совокупность процессов и операций, целью которых является выделение волокон из его стеблей. Для выделения волокна 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 льносолому химическими реагентами. Льняная солома непрерывно проходит через ряд ванн, заполненных водой, слабыми растворами кальцинированной соды, кислоты и специальной эмульсии. Между ваннами размещаются прессы.

Физический способ основан на пропаривании льносоломы при температуре 1400 °С под давлением. Целлюлоза при этом почти не разрушается, а пектиновые вещества после гидролиза легко вымываются.

Наиболее распространенным является **биологический способ (тепловая мочка или расстил)**. Биологический способ приготовления тресты основан на воздействии на солому микроорганизмов (аэробных бактерий и грибов), которые своими ферментами разлагают пектиновые вещества и освобождают волокно от окружающих их тканей.

При **тепловой мочке** ведущая роль в разложении пектиновых веществ принадлежит бактериям пектинового брожения, которые не нуждаются в кислороде, поэтому они лучше развиваются при полном погружении стеблей в воду. Выделяемые бактериями ферменты гидролизуют склеивающие вещества, связь между волокнистыми пучками и окружающими тканями ослабевает, в результате чего волокно легко отделяется от древесины. Тепловую мочку проводят в мочильных емкостях при температуре 32–36 °С. В этих условиях продолжительность

мочки составляет 3–4 сут. Оптимальная кислотность мочильной жидкости должна находиться в пределах рН 7–7,8. Выход и качество волокна зависят от свойств воды.

В настоящее время в Республике Беларусь *росяная мочка (расстил)* является основным способом получения льнотресты. Основой технологии является комбайновая уборка с одновременным расстилом соломы на льнище для ее вылежки (рис. 28).



Рис. 28. Уборка (теребление) льна с очесыванием семенных коробочек и расстилом соломы в ленты

Лучшее время расстила соломы – первая половина августа. В это время создаются оптимальные условия для вылежки. Среднесуточная температура находится в пределах 15–18 °С. Оптимальные температурные условия способствуют более быстрой и равномерной вылежке тресты. При расстиле в это время положительное влияние на разрушение пигментов оказывают солнечные лучи, что способствует отбеливанию стеблей.

Льняная солома должна иметь влажность в пределах 50–60 %. На сухой соломе споры пектиноразлагающих грибов прорастают плохо, замедляется процесс вылежки. Поэтому вторым важным условием получения качественной тресты является наличие влаги. Обильные росы в это время и достаточное количество осадков способствуют быстрой и качественной вылежке соломы.

В зависимости от погодных условий ленты льна необходимо два-три раза оборачивать. При этом удаляется излишняя влага, стебли лучше аэрируются и приобретают более выровненный цвет. Продолжительность вылежки стеблей льна зависит от сроков расстила, погодных-климатических условий и составляет 15–25 дн.

Время подъема тресты устанавливают путем взятия пробных снопов

и определения отделяемости волокна. При ранних сроках подъема тресты (недолежке) волокно бывает грубым и закоростренным. Оно плохо отделяется с верхней части стебля, имеет желтоватый цвет. При перележке треста имеет темно-грязноватый оттенок, множество торчащих волокон, волокно становится слабым. Для подъема льнотресты применяется рулонная технология. Она позволяет механизировать уборку и сократить сроки подъема.

В зависимости от способа приготовления льнотресты различают волокно стланцевое (росяная мочка), моченцовое (водяная мочка), котоновое (химический способ), паренцовое (физический способ). Лучшим является стланцевое волокно, так как под действием солнечных лучей при лежке в поле оно отбеливается.

9.6. Основы переработки льнотресты

Подаваемая в производство треста (рис. 29) при необходимости досушивается. Цель обработки тресты – отделение волокна от остальных частей стебля. Поточная линия производства длинного волокна (рис. 30) включает машину формирования слоя и мяльно-трепальный агрегат. 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.



Рис. 29. Поступление льнотресты на льнозавод

Дальнейшую обработку сырца (трепание) проводят на специальных трепальных машинах. Цель данной операции – очистить волокно-сырец от оставшейся костры и других неволокнистых частей стебля. Трепание осуществляется в результате ударно-скобляющего воздействия специальных бил. После трепания волокна-сырца получают длинное трепаное волокно.

Отходы трепания (спутанные стебли, низкосортная треста) используются для производства короткого волокна. Поточная линия выработки короткого волокна включает трясильную машину и куделеприготовительный агрегат.



a



б



в



г



д

Рис. 30. Линия по производству длинного волокна:
a – общий вид; *б* – загрузка рулонов на линию; *в* – формирование слоя;
г – мяльная машина; *д* – длинное волокно

9.7. Производство картофелепродуктов

Продукты промышленной переработки картофеля по сравнению со свежим картофелем имеют ряд преимуществ. Во-первых, переработка – эффективный метод сохранения продукции, позволяющий обеспечить «вторым хлебом» широкие массы населения в течение длительного времени. Картофелепродукты более транспортабельны и, за исключением быстрозамороженных продуктов, не требуют специальных условий хранения. При использовании картофелепродуктов отпадает проблема утилизации отходов, расширяется ассортимент продуктов питания, за счет снижения затрат ручного труда повышается эффективность работы объектов общественного питания и облегчается труд домохозяйек. При этом картофелепродукты сохраняют основные исходные качества свежего картофеля, а при введении в их состав различных пищевых добавок приобретают высокую биологическую и энергетическую ценность. Поэтому во многих странах мира уже много лет наблюдается тенденция к расширению производства продуктов из картофеля на специализированных предприятиях.

Ассортимент выпускаемых картофелепродуктов очень разнообразен: сушеные картофелепродукты (сухое картофельное пюре в виде хлопьев, крупок, гранул и порошка), быстрозамороженные продукты (гарнирный картофель, палочки, биточки и котлеты картофельные, клецки, драники и т. д.), обжаренные продукты (хрустящий картофель, чипсы, палочки), концентраты для приготовления картофельных лепешек, оладий, пирожков и т. д. (рис. 31).

Если крахмалопродукты вырабатываются на крахмальных заводах или на отдельных линиях, находящихся около них, то картофелепродукты могут производиться как в местах производства картофеля, так и в местах потребления картофелепродуктов. При этом предпочтительнее вырабатывать обезвоженные продукты в местах производства картофеля, а быстрозамороженные и обжаренные – в местах потребления. Выработку сухого картофельного пюре и картофельной муки следует производить на одном предприятии, так как технологические схемы и применяемое оборудование для их производства по существу одинаковы. Одновременно рекомендуется вырабатывать быстрозамороженные продукты, потому что картофельные биточки и котлеты являются побочным продуктом при изготовлении гарнирного картофеля.

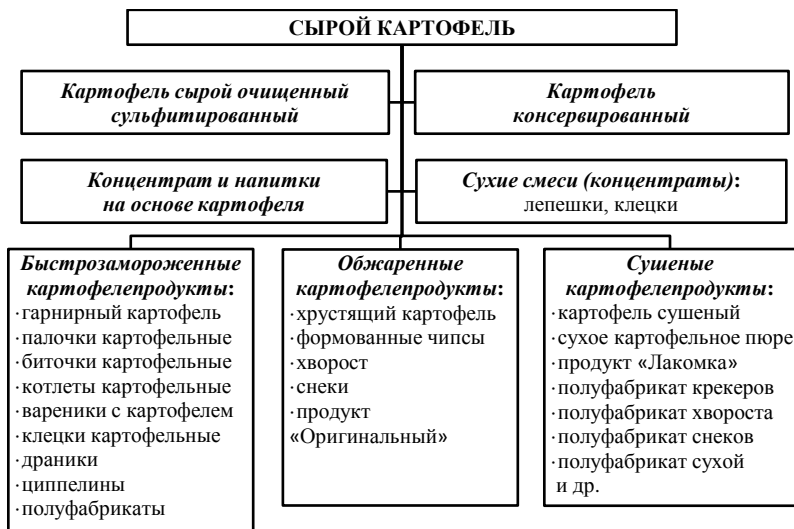


Рис. 31. Классификация картофелепродуктов

Технологические схемы производства продуктов питания из картофеля включают общие подготовительные операции: отбор камней и примесей, мойку, инспекцию, очистку от кожуры, доочистку. Впоследствии подготовленный картофель перерабатывается по технологической схеме в зависимости от вида конечного продукта.

Картофель сырой очищенный сульфитированный. Данный полуфабрикат предназначен для приготовления различных блюд в сети общественного питания и реализации в розничной торговле. Его получают из свежего очищенного картофеля, обработанного соединениями серы с целью предотвращения потемнения на воздухе.

Перед переработкой клубни калибруют на две фракции: стандартные (более 30 мм по наибольшему поперечному диаметру) и нестандартные (менее 30 мм). Для переработки используются только стандартные клубни. Клубни моют проточной водой в моечных машинах различного типа. С целью удаления бракованных клубней картофель инспектируют с использованием ленточных, роликовых или других конвейеров. Основная операция в данной технологической схеме – очистка клубней. Очистка осуществляется двумя способами: механическим или паровым (паротермическим). Механическая очистка производится в основном в картофелеочистительных машинах с абразив-

ными рабочими органами. Паровая очистка картофеля производится с использованием паровых аппаратов, где клубни обрабатываются паром под давлением 0,2–0,8 МПа в течение 1–1,5 мин, затем кожура удаляется в моечно-очистительных машинах. Доочистку производят вручную ножами на инспекционном конвейере.

Очищенный картофель может храниться на открытом воздухе не более 15 мин, поскольку в данных условиях начинается процесс взаимодействия между редуцирующими сахарами и аминокислотами, что вызывает потемнение и ухудшение всех свойств: вкуса, запаха, цвета. Для предотвращения данных процессов очищенные клубни сульфитируют, выдерживая их в водном растворе бисульфита либо пиросульфита натрия в течение 2–5 мин. После сульфитации с поверхности клубней должна быть удалена излишняя влага. Готовый продукт герметично упаковывается и подается на маркировку, транспортировку и хранение.

В процессе дальнейшего использования сульфитированного картофеля его десульфитация производится при нагревании, в результате которого соединения серы практически полностью улетучиваются. Тем не менее сульфитированные полуфабрикаты не рекомендуются для использования в детском и диетическом питании. Вместо сульфитов для предотвращения потемнения очищенных клубней могут использоваться 2%-ный раствор поваренной соли или лимонной кислоты, 1%-ный раствор аскорбиновой кислоты, однако данные способы менее эффективны и более затратны. В то же время потребитель все больше склоняется к приобретению продуктов питания, не содержащих консерванты. Поэтому в последние годы широкое распространение получило использование вакуумной упаковки свежих очищенных клубней картофеля без консервантов.

Быстрозамороженные картофелепродукты. На начальных этапах переработки картофель, независимо от вида конечного продукта, проходит универсальные этапы подготовки. После отделения примесей клубни подаются в цех и подвергаются мойке в моечных машинах. После отмывания клубни инспектируют на роликовых или ленточных инспекционных столах (конвейерах), удаляя непригодные для производства экземпляры.

Очистка клубней от кожуры производится в данном случае в основном механическим методом. После очистки обязательно проводится ручная доочистка клубней и инспекция. Далее, в зависимости от вида получаемого продукта, клубни могут промываться и подвергаться сульфитации или поступать на нарезку.

При производстве гарнирного быстрозамороженного картофеля

подготовленные клубни на овощерезке нарезают на столбики (брусочки) поперечным сечением 10×10, 8×8 или 6×6 мм. Для удаления крахмала с поверхности нарезанного картофеля его промывают холодной водой. Далее продукт подвергается инспекции, в ходе которой из общей массы удаляются непригодные экземпляры.

Проинспектированный картофель бланшируется в горячей воде (80–90 °С) в течение 5–15 мин в зависимости от загрузки емкости. Бланшированный картофель поступает на сито для удаления лишней влаги.

Подготовленное сырье дозируется с помощью весов по 1 кг, укладывается в сетки и направляется в морозильные камеры. Замораживание осуществляется при температуре ниже –18 °С в течение 1–2 ч. Готовый продукт упаковывается в пакеты из пленки и картонные пачки, которые укладываются в коробки или ящики, и поступает на хранение. Замороженный гарнирный картофель хранится при температуре –18 °С 6 мес, при температуре –8...–12 °С – 2 нед, при этом не допускается его размораживание и повторное замораживание.

Сушеные картофелепродукты. В этой группе продукции наибольший удельный вес занимает сухое картофельное пюре. Данный продукт производится в виде хлопьев, крупки, гранул или гранулята. Для изготовления сухого картофельного пюре необходимо использовать клубни со светлой мякотью, содержанием сухого вещества не менее 22 % и редуцирующих сахаров не более 0,4 %. Из сортов белорусской селекции для этих целей подходят Фальварак, Дина, Универсал, Криница, Лад, Ласунок, Блакит, Маг, Выток и др.

Картофельные хлопья получают из картофельного пюре, высушенного в форме пластинок с последующим их измельчением. Сухое картофельное пюре в виде крупки получают путем смешивания картофельного пюре, картофельных хлопьев и части готового продукта с последующим высушиванием в виде крупинок. Пюре в виде гранул производят из картофельного пюре путем формирования из него жгутов с последующей их сушкой и дроблением на гранулы. Сушеный картофель производится путем нарезки очищенных клубней на кубики, столбики, соломку или пластинки и высушивания их до 8–12%-ной влажности.

Обжаренные картофелепродукты. Одним из самых известных и распространенных обжаренных картофелепродуктов являются картофельные чипсы. В торговой сети присутствует множество различных марок и видов данного продукта. По способу производства чипсы можно подразделить на традиционные (хрустящий картофель в ломтиках) и формованные.

По традиционной технологии чипсы получают из сырого картофеля, нарезанного на ломтики, путем обжаривания в растительном масле и последующего нанесения на их поверхность соли и специй. Фактором, сдерживающим широкое распространение данной технологии, является недостаток качественного сырья. Получение картофеля, пригодного для производства традиционных чипсов, специалисты называют «высшим пилотажем» в картофелеводстве. Во-первых, клубни должны содержать от 20 до 24 % сухого вещества и не более 0,4 % редуцирующих сахаров (в послеуборочный период не более 0,2 %, с учетом ресинтеза в период хранения). В основном это достигается подбором сортов. Из белорусского сортимента предъявляемым требованиям соответствуют Фальварак, Универсал, Криница, Ласунак, Ветразь, Журавинка, Маг, Веснянка, Зарница и др. Наиболее пригодны для переработки на чипсы клубни округлой и округло-овальной формы, размером по наибольшему поперечному диаметру 40–60 мм, так как именно при такой форме облегчается сортирование картофеля, снижаются отходы и механические повреждения, увеличивается выход стандартного продукта.

Технологическая схема производства традиционных чипсов включает общие операции по предварительной подготовке клубней. Основная операция – обжарка ломтиков – производится в непрерывном потоке в обжарочных машинах. Для обжарки используются подсолнечное, кукурузное, соевое, рапсовое масла или их смесь. Продолжительность обработки составляет 3–5 мин при температуре масла 140–175 °С. По мере достижения готовности чипсы извлекают из печи, охлаждают, удаляют излишки масла, инспектируют и наносят на их поверхность пищевые и вкусовые добавки. По аналогичной технологии производится хрустящий картофель в виде соломки и пластинок, которые требуют обжаривания в течение 5–10 мин.

Формованные чипсы производят из сухого картофельного пюре, сушеного картофеля, крахмала и т. п. При использовании данной технологии перед производителем не стоит проблема заготовки сырья определенного качества, поэтому она более распространена.

В начале технологического процесса подготавливаются компоненты: сухое картофельное или гороховое пюре в виде хлопьев, крупы, натуральное картофельное пюре, свежие овощи (лук, морковь, чеснок, картофель и т. п.), сырые крахмалы, солевой раствор и др. Ингредиенты при необходимости просушиваются, измельчаются, просеиваются через сита и проходят магнитную сепарацию. Подготовленное сырье смешивается и увлажняется до влажности 40–45 % в смесителе лопастного типа в течение 8–12 мин. Полученная масса поступает в вал-

ковый формователь, где приобретает форму гладкой или рифленой ленты толщиной 0,8–1 мм. Лента непрерывным конвейером подается на обжарку в растительном масле при температуре 165–175 °С в течение 30 с. Обжаренную ленту разрезают на пластины длиной до 20 см и шириной до 5 см, удаляют избыток масла и охлаждают до температуры 25–30 °С. Готовый продукт инспектируется и упаковывается.

9.8. Технология производства картофельного крахмала

Крахмал является распространенным в растительном мире углеводом, представляющим основной запас питательных веществ многих культур. Его содержание в сырых клубнях картофеля изменяется в широких пределах – от 10–12 до 25–28 % (70–80 % сухих веществ). Содержание крахмала в клубнях является главным показателем, определяющим качество картофеля как сырья для переработки на крахмал.

Производство крахмала является одним из старейших способов переработки картофеля. На современных предприятиях из клубней извлекается более 90 % крахмала, который находит последующее применение в пищевой и других отраслях промышленности. Обладая хорошей влагоудерживающей, эмульгирующей и склеивающей способностями, картофельный крахмал используется при производстве фруктово-ягодных киселей, мороженого, некоторых видов колбасных изделий, кондитерских кремов, помад, начинок для тортов, для загущения соусов и т. д. В технических целях крахмал используется в бумажной, текстильной, полиграфической и других видах промышленности.

Плотность крахмала примерно в 1,5 раза больше по сравнению с водой, поэтому в воде крахмальные зерна тонут. Данный факт используется при их выделении из измельченной картофельной каши.

Для производства картофельного крахмала применяются различные технологические схемы, в которых используется разнообразное оборудование. Однако, независимо от состава производственной линии, все современные технологии включают следующие основные операции: хранение и подачу картофеля в производство, мойку, измельчение клубней, выделение клеточного сока и мезги, очистку крахмала от примесей, обезвоживание и сушку крахмала до равновесной влажности. На рис. 32 представлена общая технологическая схема получения картофельного крахмала.



Рис. 32. Технологическая схема производства картофельного крахмала

Подача картофеля в производство. Картофель с приемной площадки или хранилища по гидротранспортеру подается в переработку. Кроме транспортирования клубней по гидротранспортеру вода способствует отделению легких (солома, ботва) и тяжелых (песок, камни) примесей. На гидротранспортере для этих целей оборудуют соломо- и камнеловушки.

Мойка. Клубни моют в моечных машинах различных конструкций (барабанного, щеточного, бильного типов). При этом происходит практически полное удаление с поверхности клубней и глубоких глазков частиц земли и песка.

Взвешивание. Учет поступающего на переработку картофеля производится взвешиванием в специальных ковшах порциями 50 или 100 кг с регистрацией счетчиком количества опрокидываний ковша. После взвешивания картофель поступает в бункер-накопитель, из которого дозатором подается на измельчение.

Измельчение. Механическое разрушение тканей клубней картофеля проводится с целью вскрытия клеток и освобождения из них крахмальных зерен. Измельчение проводится на измельчающей машине ударного действия или терочной машине. В поддоне под теркой измельченный картофель разбавляется водой и в виде полужидкой каши подается на осадительные центрифуги для выделения концентрированного клеточного сока и выведения его из производства.

Выделение клеточного сока. При центрифугировании выделяется до 85 % картофельного клеточного сока. Сокращение продолжительности соприкосновения в кашке крахмала с клеточным соком способствует предупреждению потемнения крахмала. После отделения клеточного сока повышается эффективность работы ситовых аппаратов, снижается образование пены в продуктах, повышается качество крахмала.

Промывание каши. Стущенная на центрифугах кашка разбавляется водой и поступает на первые сита (дуговые или центробежно-лопастные), где происходит первое отмывание крахмала с получением крахмального молока. Далее кашка поступает на щеточные сита, где происходит окончательное отмывание крахмала протиранием щетками с обильной подачей воды. Крахмальное молоко поступает для отделения соковой воды, а крупная мезга из сита – в сборник и далее в мезговую яму. Мезга выводится из производства и используется на кормовые цели.

Отделение соковой воды. Крахмальное молоко после дуговых и

щеточных сит поступает на центрифугу для отделения и удаления соковой воды.

Рафинирование крахмального молока. Отходящая от центрифуги смесь сгущенного крахмала и мелкой мезги разбавляется свежей водой с получением крахмального молока с концентрацией сухих веществ 6–7 % и подается на капроновые сита первого рафинирования (отделения мелких частичек мезги). После первой ступени рафинирования крахмальное молоко с содержанием мелкой мезги не более 1 % по массе абсолютно сухих веществ поступает на второе рафинирование. Очищенный крахмал в виде крахмального молока поступает на промывание.

Промывание крахмала. В рафинированном крахмальном молоке еще содержатся в небольшом количестве остатки частичек мезги и растворимых веществ, а также оставшиеся песчинки. Поэтому для окончательной очистки его направляют на промывание в гидроциклонах непрерывного действия. В результате вращательного движения жидкости в гидроциклоне более крупные и тяжелые частицы отбрасываются к периферии (тяжелая фракция), а легкая фракция и мелкие частицы мезги вытесняются к центру аппарата. Обе фракции выводятся из циклона. На выходе из гидроциклона получают чистый крахмал и часть крахмала с пониженным качеством. Последнюю фракцию перерабатывают.

Обезвоживание крахмала. Данная операция проводится в центробежной сушилке или установке барабанного вакуум-фильтра. Здесь крахмал обезвоживается до влажности 38–40 % и на выходе получают сырой крахмал, который винтовым конвейером направляется в сушилку.

Сушка крахмала. Наиболее перспективным типом сушилки является пневматическая. В пневматической сушилке разрыхленный крахмал сушится в движущемся потоке воздуха, нагретого до температуры 140–150 °С. Однако, поскольку длительность сушки составляет меньше секунды, крахмал за счет испарения поверхностной влаги нагревается не выше 60 °С. Таким образом крахмал высушивается до стандартной влажности 20 %.

Просеивание. Высушенный до равновесной влажности крахмал может содержать некоторое количество крупки, которая образуется при низком качестве используемого сырья. Поэтому для ее отделения крахмал просеивают на ситовом аппарате типа бурата на проволочном, тканом или шелковом ситах. Выделенную крупку разводят водой и направляют повторно на переработку. Общий процент извлечения крахмала изменяется в пределах 80–90 %.

Фасовка. Крахмал затаривают в двойные или многослойные бумажные мешки, которые зашиваются на мешкозашивочной машине. Упаковывают крахмал и в мягкие многоразовые контейнеры.

Химические или физические свойства обычного (нативного) крахмала могут не полностью соответствовать требованиям последующего производства. Поэтому в настоящее время в пищевой промышленности разработаны технологии направленного изменения (улучшения) свойств крахмала, т. е. производства так называемых модифицированных крахмалов.

Модифицированные крахмалы обладают ценными практическими и технологическими свойствами, такими как повышенная способность к клейстеризации и студнеобразованию, гидрофильность и др., что значительно расширяет область их использования. Набухающий крахмал широко используется в пищевой промышленности, окисленный крахмал применяют в бумажной и пищевой промышленности, замещенные крахмалы применяют при производстве майонезов, салатных приправ, мясных изделий, ацелированный крахмал используют в пищевой промышленности в качестве загустителя.

9.9. Технология производства спирта

Производство спирта из крахмалосодержащего сырья (картофеля, зерна и др.) состоит из следующих основных технологических стадий: подготовка сырья к переработке, водно-тепловая обработка (разваривание), осахаривание разваренной муки, культивирование производственных дрожжей, сбраживание осахаренного сусла, выделение спирта из бражки и его очистка (рис. 33).

Подготовка сырья. Картофель в производство из накопительных закровов подается гидротранспортером. Легкие, грубые и тяжелые примеси отделяют в соломо- и камнеловушках. Оставшаяся часть земли, а также встречающиеся примеси отделяются при мойке. Вымытый картофель взвешивается на ковшовых автоматических весах. Подготовка зерна включает очистку от примесей.

Картофель перед тепловой обработкой *измельчается* в кашку до крупности не более 3 мм. При этом освобождается около 70 % крахмала. Картофельную кашку предварительно подогревают до температуры 40 °С. Продукты дробления зерна должны иметь такие размеры, чтобы 50–60 % их проходило через сито с отверстием 1 мм.



Рис. 33. Технологическая схема получения спирта-ректификата

Влаго-тепловая обработка. Основная цель влаго-тепловой обработки сырья – подготовка к осахариванию крахмала амилолитическими ферментами солода или микробных препаратов. Осахаривание наиболее полно и быстро проходит тогда, когда крахмал доступен для их действия (не защищен клеточными стенками), оклейстеризован и растворен, чего можно достичь следующими способами:

- развариванием (тепловой обработкой цельного сырья при повышенном давлении);
- сверхтонким механическим измельчением сырья на специальных машинах;
- механическим измельчением сырья до определенных размеров частиц с последующим развариванием (комбинированный способ).

Широкое распространение получил комбинированный способ. Такой способ тепловой обработки в сочетании с непрерывностью процесса считается наиболее прогрессивным, так как при относительно небольших затратах электроэнергии на измельчение сырья и теплоты на разваривание, благодаря «мягкости» режима разваривания, обеспечивающего минимальные потери сбраживающих веществ, позволяет хорошо подготовить сырье к осахариванию.

Осахаривание. Данный процесс заключается в обработке охлажденной разваренной массы солодовым молоком или ферментными препаратами для гидролиза полисахаридов, белков и других веществ. Основным процессом при этом является ферментативный гидролиз крахмала до сбраживаемых сахаров, поэтому процесс и называется осахариванием. В результате осахаривания разваренной массы получают сусло спиртового производства. Осахаривание включает следующие операции: охлаждение разваренной массы до определенной температуры, смешивание охлажденной массы с солодовым молоком (микробной культурой), осахаривание крахмала, охлаждение сусла до начальной температуры брожения, перекачивание сусла в бродительное отделение завода.

Брожение. С момента введения производственных дрожжей в охлажденное сусло начинается брожение. В настоящее время на заводах применяют непрерывно-поточный, поточно-рециркуляционный и циклический способы брожения. Периодическое сбраживание проводят только на малых заводах. Процесс брожения можно разделить на три периода: взбраживание (продолжается размножение дрожжей), главное брожение (происходит сбраживание основного количества сахара), дображивание (оканчивается доосахаривание декстринов и

крахмала амилолитическими ферментами с последующим их дображиванием дрожжами).

При периодическом брожении все его стадии протекают в одном аппарате. Продолжительность брожения составляет 72 ч. Для непрерывно-поточного, поточно-рециркуляционного и циклического способов брожения требуются отдельные емкости (дрожжанки, дрожжегенераторы, батарея бродильных аппаратов). Продолжительность брожения суслу по этим методам составляет 60–62 ч. Необходима периодическая стерилизация системы.

Брага представляет собой сложную многокомпонентную систему, состоящую из воды (82–90 мас. %), сухих веществ (4–10 мас. %), этанола с сопутствующими летучими примесями (7–9 мас. %, или 8–11 об. %). Летучие примеси, сопутствующие спирту, можно подразделить на четыре группы: спирты, альдегиды, кислоты и эфиры.

Получение и очистка спирта-сырца. Спирт из браги выделяют с помощью ректификации на сырцовых ректификационных установках. При этом вместе с ним отгоняется и значительная часть сопутствующих летучих примесей. Получаемый продукт называется спиртом-сырцом.

Ректификация – процесс разделения жидких летучих примесей на компоненты или группы компонентов (фракции) путем многократного двухстороннего массо- и теплообмена между противоточно движущимися паровым и жидкостными потоками. Необходимое условие процесса ректификации – различная летучесть отдельных компонентов.

Ректифицированный спирт может быть получен из спирта-сырца или непосредственно из браги. Из спирта-сырца ректифицированный спирт получают на периодически- или непрерывнодействующих ректификационных установках. Получение ректифицированного спирта непосредственно из бражки осуществляется на непрерывнодействующих брагоректификационных установках. Этот способ считается экономически более целесообразным.

9.10. Технология производства сахара-песка

Производство сахара из свеклы является сложным физико-химическим процессом. Сахарозу извлекают из клеток диффузией, после чего применяют химические и теплофизические воздействия для отделения сахара от нес сахаров и превращение его в чистый кристаллический продукт (рис. 34).

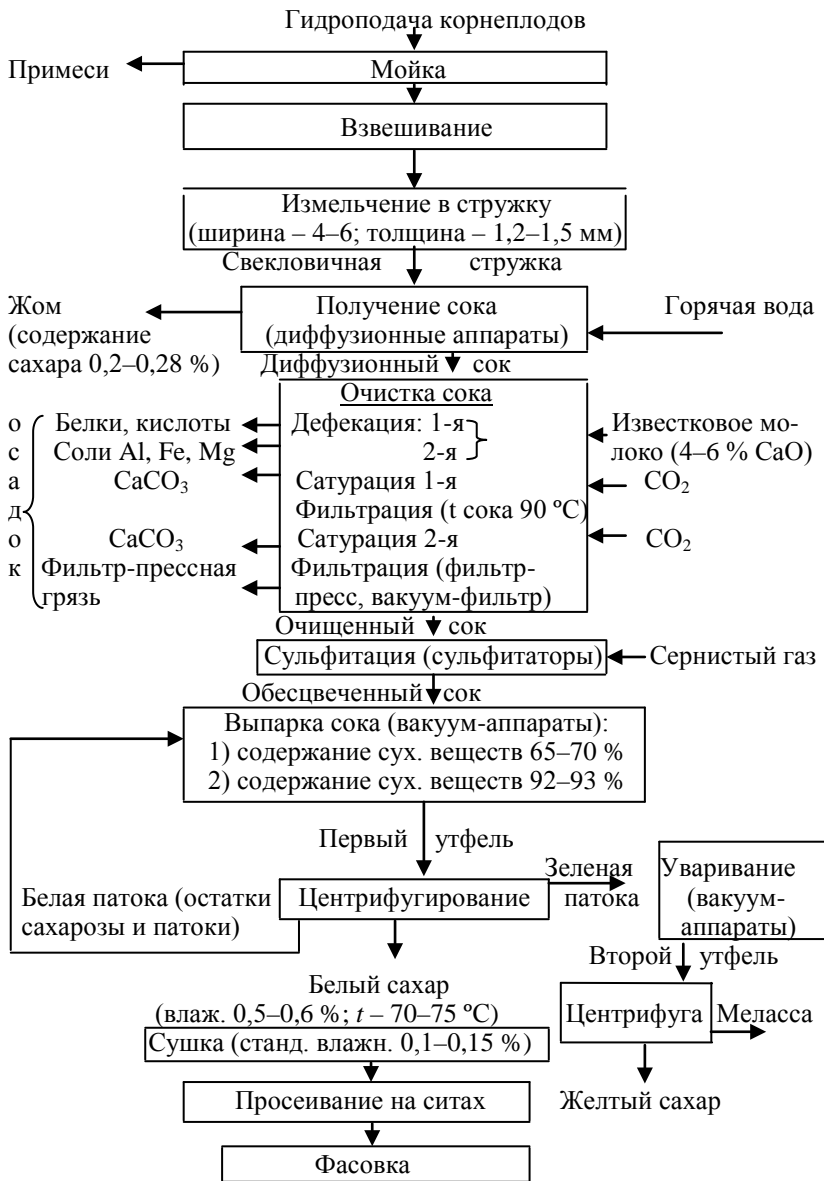


Рис. 34. Технологическая схема получения сахара-песка

Подача в производство. 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).

Очистка и мойка. Окончательное отмывание корнеплодов свеклы происходит в свекломоечных машинах и струйным отмывом. Для уменьшения вымывания сахарозы из свеклы ее транспортируют и отмывают водой температурой 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). Данный процесс заключается в извлечении 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 несколько операций.

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

ет 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 несхаров. При сгущении до пересыщения сахароза начинает осаждаться в виде кристаллов. Сгущение очищенного сока проводят в два этапа: сначала выпаривают воду в выпарной установке до состояния, близко к насыщению (содержание сухих веществ в сиропе 65–70 %), а затем – в вакуум-аппаратах до пересыщения (содержание сухих веществ 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 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / В. И. Филатов [и др.]. – Москва: КолосС, 2004. – 724 с.
2. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие: в 2 ч. / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2004. – Ч. 1. – 204 с.
3. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие: в 2 ч. / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2004. – Ч. 2. – 140 с.
4. Малин, Н. И. Технология хранения зерна: учебник / Н. И. Малин. – Москва: КолосС, 2005. – 280 с.
5. Манжесов, В. И. Технология хранения растениеводческой продукции: учеб. пособие / В. И. Манжесов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин. – Москва: КолосС, 2005. – 392 с.
6. Мелихов, А. А. Хранение и переработка плодов и овощей: учеб. пособие / А. А. Мелихов. – Минск: Ураджай, 2000. – 73 с.
7. Пилипюк, В. Л. Технология хранения зерна и семян: учеб. пособие / В. Л. Пилипюк. – Москва: Вуз. учеб., 2009. – 457 с.
8. Поморцева, Т. И. Технология хранения и переработки плодоовощной продукции. Учебник: учеб. пособие / Т. И. Поморцева. – 2-е изд., стер. – Москва: ИЦ «Академия», 2003. – 136 с.
9. Послеуборочная обработка и хранение зерна: учеб. пособие / Е. М. Вобликов [и др.]. – Ростов-на-Дону: ИЦ «МарТ», 2001. – 240 с.
10. Романова, Е. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / Е. В. Романова, В. В. Введенский. – Москва: РУДН, 2010. – 185 с.
11. Смирнов, В. П. Заготовка, хранение и реализация картофеля, плодов и овощей / В. П. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 366 с.
12. Технология переработки растениеводческой продукции: учебник / Н. М. Личко [и др.]. – Москва: КолосС, 2008. – 582 с.
13. 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.
14. Трисвятский, Л. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов: учебник / Л. А. Трисвятский, Б. В. Лесик, В. Н. Курдина. – 4-е изд. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 416 с.
15. Цык, В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: курс лекций / В. В. Цык. – Горки: БГСХА, 2013. – 196 с.
16. Цык, В. В. Послеуборочная обработка и хранение зерна: учеб.-метод. пособие / В. В. Цык. – Горки: БГСХА, 2014. – 267 с.
17. Широков, Е. П. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации: учебник / Е. П. Широков, В. И. Полетаев. – Москва: КолосС, 2000. – 254 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
1.1. Содержание предмета, его цель и задачи.....	3
1.2. Проблемы повышения качества продукции растениеводства, сокращения потерь при уборке, хранении.....	4
1.3. Пути снижения себестоимости, сокращения потерь и повышения качества растениеводческой продукции.....	5
1.4. Кондиции как нормы качества продукции растениеводства.....	7
Лекция 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	9
2.1. Продукция растениеводства как объект хранения.....	9
2.2. Виды потерь растениеводческой продукции и борьба с ними.....	11
2.3. Факторы, влияющие на качество и сохранность растениеводческой продукции.....	13
2.4. Научные принципы хранения и консервирования растениеводческой продукции.....	22
Лекция 3. ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА И СЕМЯН.....	27
3.1. Характеристика зерна и семян как объектов хранения.....	27
3.2. Состав зерновой массы. Физические свойства зерновых масс.....	30
3.3. Физиологические процессы, происходящие в зерне при хранении.....	33
3.4. Влияние микроорганизмов на сохранность зерна и семян.....	36
3.5. Влияние вредителей на сохранность зерна и семян.....	37
3.6. Схема послеуборочной обработки зерна.....	39
3.7. Очистка зерна и семян от примесей.....	40
3.8. Сушка зерна и семян.....	41
3.9. Активное вентилирование зерна.....	44
3.10. Режимы хранения зерна.....	47
3.11. Способы хранения зерна.....	50
Лекция 4. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ СОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	52
4.1. Характеристика картофеля, овощей и плодов как объектов хранения.....	52
4.2. Лежкость картофеля, овощей и плодов.....	54
4.3. Физические свойства картофеля, плодов и овощей и их значение при доработке и хранении.....	56
4.4. Физиологические процессы, происходящие в картофеле, овощах и плодах при хранении.....	62
4.5. Влияние микроорганизмов на сохранность картофеля, овощей и плодов.....	68
4.6. Влияние насекомых, клещей, нематод на сохранность плодоовощной продукции.....	70
4.7. Оптимальные условия и режимы хранения плодоовощной продукции.....	72
4.8. Способы хранения и размещения плодоовощной продукции.....	78
Лекция 5. ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ И ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	80
5.1. Клубни картофеля как объект хранения.....	80
5.2. Послеуборочная доработка и закладка картофеля на хранение.....	82
5.3. Способы хранения картофеля.....	85
5.4. Режимы хранения картофеля.....	87
5.5. Особенности хранения отдельных видов сочной продукции.....	91
Лекция 6. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ.....	94
6.1. Хранение льносоломы и льнотресты.....	95

6.2. Химический состав корнеплодов сахарной свеклы.....	95
6.3. Процессы, происходящие в корнеплодах сахарной свеклы при хранении.....	97
6.4. Способы хранения сахарной свеклы	99
Лекция 7. ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА	103
7.1. Значение, общая характеристика и классификация муки	103
7.2. Технология производства муки	107
7.3. Ассортимент и показатели качества круп	110
7.4. Общая технологическая схема производства круп.....	112
7.5. Характеристика сырья для производства хлебобулочных изделий	116
7.6. Основы технологии производства хлеба.....	119
Лекция 8. ПЕРЕРАБОТКА СОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	123
8.1. Классификация методов переработки и консервирования плодовоовощной продукции.....	123
8.2. Способы подготовки сочной продукции к переработке	124
8.3. Физические методы переработки плодов и овощей	133
8.4. Микробиологические методы переработки плодов и овощей.....	141
8.5. Химические методы переработки плодов и овощей	146
Лекция 9. ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ. ПЕРЕРАБОТКА МАСЛИЧНЫХ И ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР. ПЕРЕРАБОТКА КАРТОФЕЛЯ И САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	153
9.1. Значение растительных масел и побочных продуктов их производства	153
9.2. Характеристика сырья для производства растительного масла	155
9.3. Технологическая схема производства растительного масла	156
9.4. Хозяйственное значение и характеристика льна	160
9.5. Способы производства тресты.....	163
9.6. Основы переработки льнотресты.....	165
9.7. Производство картофелепродуктов.....	167
9.8. Технология производства картофельного крахмала.....	172
9.9. Технология производства спирта.....	176
9.10. Технология производства сахара-песка.....	179
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	183

Учебное издание

Киселёв Александр Аркадьевич
Рылко Виталий Александрович

ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

КУРС ЛЕКЦИЙ

Учебно-методическое пособие

Редактор *О. Н. Минакова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. С. Зайцева*

Подписано в печать 20.09.2021. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 10,93. Уч.-изд. л. 9,89.
Тираж 60 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.