

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**



Р. А. Мамбетова

## **ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

учебное пособие для бакалавров, обучающихся  
по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства  
и переработки сельскохозяйственной продукции»

Черкесск, 2025

УДК 631  
ББК 41/42:45/46  
М 22

Рассмотрено на заседании кафедры Агрономия.  
Протокол № 5 от 23. 01. 2024 г.  
Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА.  
Протокол № 27 от 07. 11. 2024 г.

**Рецензенты:** Арова О.З. – к. э. н., доцент кафедры «Агрономия» СКГА,

М22 Мамбетова, Р.А. Технология хранения продукции растениеводства: учебное пособие для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Р.А. Мамбетова. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2025. – 136 с.

Учебное пособие разработано в соответствии с требованиями, предъявляемыми по подготовке обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Приведены теоретические данные и рекомендации по выполнению контрольных и тестовых вопросов, список литературы. Учебное пособие предназначено для закрепления теоретических знаний по дисциплине: «Технология хранения и переработки продукции растениеводства».

**УДК 631**  
**ББК 41/42:45/46**

© Мамбетова Р.А., 2025  
© ФГБОУ ВО СКГА, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	4
<b>Раздел 1. Средства для приемки и перемещения сельскохозяйственной продукции, закладываемой на хранение</b>	5
1.1. Транспортеры	5
1.2. Погрузчики	9
<b>Раздел 2. Хранение продукции зерновых и зернобобовых культур</b>	12
2.1. Физические свойства зерновых масс	12
2.2. Химические свойства зерна	19
2.3. Токсические вещества, содержащиеся в продукции растениеводства, закладываемой на хранение	32
2.4. Факторы, влияющие на сохранность зерновых и зернобобовых культур	35
2.5. Физиологические процессы, происходящие в зерновой массе при хранении	39
2.6. Режимы хранения зерновых масс	41
<b>Раздел 3. Вредители сельскохозяйственной продукции.</b>	62
3.1. Характеристика вредителей сельскохозяйственного сырья	62
3.2. Меры борьбы с вредителями сельскохозяйственного сырья, заложенного на хранение	79
<b>Раздел 4. Хранение овощного и плодово-ягодного сырья</b>	84
4.1. Процессы, происходящие в плодовоовощной продукции во время созревания	84
4.2. Методы хранения плодовоовощной продукции	86
4.3. Классификация методов хранения по способу размещения	87
4.4. Временные хранилища	89
4.5. Стационарные (постоянные) хранилища	92
<b>Раздел 5. Хранение технических культур, табака, чая</b>	117
5.1. Хранение сахарной свеклы	117
5.2. Хранение прядильных культур	120
5.3. Хранение табачного сырья	124
5.4. Хранение чая	128

## ВВЕДЕНИЕ

Для достижения высокого уровня в сфере хранения и переработки сельскохозяйственного сырья необходимо строительство новых и реконструкция существующих перерабатывающих предприятий и хранилищ, техническое перевооружение действующих предприятий с использованием передовых технологий и нового высокопроизводительного оборудования. В этих условиях значительно повышаются требования к качеству реализуемого сырья, заложенного на хранение и продукции, производимой на перерабатывающих предприятиях.

Для хранения запасов продовольствия необходимо иметь материально-техническую базу, значительный контингент специалистов, которые владеют знаниями и способны обеспечить полную сохранность сельскохозяйственной продукции.

При создании хранилищ необходимо применять эффективные схемы перемещения потоков сырья и готовой продукции, рационально использовать застраиваемую территорию и производственные площади, улучшить строительную часть проектов и архитектурное оформление зданий и сооружений, улучшить условия труда, предусматривать необходимые бытовые условия для обслуживающего персонала.

Наращивание мощностей путём технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий, внедрения высокопроизводительного оборудования, автоматических линий; широкое использование высокоэффективных технологических процессов; комплексная механизация и автоматизация производственных процессов способствует обеспечению высокой эффективности.

Необходимо также предусматривать широкое применение типовых проектных решений и реализацию утверждённых на перспективу основных направлений проектирования предприятий, рациональное использование земель, охрану окружающей природной среды, рациональное использование природных ресурсов и экономное расходование материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов.

Важной народнохозяйственной задачей сельского хозяйства является обеспечение населения страны качественными продуктами питания, а перерабатывающие предприятия – сырьем.

Пищевая и технологическая ценность зерна, семян различных культур, картофеля, овощей, плодов, сахарной свеклы и другой растительной продукции находится в прямой зависимости от сорта, агротехники, климатических условий, способов и сроков уборки урожая, технологий послеуборочной обработки, транспортировки и хранения. С целью сохранения сельскохозяйственной продукции в настоящее время постоянно ведется строительство холодильных хранилищ.

## РАЗДЕЛ 1. Средства для приемки и перемещения сельскохозяйственной продукции, закладываемой на хранение

### 1.1. Виды транспортеров.

Скребковые транспортеры применяют для хорошо сыпучих грузов (початков, корнеплодов, плодов, зерна, муки, удобрений, угля и навоза). Они бывают самостоятельными и встроенными в специальные машины. Тяговым органом может быть цепь, лента и канаты. Скребковый транспортер работает по принципу волочения транспортерного груза по желобу.

Недостатком скребкового транспортера является измельчение и механическое повреждение груза, быстрый износ направляющего желоба.

В планчатых транспортерах тяговые органы снабжены планками, расставленными на одинаковом расстоянии, а в пластинчатых – сплошным настилом из пластин. Эти транспортеры просты по конструкции, имеют возможность загрузки и выгрузки в любом месте на длине транспортера, а перемещение груза можно осуществлять в любом направлении. [https://ippkapk.ru/tinybrowser/files/distanc\\_obuchenie/2023/kartofel/uchmetlit/teh\\_n\\_obor\\_-sortir\\_i-hran.kartof\\_2021.pdf](https://ippkapk.ru/tinybrowser/files/distanc_obuchenie/2023/kartofel/uchmetlit/teh_n_obor_-sortir_i-hran.kartof_2021.pdf)

Пластинчатые транспортеры (рисунок 1.4) состоят из набора металлических пластин двух типов – в виде круга 3 и в виде ограниченного с двух сторон полуокружностями элемента 2, насаженных на бесконечную цепь 1, приводимую в движение приводом 5. Сопряжение круга 3 и элемента 2 образует плоскость с возможностью их смещения относительно друг друга в горизонтальной плоскости на поворотах транспортера.

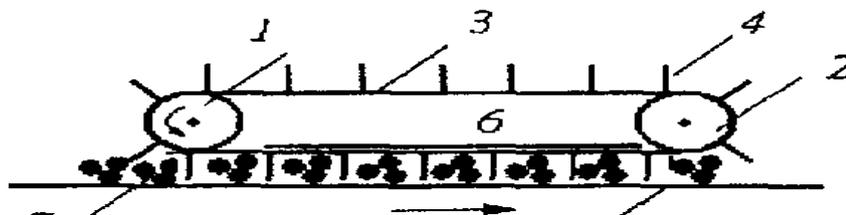


Рисунок 1 – Сжатия скребкового транспортера: 1- механизм привода цепной передачи; 2 - механизм натяжения цепной передачи; 3 - бесконечная цепная передача; 4 - скребок; 5 - опорная поверхность продукта; 6 - опорная поверхность цепной передачи; 7 – продукт.

Преимуществом пластинчатых транспортеров перед ленточными является возможность подачи предметов по замкнутому контуру любой конфигурации.

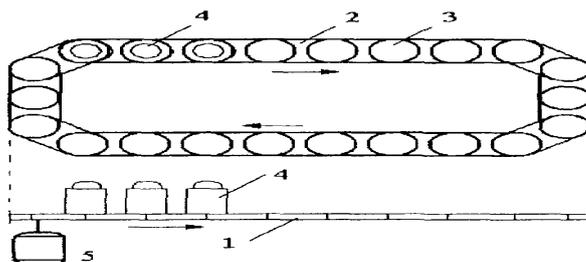


Рисунок 2 – Схема пластинчатого транспортера: 1 - приводная цепь с пластинами; 2 - пластина типа; 3 - пластина типа; 4 - перемещаемый предмет; 5 – привод

Роликовые транспортеры организуют и упорядочивают хаотичный поток продуктов округлой формы (плоды, картофель, морковь и т.д.), что находит применение в механизированных и автоматизированных сортировочных устройствах. В механизированных сортировочных устройствах транспортер подает поток плодов к оператору, причем по мере прохода перед ним последние вращаются, улучшая тем самым работу человека. Ролики могут иметь разную конфигурацию, в зависимости от продукта, а также иметь принудительный привод.

Недостатком роликовых транспортеров является повышенная повреждаемость продукта во время транспортировки, особенно при закладке плодов на хранение, однако для консервного производства это не имеет значения. Роликовые транспортеры могут транспортировать продукт в горизонтальном и наклонном направлении.

Пневматические транспортеры бывают трех видов - всасывающие, нагнетательные и комбинированные.

Подобные транспортеры применяют для перемещения груза на небольшое расстояние. Их используют для разгрузки сыпучих грузов из вагонов, барж, кузовов автомобилей в склады. Нагнетательный транспортер работает по принципу захвата сыпучего груза из бункера струей воздуха от вентилятора и перемещения его по трубопроводу к месту складирования. Такие транспортеры используют для транспортирования груза на большие расстояния. Эти транспортеры бывают низкого давления – до 1,0 кПа, применяемые для транспортирования сена, соломы, половы; среднего давления – до 3 кПа и высокого давления – до 15 кПа – для перемещения зерна и других сыпучих грузов.

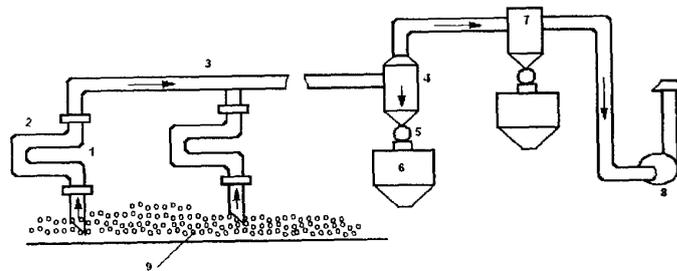


Рисунок 3 - Схема пневматической транспортной установки: 1 - сопла; 2 - гибкий шланг; 3 - трубопровод; 4 - циклон; 5 - шлюзовой затвор; 6 - бункер; 7 - фильтр; 8 - вакуум насос; 9 - транспортируемый материал

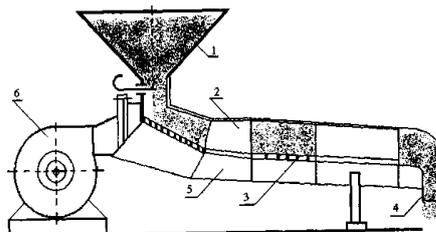


Рисунок 4 – Аэрожелоб: 1 - загрузочное устройство; 2 - грузовой канал; 3 - перегородка; 4 - разгрузочное окно; 5 - воздушный канал; 6 – вентилятор

Комбинированный транспортер использует принцип нагнетания и всасывания. Чаще всего он применяется для перегрузочных работ, например

из транспортных средств в силосные башни элеваторов. Поток воздуха, создаваемый вентилятором, всасывает соплом зерно по гибкому трубопроводу. Далее воздух с грузом нагнетается в трубопровод и транспортируется по нему к месту складирования. Достоинства пневматического транспортера – способность работать при любых трассах транспортирования, малая металлоемкость, простота конструкции, мягкая, без толчков, с малыми потерями работа, создание приемлемых гигиенических условий в производственных помещениях, охлаждение и проветривание груза.

Недостатки пневматического транспортера – повышенное потребление энергии (в 5...6 раз больше, чем у механического), повышенный износ соприкасающихся с грузом рабочих частей.

Конвейер, работа которого основана на аэрировании груза, приводящем его в «псевдооживленное» состояние, называется аэрожелобом. Он состоит из двух каналов 2 и 5 (рисунок 1.8), разделенных пористой перегородкой 3, изготовленной из керамики или бельтинга (восьмислойной хлопчатобумажной лентой).

В процессе движения воздуха через груз внутреннее трение снижается и груз приобретает свойства жидкости. Таким образом, псевдооживление – это промежуточное состояние между неподвижным слоем материала и уносом его частиц воздушным потоком, т. е. началом процесса пневматического транспортирования. Выход груза осуществляется через разгрузочное окно 4. Аэрированный груз под действием сил тяжести способен течь в аэрожелобе с уклоном  $\alpha=34^\circ$ . Этот вид транспортеров применяют для порошкообразных грузов (муки, порошков и др.).

Достоинства аэрожелобов – простота конструкции и малая металлоемкость, небольшая энергоемкость, высокая производительность, соблюдение гигиены и исключение потерь груза. Недостатки аэрожелобов – невозможно транспортировать груз с подъемом и зависимость его работы от степени сухости воздуха.

Перемещение штучных и сыпучих грузов под действием силы тяжести осуществляется с помощью самотечных транспортеров. Для этого используют спускные устройства, скаты, роликовые и винтовые спуски, а для сыпучих грузов – лотки, желоба и трубы. В винтовых спускных устройствах перемещение груза осуществляется по винтовой поверхности за счет силы притяжения, центробежной силы и сил трения. Роликовые спуски представляют собой поверхность из роликов, свободно вращающихся вокруг своей оси. Поверхность такого транспортера наклонена к горизонту под углом, что позволяет материалу передвигаться под действием собственного веса.

Лотковый спуск представляет собой пассивный направляющий элемент в виде желоба, трубы (рисунок 1.9). Движение материала по лотку называется связным, если его движение происходит без внутреннего перемещения частиц относительно друг друга. При смещении частиц возникают силы внутреннего трения. Такое движение называется несвязным.

Угол наклона самотечных труб и лотков назначают большим, чем угол внутреннего трения транспортируемого груза: для зерна  $=21..21^\circ$ , при повышенной влажности  $45^\circ$ ; для муки, жмыха и отрубей  $=32..48^\circ$ ; для картофеля, корнеплодов и плодов  $=36..43^\circ$ . Потoki грузов в самотечных устройствах разделяют на активные – ускоряющие и самотормозящие – замедляющие движение.

Нории. Для перемещения кускового, штучного, сыпучего, связного и других материалов по вертикали применяют нории – цепочные или ленточные элеваторы. По конструкции рабочего органа они разделяются на ковшовые, люлечные, полочные, с карманами и т. д.

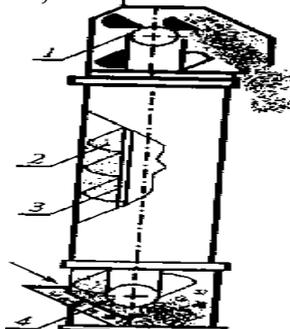


Рисунок 5 – Схемы нории с центробежной разгрузкой: 1 - приводные звездочки- 2 - ковши 3 - тяговые органы; 4 - натяжная звездочка

Ковшовые рабочие органы жестко крепятся к несущим цепям. В момент изменения направления движения, например, после движения вверх и начала движения вниз, они опрокидываются и выгружают находящийся в них материал.

Ковшовый элеватор с центробежной разгрузкой. Имеет ковши 2, жестко скрепленные с осями тяговых органов 3 (цепи). Приводная звездочка 1 перемещает ковши 2 вверх, загрузка которых осуществляется внизу (показано стрелкой). При достижении наивысшей точки ковши опрокидываются с большой скоростью. Под действием центробежной силы продукт, находящийся в ковше, высыпается из него и направляется по трубопроводу к месту складирования.

Ковшовый элеватор с гравитационной разгрузкой имеет элеваторы и ковши, жестко скрепленные с тяговым органом (цепи, полотно), что позволяет опрокидывать ковши с более низкой скоростью, а материал, находящийся в ковше, покидает его под действием собственного веса.

Ковшовый элеватор с полками на тяговом органе (цепи, полотно) имеет полки, на которые внизу загружают штучный материал, а выгружают вверху. Конструкция подобного элеватора позволяет с помощью специальных приспособлений осуществлять полную механизацию загрузки и выгрузки материала.

Люлечные рабочие органы подвешиваются на несущих тяговых органах свободно, поэтому при изменении направления движения они не опрокидываются. Загрузка и выгрузка материала выполняется с помощью дополнительных устройств или вручную. Привод норий осуществляется специальной звездочкой 1, а натяжение тягового органа – натяжной

звездочкой 4 (см. рисунок 1.10). Для транспортирования корнеплодов, навоза, силоса и других подобных грузов рекомендуются элеваторы с цепным тяговым органом. Ковшовые элеваторы применяются на элеваторах и мельницах для транспортирования зерна, муки и комбикормов.

Электроштабелеры в отличие от электропогрузчиков имеют дополнительный механизм продольного движения грузоподъемника, а электроштабелер ЭШПВ-1,0 также и механизм поворота фузоподъемника вправо и влево на  $90^\circ$ .

Манипуляторы. В качестве подъемно-транспортного средства может быть использован электромеханический манипулятор МП-100.

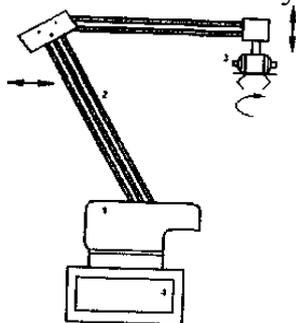


Рисунок 6 - Схема манипулятора: 1 - силовой привод; 2 рычажный механизм; 3 - грузовой блок; 4 – кронштейн

Манипулятор состоит из силового привода 1, укрепленного на кронштейне 4, рычажного механизма 2 и грузового блока 3. Рычажный механизм и силовой блок могут поворачиваться на  $360^\circ$ . На грузовом блоке могут монтироваться сменные захватные устройства. Грузоподъемность манипулятора 100 кг, максимальное горизонтальное и вертикальное перемещение груза -1500 мм, максимальная скорость вертикального перемещения – 200 мм/с. Манипулятор с помощью кронштейна 4 устанавливается на вертикальную стойку, например опору или стеллажа склада. Навесные погрузчики получили широкое распространение в сельскохозяйственном производстве, они состоят из погрузочного оборудования, навешиваемого на трактор, самоходное шасси, автомобиль. В качестве грузозахватного органа применяют ковши, грейферы, грабельные решетки, клещи и т.д. Грузозахватный орган навешивается на подъемник, который осуществляет манипуляции с последним: подъем, опускание, поворот. Такие погрузчики способны работать на жидких, сыпучих и вязких грузах. Привод рабочих органов (поворот стрелы, захват груза грейфером или ковшом) производится от гидросистемы трактора. Основным показателем эффективности погрузчика – производительность Она зависит от многих технико-экономических и эксплуатационных факторов: физико-механических свойств груза, условий работы, работоспособности и надежности машины.

## 1.2. Погрузчики.

Для закладки на хранение, внутрискладского перемещения и подготовки грузов к отправке, хранилища должны быть оснащены грузоподъемными и транспортными средствами. Для подъема, перемещения

и опускания грузов наиболее широко применяют лифты, наклонные подъемники, лебедки, тали, консольные и мостовые краны, авто- и электропогрузчики.

Для грузовой обработки пакетов, уложенных на поддон, или контейнеров внутри плодоовощного склада или холодильника используют автопогрузчики, электропогрузчики и навесные погрузчики периодического действия.

Автопогрузчики – это самоходные подъемно-транспортные машины, предназначенные для погрузки, выгрузки и перемещения на небольшие расстояния различных грузов. Фрукты, овощи и картофель транспортируют в ящиках, установленных на поддоны, или в контейнерах. Погрузчик производит захват груза, подъем на требуемую высоту, укладку в штабель и разгрузку его.

Проводить работы автопогрузчиком внутри помещения нельзя, особенно в холодильниках, так как выхлопные газы ядовиты для человека и нарушают режим хранения плодов и овощей.

Автопогрузчик на пневматическом ходу состоит из готовых узлов серийно выпускаемых грузовых автомобилей: кабины, шасси, карбюраторного двигателя, ходовой части, ведущего переднего моста, рулевого управления, электрооборудования, грузоподъемного механизма с телескопической рамой и гидросистемы.

Автопогрузчик может комплектоваться вилочным захватом, удлинителем вилочного захвата, сталкивателем груза, зажимом для круглых грузов, вилочным захватом с верхним прижимом, поворотной кареткой, стрелой с крюком. Такие автопогрузчики выпускаются промышленностью грузоподъемностью 1,5...5,0 тонн.

Электропогрузчики предназначены для погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ в помещениях и на открытых площадках с твердым и ровным дорожным покрытием.

Электропогрузчик представляет собой четырехколесную самоходную машину с литыми шинами и состоит из рамы-шасси, переднего (ведущего) и заднего мостов, грузоподъемного механизма с телескопической рамой и кареткой, гидравлического привода, электрооборудования, рулевого управления и тормозной системы.

Управление электропогрузчиком – скоростью перемещения, подъемом и опусканием груза, осуществляется с пульта водителя.

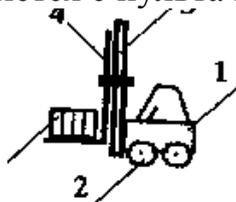


Рисунок 7 - Схема электропогрузчика: 1 - энергоустановка; 2 шасси; 3 - гидродъемник; 4 - грузоподъемная колонка; 5 – груз

Управление направлением перемещения осуществляется рулевой колонкой, аналогичной автомобильной. Благодаря применению двигателей

постоянного тока имеется возможность плавного регулирования скорости перемещения электропогрузчика. Скорость перемещения – до 7 км/час. Высота подъема груза (вертикального перемещения колонки 4) у современных погрузчиков – до 4.5 м, грузоподъемность – до 2 т. Электропогрузчики наиболее целесообразно использовать на расстояние перевозки до 100 м, причем, если скорость перемещения увеличивается до 13 км/ч, то расстояние перевозки увеличивается до 175 м. Электропогрузчики следует применять, если они используются и для перемещения грузов и для их складирования.

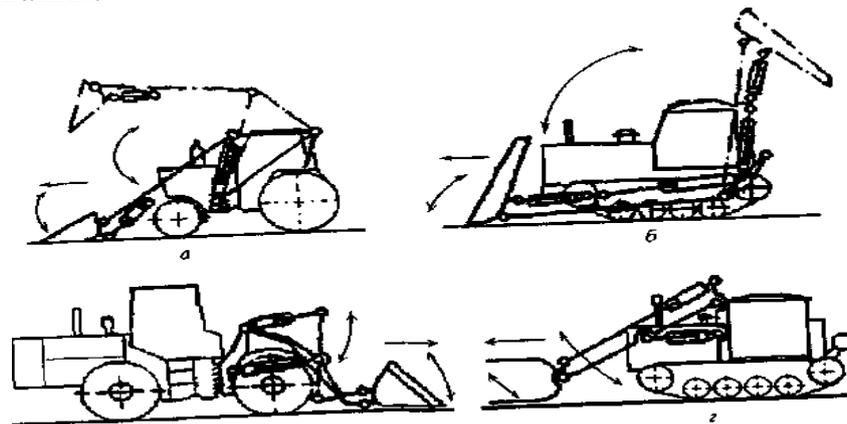


Рисунок 8 - Схемы погрузчиков периодического действия: а - фронтальный на колесном тракторе; б - фронтальный перекидной на гусеничном тракторе; в - фронтальный с задней навеской на колесном тракторе; г - фронтальный на гусеничном тракторе с клещевым захватом

На ленточных сортировочных конвейерах плоды и овощи разделяются по степени зрелости, цвету, пятнистости, ожогам и отбраковывается некондиционное сырье. Скорость движения лент инспекционных конвейеров должна быть не более 0,2 м/с, укладочных - не более 0,16 м/с.

#### Расчет винтовых конвейеров

Производительность винтового конвейера (м<sup>3</sup>/с) рассчитывается по формуле

$$L_v = 0,0131 \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot k_{ж} \cdot C,$$

где D – наружный диаметр винта, м; S- шаг винта,  $S=(0,8...1,0) \cdot D$ , м; n – частота вращения винта, с (допускаемое отклонение расчетной частоты вращения от стандартной не более 10%); ρ – плотность материала;  $k_{ж}$  - коэффициент заполнения желоба, к 0,2...0,65; C – коэффициент, учитывающий угол наклона винтового конвейера к горизонтальной плоскости.

В промышленности применяются разные типы и марки винтовых конвейеров, в том числе горизонтальные винтовые конвейеры УШ2Ч.

## **РАЗДЕЛ 2. Хранение продукции зерновых, зернобобовых культур.**

### **2.1. Физические свойства зерновых масс**

Необходимость использования растительной продукции, полученной за один сезон, в течение года обосновывает необходимость организации ее хранения.

Целью курса является научить будущих специалистов агропромышленного комплекса рационально использовать продукцию растениеводства, правильно организовать ее хранение и переработку, выбирая при этом наиболее экономически целесообразные режимы и способы. Важнейшей задачей курса является сохранение качества сельскохозяйственных продуктов при хранении и переработке.

Вторая, не менее важная, задача курса – это борьба с потерями сельскохозяйственных продуктов. Сокращение потерь продукции при хранении позволяет увеличить объемы ее переработки и использования без расширения производства.

Потери продуктов при хранении – следствие их физических и физиологических свойств. Только знание природы продуктов, происходящих в них процессов, применение разработанных режимов и способов хранения позволяет свести потери до минимума. Следует отметить, что качество закладываемой на хранение продукции во многом определяет их сохранность и величину потерь. Длительному хранению подлежит только здоровая продукция высокого качества, соответствующая требованиям стандартов. При хранении больной и поврежденной продукции происходит ее порча.

Третьей задачей курса, является повышение экономической эффективности отрасли хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Это связано с сокращением затрат и средств на единицу массы хранящегося продукта при наилучшем сохранении его количества и качества, с увеличением размеров прибыли и уровня рентабельности. Издержки при хранении и переработке продуктов снижаются по мере создания более совершенной технической базы, внедрения новых технологических приемов, повышения квалификации специалистов. Основные задачи курса тесно взаимосвязаны между собой и должны решаться одновременно. Повышение экономической эффективности перерабатывающей отрасли АПК возможно только при условии повышения качества продукции растениеводства как сырья для переработки и только при условии сокращения потерь продукции при хранении и использовании.

### **2.2. Физические свойства зерновых масс**

Партии зерна, хранящиеся в насыпях, принято называть зерновыми массами. Зерновая масса представляет собой совокупность зерен основной культуры, зерен других культурных растений, примесей минерального и органического происхождения, микроорганизмов, воздуха межзернового пространства, а также вредителей хлебных запасов. Присутствие в зерновой массе различных компонентов придает ей специфические свойства, которые необходимо учитывать при обработке и хранении. Все свойства зерновой массы разделяют на две группы:

физические и физиологические.

Независимо от культуры все партии зерна обладают следующими физическими свойствами: сыпучестью, самосортированием, скважистостью, сорбционными, теплофизическими и массообменными свойствами.

Сыпучесть, самосортирование, скважистость и сорбционные свойства зерновых масс.

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. Под углом естественного откоса понимают угол между диаметром основания и образующей конуса, получающегося при свободном падении частиц зерновой массы на горизонтальную плоскость. Кроме этих показателей определены коэффициенты трения зерновой массы при перемещении по различным поверхностям и в покое.

Хорошая сыпучесть зерновых масс позволяет легко перемещать их при помощи норий, транспортеров и пневмотранспортеров, загружать в различные по размерам и форме хранилища, а также перемещать их, используя принцип самотека.

На сыпучесть зерновой массы влияет много факторов. Основными из них являются: форма, размеры, характер и состояние поверхности зерен; влажность; количество примесей и их видовой состав; материал, форма и состояние поверхности, по которой перемещают зерновую массу.

Наибольшей сыпучестью обладают зерновые массы, состоящие из зерен шарообразной формы с гладкой поверхностью (горох, просо, соя). Чем больше отклоняется форма зерен от шарообразной и чем более шероховата их поверхность, тем меньше сыпучесть зерновой массы. Примером может служить относительно малая сыпучесть зерновых масс риса, овса, некоторых сортов ячменя.

Примеси, как правило, понижают сыпучесть зерновой массы. При большом содержании соломы, мякины, а также семян сорняков с цепкой и шероховатой поверхностью сыпучесть может быть почти потеряна. Такую зерновую массу без предварительной очистки нельзя загружать в силосы элеватора.

С увеличением влажности зерновой массы ее сыпучесть также значительно понижается. Это явление характерно для всех зерновых масс.

В процессе хранения зерновых масс их сыпучесть может меняться, а при неблагоприятных условиях хранения может быть потеряна полностью. Поэтому по сыпучести в некоторой степени можно судить о состоянии зерновой массы при хранении.

Самосортирование. Это способность зерновой массы терять однородность при перемещении и в свободном падении. Всякое перемещение зерновой массы сопровождается ее самосортированием, то есть неравномерным расслоением входящих в нее компонентов по отдельным участкам насыпи. Это создает предпосылки к возникновению в зерновой массе нежелательных явлений – самосогревания, слеживаяния, развития микроорганизмов и вредителей.

Самосортирование является следствием сыпучести зерновой массы и неоднородности входящих в ее состав частиц. Любое перемещение зерновой массы обязательно сопровождается самосортированием частиц по удельной массе и массе 1000 зерен. Так, при толчках, испытываемых ею во время перевозок, частицы, имеющие малый удельный вес (легкие примеси, семена в цветочных пленках, щуплые зерна), перемещаются в верхние слои насыпи.

При свободном падении твердых частиц зерновой массы ее самосортированию способствуют аэродинамические свойства — парусность, или скорость витания. Под скоростью витания понимают такую скорость воздушного потока в вертикальном канале, при которой зерновки находятся в подвешенном состоянии (витают). Скорость витания зависит от формы, размеров, удельной массы и массы 1000 зерен. Чем больше проекция зерна на плоскость, перпендикулярную к оси перемещения, и чем меньше его вес — тем большее сопротивление падению зерна оказывает воздух.

В пределах, не имеющих практического значения, самосортирование происходит при перелопачивании зерна, а наибольшее — при загрузке или выгрузке силосов элеваторов. В результате самосортирования в силосе образуются участки зерновой массы, по своему составу резко отличающиеся один от другого. У стен скапливаются главным образом мелкие и щуплые зерна, мелкие примеси, пыль и микроорганизмы. Влажность этих участков зерновой массы обычно выше средней влажности всей партии, поэтому в них легче развиваются вредители и болезни. В центральной части силоса размещаются наиболее крупные, выполненные зерна и минеральные примеси, имеющие большой удельный вес. При выпуске зерна из силосов сначала выходит тяжелая центральная часть насыпи и только затем пристеночная с семенами сорняков, половой, пылью и менее ценным зерном. При переработке такого зерна получают продукцию плохого качества.

При загрузке зерновой массы в склады, особенно с использованием принципа самотека, происходит такое же самосортирование, как и при заполнении зерном силосов элеваторов, что способствует развитию различных физиологических процессов, приводящих к частичной или полной порче зерна. Таким образом, самосортирование зерновой массы ухудшает условия ее хранения и переработки.

Учитывая способность зерновой массы к самосортированию, необходимо строго придерживаться установленных правил отбора точечных проб, из которых составляют образцы для определения качества зерна. В противном случае эти образцы не будут характеризовать среднее качество всей партии.

Скважистость. Промежутки между твердыми частицами в зерновой массе, заполненные воздухом, получили название скважистости. 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. Так, воздух, перемещающийся по скважинам, способствует передаче тепла путем конвекции и перемещению влаги через зерновую массу в виде пара. Значительная газопроницаемость зерновых масс позволяет использовать это свойство для продувания их воздухом при активном вентилировании или вводить в них пары различных отравляющих веществ для обеззараживания. Запас воздуха в межзерновых пространствах нужен для сохранения жизнеспособности семян.

Для практики хранения зерновых масс имеет значение - как общая величина скважистости, так и ее структура. Чем больший объем в зерновой массе занимают скважины, тем меньше ее объемный вес. Следовательно, для размещения зерновых масс с большой скважистостью необходима и большая по объему емкость зернохранилищ.

Размер и форма скважин (крупные и мелкие) влияют на воздухо- и газопроницаемость зерновых масс, сорбционные свойства и сопротивляемость воздуху при активном вентилировании.

Скважистость зерна  $E$ , %, определяют по формуле

$$E = \frac{V_1 - V}{V_1} 100,$$

где  $V_1$  – насыпной объем зерновой массы,  $\text{м}^3$ ;

$V$  – истинный объем самого зерна,  $\text{м}^3$ .

Скважистость зерновой массы зависит от формы, упругости, размеров и состояния поверхности зерен, от качества и характера примесей, от веса и влажности зерновой массы, а также формы и размеров хранилища. Зерновая масса обладает меньшей скважистостью и укладывается более плотно, если она в своем составе имеет крупные и мелкие зерна. Выровненные зерна или зерна со сморщенной поверхностью укладываются менее плотно. Крупные примеси обычно увеличивают скважистость, мелкие легко размещаются в межзерновом пространстве и уменьшают ее. Скважистость возрастает с увеличением влажности зерновой массы. В случае увлажнения уже сложенного в хранилище зерна оно набухает, увеличивается в объеме, и в связи с этим зерновая масса несколько уплотняется. В результате значительно снижается сыпучесть и создаются предпосылки к слеживанию.

Формы и размеры складского помещения, вес засыпанной в него зерновой массы также влияют на плотность укладки. С увеличением площади поперечного сечения силоса зерновая масса укладывается плотнее. По мере увеличения высоты насыпи плотность укладки в нижних слоях увеличивается до определенного размера, после чего уже не изменяется. Плотность укладки увеличивается также при долгом хранении. В связи с самосортированием скважистость в различных участках зерновой массы может быть неодинаковой. Это обстоятельство приводит к неравномерной обеспеченности воздухом отдельных участков зерновой массы.

Плотность зерна представляет собой содержание массы зерен в единице объема. Эта величина у различных культур колеблется от 325...440 кг/м<sup>3</sup> (подсолнечник) до 730...840 кг/м<sup>3</sup> (пшеница). Плотность суммарно отражает целый контекст других физико-химических свойств зерна, а именно 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. В зависимости от свойств сорбентов и поглощаемых веществ сорбцию подразделяют на адсорбцию (накопление одного вещества на поверхности другого; в общем случае, это изменение концентрации вещества на границе раздела фаз) и абсорбцию (захватывает не только поверхность раздела фаз, но и весь объем сорбента), хемосорбцию (поглощение одного вещества другим, сопровождающееся их химическим взаимодействием) и капиллярную конденсацию (сжижение пара в капиллярах, щелях или порах в твердых телах). Все виды сорбционных явлений наблюдаются в зерновой массе, и очень часто их невозможно разделить. Поэтому суммарный результат этих процессов называют сорбцией, а степень способности зерновой массы поглощать пары и газы при различных условиях – сорбционной емкостью. Сорбционные пары и газы при определенных условиях могут улетучиваться из зерновой массы, что называют десорбцией.

Значительная сорбционная емкость зерновой массы объясняется капиллярно-пористой, коллоидной структурой каждого зерна и скважистостью всей массы. Каждое зерно, как многоклеточный организм, представляет собой пористое тело с сильно развитой поверхностью. Между отдельными клетками и тканями зерна имеются макро- и микрокапилляры и поры. Диаметр макропор составляет  $10^{-3} \dots 10^{-4}$  см, а микропор –  $10^{-7}$  см. Крупные поры в основном сосредоточены в оболочках, мелкие – в эндосперме зерна. Стенки макро- и микропор участвуют в процессах сорбции молекул и паров газов. В результате активная поверхность зерна находится в пределах 200...250 м<sup>2</sup>/г, что в 200 тыс. раз больше видимой истинной поверхности зерна. Таким образом, величина активной поверхности характеризует зерно как активный сорбент, а сорбционные явления наблюдаются не только на поверхности зерна, но в еще большей степени во внутренних участках.

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

Сорбция и десорбция различных газов и паров. Зерно, находясь в среде различных газов и паров, интенсивно сорбирует их, и обратно удалить их (десорбировать) очень трудно. Зерно способно поглощать пары и газы различных нефтепродуктов, фенола, эфирных масел семян, сорняков, почти все фумиганты (от *лат.* fumigo – дымлю; пестициды, применяемые в газо- или парообразном состоянии или выделяющие газообразное действующее вещество во время применения). Последние вступают в химические взаимодействия с веществами зерна, то есть хемосорбируются.

Если при обмолоте в зерновую массу попадают части сорных растений, например полыни, то содержащиеся в них эфирные масла легко сорбируются и зерно приобретает полынный запах и горький вкус. Партии зерна с посторонним запахом – это дефектные партии, которые надо хранить отдельно от нормального зерна. Их дополнительно обрабатывают с целью устранения постороннего запаха, что увеличивает расходы на хранение. Чтобы избежать ухудшения качества зерновых масс в результате сорбции паров различных веществ, хранилища и транспортные средства должны быть чистыми, без посторонних запахов.

Сорбция и десорбция паров воды. Способность зерновой массы поглощать пары воды из воздуха или выделять их в воздушное пространство называют *гигроскопичностью*. Практика показывает, что при хранении зерна в производственных условиях наблюдается самопроизвольное изменение влажности зерна. При хранении его при влажной атмосфере происходит увлажнение, а в сухой – подсыхание. В результате взаимодействия зерновой массы с окружающей средой влажность зерна непрерывно изменяется до установления равновесной.

Равновесная влажность. Равновесная влажность зерна – это влажность, при которой наступает состояние равновесия между влажностью зерна и окружающей среды, после чего изменение влажности хранящейся массы зерна прекращается.

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

низший предел влажности зерна в производственных условиях.

Зерно различных культур из-за различия по химическому составу имеет неодинаковую равновесную влажность. Она выше у семян бобовых культур, меньше – у зерновых и еще меньше – у масличных. Снижение этой величины объясняется увеличением количества жира в семенах и уменьшением гидрофильных коллоидов.

Равновесная влажность зависит от температуры окружающего воздуха, так как изменение температуры воздуха влечет и изменение его относительной влажности. Повышение температуры на 10°С при неизменной относительной влажности воздуха вызывает уменьшение равновесной влажности на 0,6...0,7 %. Поскольку атмосферные условия меняются в течение суток, месяца и года, то и состояние зерна по влажности тоже будет колебаться. Поэтому контроль за влажностью в течение суток при приемке, хранении и обработке зерна - обязательное условие предотвращения потерь.

На величину равновесной влажности зерна влияет явление сорбционного гистерезиса. Смысл этого явления заключается в том, что равновесная влажность зерна в процессе сорбции всегда меньше равновесной влажности при десорбции. Эта разница колеблется в пределах от 1 до 2 %. В силу этого явления в зерновой массе никогда не наблюдается полного выравнивания влажности отдельных зерен. Вместе с тем разнокачественность зерновой массы по влажности может быть причиной нежелательных процессов при хранении.

Гистерезис и гигроскопичность зерна обуславливают необходимость очистки свежубранного зерна для удаления различных примесей, так как влажность некоторых во много раз превышает влажность самого зерна. Промедление с очисткой приводит к увлажнению зерна в результате перераспределения влаги. Влажность, являясь основным фактором сохранности зерновой массы, различна в разных местах насыпи. Наличие в зерновой массе более увлажненных участков с повышенной физиологической и микробиологической активностью затрудняет сохранность зерна. Изучение причин такого различия по влажности показывает, что большинство из них носит объективный характер и неустранимо, другие – можно устранить.

Различная влажность анатомических частей зерна, обладающих неодинаковой гигроскопичностью вследствие их строения и химического состава, объясняет неравномерное распределение влаги в самом зерне. Влажность зародыша зерна пшеницы всегда выше, чем остальной части зерна. В зернах пленчатых культур более увлажнено ядро, менее – цветковые пленки. В семенах подсолнечника лузга имеет большую влажность, чем ядро.

Распределение влаги в зерновой массе зависит от выполненности и крупности зерна. Мелкие, щуплые и битые зерна имеют большую активную поверхность и влажность. Они более гигроскопичны, дышат более интенсивно, чем выполненные, и являются хорошей средой для

развития микроорганизмов и насекомых. Удаление этих фракций при первичной обработке зерна придает партии большую стойкость при хранении.

Равновесная влажность быстрее и раньше устанавливается в верхних слоях насыпи, окруженных атмосферным воздухом. На зерно нижних и особенно средних слоев насыпи воздействие атмосферы будет во времени и по характеру иное. Поэтому влажность зерна, находящегося в различных слоях насыпи, неодинакова. Она постоянно меняется вследствие изменения параметров наружного воздуха и других причин. Выделение влаги и теплоты всеми живыми компонентами в результате жизнедеятельности повышает влажность зерновой массы и воздуха межзерновых пространств.

Вследствие самосортирования в некоторых участках насыпи жизнедеятельность будет различной, поэтому и влажность отдельных участков зерновой массы может быть неодинаковой.

Существенное значение при хранении зерна имеют перемещение влаги под влиянием перепада температур между отдельными слоями насыпи и явления термовлагопроводности. Неравномерное распределение влаги в зерновой массе усиливается и неудовлетворительным состоянием зернохранилищ.

Из всех перечисленных причин неравномерного распределения влаги основным считается относительная влажность и температура воздуха. Однако характер изменения влажности зерновой массы при хранении является следствием всех указанных причин, что обуславливает необходимость ведения систематического контроля за изменением влажности в различных слоях насыпи.

## **2.2. Химический состав зерновых и зернобобовых культур**

Белки. Это высокомолекулярные органические вещества со строго определённым элементарным составом (табл. 3). Белки содержат (%): углерода – 51,0-53,0; кислорода – 21,7-23,0; азота – 16,8-18,4; водорода – 6,9-7,0; серы – 0,7-1,3. Почти все реакции в организме растения происходят с участием белков. Белки обладают многочисленными свойствами, что обусловлено огромным разнообразием их структуры, а также бесконечным числом их физических и химических превращений. Белки – важнейший фактор биологической и пищевой ценности хлеба, крупы, макаронных изделий, кормов для животных. Содержание белка в зерне пшеницы колеблется от 9,0 до 26,0 %, в зерне твёрдых сортов его больше, чем в зерне мягких.

Таблица 1 – Аминокислотный состав белков клейковины пшеницы, г на 100 г белка, содержащего 17,5 % азота

Аминокислота	Содержание	Аминокислота	Содержание
Лизин	2,08	Аланин	3,11
Гистидин	2,47	Цистин	2,53
Аргинин	4,83	Валин	5,59
Аспарагиновая	3,83	Метионин	1,83
Треонин	3,15	Изолейцин	4,96
Серин	5,28	Лейцин	8,52
Глутаминовая	43,79	Тирозин	4,08
Пролин	15,89	Фенилаланин	6,09
Глицин	4,13	Аммиак	2,70

Белки подразделяют на простые (протеины) и сложные (протеиды). Протеиды представляют собой соединения протеинов с другими химическими веществами.

Наибольший практический интерес представляют простые белки зерна (протеины): альбумины – растворимые в воде; глобулины – растворимые в слабых растворах щелочей; проламины – растворимые в спирте; глютелины – растворимые в кислотах.

Белковые вещества зерновки имеют ряд характерных реакций:

– белки хорошо связывают воду (гидрофильны). Гидрофильность белков неодинакова у зерна сильных и слабых сортов пшеницы. Гидрофильные свойства белков зерна имеют большое значение при хранении и переработке зерна, при выпечке хлеба, производстве макарон;

– белки при определенных условиях могут денатурировать.

Денатурация белков – сложное явление, при котором происходят изменения во вторичной, третичной и четвертичной структуре белковой молекулы, при этом сохраняется первичная структура. При денатурации происходят пространственные изменения в расположении полипептидных цепочек молекулы белка, а химический состав белка остается неизменным (рис. 1).

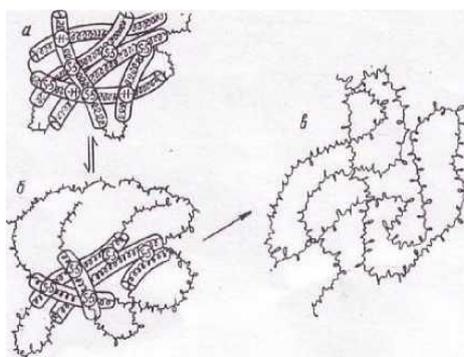


Рисунок 1. – Схема денатурации белковой молекулы:

а - исходное положение; б - начинающееся, обратимое разворачивание; в - далеко зашедшее, необратимое разворачивание полипептидной цепочки

Денатурация белка, как правило, процесс необратимый и приводит к изменениям первоначальных свойств молекулы: уменьшается растворимость, гидрофильность, ферментативная активность, изменяются форма и величина белковой молекулы. Денатурация может происходить под влиянием химических (кислоты, щелочи, растворители) и физических факторов (высокая или низкая температура, давление), а также при механических воздействиях (растирании, энергичном встряхивании, растекании с образованием поверхностной плёнки). Существенные изменения происходят в белках морозобойного зерна.

Эндосперм зерновки содержит целый комплекс обезвоженных белков. Два простых белка – глиадин (из группы проламинов) и глютенин (из группы глютеинов) – находятся в тесной связи между собой и играют огромную роль в хлебопечении. Современными исследованиями установлено, что глиадин и глютенин состоят из ряда белков, различающихся по молекулярной массе и аминокислотному составу. В свою очередь, каждый из этих компонентов может быть разделён на ряд индивидуальных белков, молекулярные массы которых колеблются в пределах 30000-160000.

При увлажнении муки в ней образуется сетка, состоящая из набухших в воде и очень тесно переплетённых между собой молекул глиадина и глютеина, а в просветах этой сетки заключена вода. Образующийся при замесе теста упругий и пластичный гель называется клейковина. Пшеничная клейковина это сильно гидратированный белок (в её составе около 65 % воды). Средний аминокислотный состав клейковинного белка постоянен независимо от технологических качеств клейковины: для сильной и слабой пшеницы свойственны различный характер и прочность связей клейковинных белков. В состав клейковины зерна пшеницы, кроме белковых, входят и другие вещества (табл. 4).

Клейковина плохо пропускает воздух, поэтому образующийся при брожении теста углекислый газ удерживается в нём и поднимает тесто, обеспечивая хорошую формоустойчивость и объёмный выход хлеба. При выпечке углекислый газ расширяется и, преодолевая сопротивление клейковины, выходит из теста. На его месте в выпекаемом изделии остаются пустоты, называемые порами. Пористость хлеба – один из основных показателей качества выпекаемых изделий.

Таблица 2 – Химический состав клейковины зерна, % сухого вещества

Белковые вещества				Липиды			Углеводы				Зольность
глюадин	глютенин	альбумин и глобулин	итого	свободные	связанные	итого	крахмал	сахар	клетчатка	Итого	
39,09	35,07	6,75	80,91	4,20	-	4,20	9,44	-	2,02	11,46	2,48
-	-	-	72,67	0,75	6,30	7,05	-	-		18,82	0,63
-	-	-	82,60	0,12	8,38	8,50	8,79	-		8,79	0,71
50,20	34,85	3,35	88,40	2,12	-	2,12	6,72	1,20		7,92	0,92
43,02	39,10	4,41	86,53	2,80	-	2,80	6,45	2,13		8,58	2,00
-	-	-	90,00	-	8,00	-	0,01	-		0,01	0,50
-	73,70	5,30	79,00	2,91	4,19	2,91	7,28	1,20	1,08	9,56	2,80
В среднем											
43,5	36,0	4,0	83,5	1,0	6,0	7,0	6,0	1,3	1,3	8,6	0,9

Клейковинные белки содержатся только в эндосперме зерна. Лучшим качеством обладают белки, расположенные ближе к центру зерновки, поэтому центральные слои эндосперма обладают лучшей клейковиной. Этот факт важен для понимания состава и качества различных сортов муки.

По содержанию клейковинных белков в зерне наблюдаются существенные различия по культурам. Максимум их в зерне пшеницы, меньше в зерне ржи, еще меньше – в овсе и совсем мало в зерне ячменя. Распределение клейковинных белков в зерновке неравномерное. Их содержание увеличивается по направлению от центра зерновки к периферии - наибольшее количество клейковины содержится в поверхностном слое эндосперма.

Содержание сырой клейковины (белковой массы, поглотившей около 70 % воды) в зерне пшеницы колеблется от 10 до 50 %. Хорошая мука получается из зерна, содержащего не менее 25 % сырой клейковины.

Содержание и качество клейковины у различных партий пшеницы неодинаково и обусловлено особенностями сорта, почвенно-климатическими и технологическими факторами. Большинство сортов пшеницы, выращиваемых в нашей стране, имеют хорошие и удовлетворительные хлебопекарные качества, а некоторые – отличные.

Все сорта мягкой пшеницы по технологическим признакам подразделяют на группы:

– сильные – пшеницы имеющие высокие хлебопекарные свойства. Сильная пшеница должна содержать белка не менее 14 % (на сухое вещество), сырой клейковины – не менее 28 %. Мука из такой пшеницы поглощает больше воды, тесто очень устойчиво сохраняет свои первоначальные свойства (эластичность, консистенцию, сухость). Куски теста из зерна сильной пшеницы хорошо обрабатываются, лучше удерживают диоксид углерода при расстойке и выпечке, мало расплываются. При смешивании муки из сильных сортов с мукой, имеющей слабые хлебопекарные достоинства, получают муку с улучшенными характеристиками. Поэтому сорта сильной пшеницы могут быть использованы в качестве улучшителей для слабых пшениц. В зависимости от качества примесь из муки сильной пшеницы колеблется от 25 до 50 %. В нашей стране в структуре посевов пшеницы сильные сорта занимают не более 10-15 %;

– ценные – пшеницы имеющие высокие хлебопекарные свойства, но недостаточные, чтобы быть улучшителями. Эта группа товарной пшеницы формируется в основном за счёт сильных сортов, но не отвечающих по некоторым показателям требованиям, предъявляемым к сильной пшенице;

– средние – пшеницы с хорошими хлебопекарными свойствами, не нуждающиеся в добавлении к ней сильной пшеницы. В структуре посевов средние по силе пшеницы занимают от 15 до 20 %;

– слабые – пшеницы с низкими хлебопекарными свойствами: содержание белка в зерне 8-10 %, содержание сырой клейковины менее 20 %.

– Иногда содержание белка может быть достаточным, но он низкого качества. Из зерна с такими характеристиками невозможно получить хлеб удовлетворительного качества, и мука из слабой пшеницы нуждается в улучшителях.

Факторы, влияющие на количество и качество клейковины, можно объединить в группы:

- 1) генетические – внутренние причины, свойственные сорту;
- 2) экологические – условия произрастания растения и созревания зерна;
- 3) технологические – приёмы подготовки почвы, ухода за посевами, способы уборки;
- 4) экзогенные – действие физических и химических агентов, которыми обрабатывают зерно, муку или клейковину.

Установлено, что доля генотипической изменчивости по уровню белковости и содержанию клейковины достаточно высока и составляет 48 % по содержанию белка и 43 % по содержанию сырой клейковины от общей изменчивости. Основную роль в накоплении белка в зерне пшеницы и формировании его качества играют гены ядра. Со временем с помощью цитогенетических методов можно будет регулировать уровень содержания и качество белка и клейковины, а также их аминокислотный состав в зерне различных сельскохозяйственных культур.

Почвенно-климатические условия могут существенно повлиять на количественную и качественные характеристики белкового комплекса сорта. Установлено, что чем больше количество осадков на протяжении вегетационного периода, тем меньше зерновка накапливает белка, но повышение уровня азотного питания в таких условиях способствует выравниванию белковости зерна.

Температурные условия вегетационного периода пшеницы (особенно в период формирования и налива зерна) существенно влияют на содержание и качество белков. В годы с сухим и жарким летом сила пшеничной муки значительно выше, чем в годы с обильными осадками и пониженной температурой.

В результате неблагоприятных условий при возделывании пшеницы (захват суховеями, ранние заморозки), нарушения основных технологических процессов и несвоевременного их проведения, воздействия насекомых-вредителей (клопов-черепашек), уборки в незрелом состоянии и др. снижаются количество и качество клейковины. Клейковина, отмытая из такого зерна, расплывается, теряет упругость и при отлёжке превращается в сметанообразную массу, а выпеченный хлеб имеет малый объём, плохую пористость и липкий мякиш.

Свойства клейковины значительно ухудшаются при прорастании зерна на корню, в валках, на току или в складе. Она становится короткорвущейся и крошащейся, количество её снижается.

Белки клейковины очень чувствительны к повышенным температурам. При нагревании зерна до 50 °С клейковины отмывается мало, она легко крошится и рвется, при нагревании зерна до 60 °С и выше клейковина из него не отмывается.

Послеуборочное самосогревание влияет на цвет и упругость клейковины, может привести к полной потере хлебопекарных свойств партии зерна.

На количество и состав клейковины влияют степень раздробленности муки (её крупность), соотношение между количеством воды и муки при замесе теста, продолжительность и температура отлёжки теста. Увеличение продолжительности отлёжки теста, замешанного из муки, полученной из морозобойного и пересушенного зерна, значительно повышает выход клейковины.

Углеводы. Основной питательный и опорный материал растительных клеток и тканей - углеводы. Углеводы для живых организмов - главный источник калорий. В зерне обнаружены простые сахара, крахмал, клетчатка и слизистые вещества (неструктурированные полисахариды).

Содержание моно- и дисахаров колеблется от 2 до 7 %. Они расположены в основном в зародыше и периферийной части зерновки. Сахара легко растворимы и хорошо поглощают воду, поэтому зародыш всегда содержит больше влаги, чем остальные части зерна. В незрелом зерне моно- и дисахаров значительно больше, чем в полностью созревшем.

Сахара имеют определённое значение в хлебопечении: они необходимы для нормальной жизнедеятельности дрожжевых грибков при брожении. В процессе брожения дрожжи выделяют углекислый газ, который поднимает тесто. Таким образом, сахара обуславливают газообразующую способность теста. Кроме этого, оставшиеся после брожения сахара при выпечке карамелизуются и обуславливают окрашивание корочки (если нет или мало сахаров, корочка хлеба будет белая).

Крахмал состоит на 96-98 % из полисахаридов двух типов - амилозы и амилопектина, которые различаются по физическим и химическим свойствам. Кроме того, в состав крахмала входят фосфорная кислота (до 0,7 %) и некоторые жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая и др.). Крахмал в зерновке выполняет роль запасного питательного вещества: при недостатке сахаров во время прорастания зерна под действием фермента амилазы он гидролизуется и используется как моно- или дисахара.

В зерне крахмал содержится в виде крахмальных зёрен различного размера и формы. Каждая культура имеет свою форму крахмальных зёрен, что позволяет при анализе мучных смесей определять соотношение отдельных фракций. Физико-химические свойства крахмала зависят от размеров крахмальных зёрен и их молекулярной структуры.

Крахмал крупных зерновок имеет большую молекулярную массу и обладает большей набухаемостью при нагревании с водой. Крахмальные зёрна при нагревании в воде образуют крахмальный клейстер.

При выпечке хлеба крахмал клейстеризуется и поэтому содержит большое количество воды. В свежевыпеченном хлебе содержится около 50 % воды, но хлеб кажется «сухим» потому, что крахмал удерживает воду. В процессе хранения хлеба молекулы воды от частиц крахмала переходят к белкам (белки имеют большую удерживающую силу). В результате крахмальные зерна уменьшаются в объёме, хлеб крошится, черствеет.

В свежем и черством хлебе воды содержится почти одинаковое количество, но в свежем хлебе вода удерживается крахмалом, а в черством - белками.

Клетчатка. Клетчатка содержится главным образом в цветковых оболочках и в стенках клеток алейронового слоя. В зерне различных культур от 2 до 11 % клетчатки. Это очень прочное химическое вещество, нерастворимое в воде и большинстве других растворителей. Молекулы клетчатки имеют нитевидную форму, которые с адсорбированными молекулами воды соединяются в пучки, называемые мицеллами. Клетчатка, как и крахмал, состоит из остатков молекул глюкозы.

Клетчатка практически не усваивается организмом человека, но она служит субстратом для микрофлоры кишечника, и при недостатке её в пище возникают многие патологические изменения: нарушается двигательная активность, могут появиться опухоли и другие поражения толстой кишки, сахарный диабет и атеросклероз.

Слизи. Они представляют собой полисахариды, чаще растворимые в воде. Содержание их от 0,5 до 7,4 % от сухого вещества и различно по

культурам. Больше всего слизи в зерне ржи и, вследствие их высокой вязкости, зерно ржи размалывается труднее.

Жиры (липиды). Жиры объединяют большое количество разнообразных по составу веществ с общими признаками: гидрофобностью (нерастворимостью в воде) и растворимостью в органических растворителях (бензине, бензоле, хлороформе, эфирах). Незначительное количество масла находится в каждой клетке растительного организма, где оно является структурным элементом протоплазмы или запасным питательным веществом.

Воски. Это – сложные эфиры жирных кислот и высокомолекулярных одноатомных спиртов и углеводов. Воски покрывают тонким слоем стебли, листья и плоды растений, предохраняя их от смачивания водой, высыхания и поражения микроорганизмами. Содержание восков в зерне очень мало, они покрывают оболочки зерновки тончайшим слоем. При перемещениях зерновой массы, особенно с пониженной влажностью, восковая пленка быстро разрушается и зерно становится более уязвимым.

Минеральные вещества. Многочисленными исследованиями установлено, что в состав клеток растений входят все химические элементы, встречающиеся в неживой природе. Их можно разделить на три группы.

Макроэлементы. Встречаются в растениях в количестве от нескольких долей до 45 %. К макроэлементам относят: кислород, водород, углерод, азот, фосфор, кремний, калий, кальций, серу, магний, натрий, алюминий.

Микроэлементы. Обнаруживаются в растениях в количестве от десятых до сотых долей процента. В эту группу входят: марганец, бор, медь, цинк, бром, фтор, стронций, олово, никель, молибден, кобальт, йод, титан, рубидий.

Кроме того, в растениях встречаются ультрамикроэлементы, содержание которых исчисляется миллионными долями процента – это мышьяк, германий, свинец, золото, радий, ртуть, серебро и др.

Физиологическая роль минеральных веществ состоит в том, что они непосредственно влияют на обмен веществ и внутреннюю архитектуру клеток. Минеральные вещества оказывают токсическое и антитоксическое влияние на живые ткани и органы, выполняют функции катализаторов биохимических реакций, являются центрами электрических и радиоактивных процессов в растительных организмах, влияют на тургор и проницаемость клеток.

Недостаток, равно как и избыток, того или иного минерального вещества может спровоцировать серьезные отклонения в развитии растений, их питательной ценности, проблемы с сохранностью продукции.

Зерно и продукты его переработки являются важными источниками поступления минеральных элементов с пищей в организм человека, в первую очередь фосфора, калия, магния, кальция, серы и железа.

Витамины. Все витамины имеют общие характерные особенности:

- синтезируются в основном в растениях;
- необходимы для всех жизненных процессов в малых количествах;

- не являются источником энергии и материалом для биосинтеза;
- недостаток их в организме человека, животного, растения или микроорганизма приводит к серьёзным заболеваниям.

Витамины обычно имеют два названия: одно – традиционное, другое – согласно химической номенклатуре. Витамины имеют различное химическое строение, но практически все они являются коферментами и при поступлении в организм превращаются в активные формы и включаются в процессы метаболизма.

Ферменты. В основе всех жизненных процессов лежит работа катализаторов белковой природы – ферментов. Ферменты ускоряют реакции в живой клетке при обычных температурах и давлении. Практически все химические процессы в растительном организме (так же как и в животном) осуществляются с обязательным участием ферментов: при прорастании и созревании зерна, при хранении и его переработке, при выпечке хлеба и переваривании пищи. Многие ферменты являются производными витаминов.

Известно более 3000 ферментов и все они действуют в строгой последовательности и узком диапазоне температур и реакции среды. Оптимальная активная реакция среды для большинства ферментов находится в широкой зоне рН - от 4,0 до 5,5.

Малейшие колебания температуры немедленно сказываются на функциях клетки и могут нарушить её жизнедеятельность. Оптимальная температура, при которой активность ферментов наиболее высока, – 40-50 °С. При температуре, близкой к нулю, ферментативные реакции полностью прекращаются. При повышении температуры выше оптимальной скорость ферментативных реакций снижается, а затем реакция вовсе останавливается – происходит разрушение (денатурация) белка, входящего в состав фермента. Белки в сухом состоянии разрушаются значительно медленнее, чем белки оводнённые, поэтому в практике работы с зерном наблюдается большая устойчивость сухого зерна к повышенной температуре с сохранением биологических и технологических свойств по сравнению с увлажнёнными.

Пигменты. Зёрна различных культур имеют неодинаковую окраску, которую придают им красящие вещества – пигменты. Все красящие вещества зерна делят на три группы: жирорастворимые пигменты – хлорофиллы и каротиноиды; не растворяющиеся в жирах пигменты – антоцианы, флавоноиды и флавоны; красящие вещества, которые образуются в результате взаимодействия соединений, входящих в состав зерновки – меланины, меланоидины и др.

Цвет отражает природные свойства зерна, степень его зрелости, видовые и сортовые различия. Цвет часто используют для ботанической и технологической классификации зерна. Изменение окраски зерновки в период хранения, подработки и переработки зерна – результат окислительного распада пигментов и говорит о возможных изменениях структурных и оптических характеристик продукта. Обесцвечивание приводит к ухудшению товарных и технологических свойств зерна: уменьшаются плотность и натура зерна, ухудшается качество клейковины, понижается стойкость партии продукции при хранении. В некоторых случаях

в обесцвеченном зерне образуются токсины.

#### Теплофизические и массообменные свойства зерновой массы.

Отдельные зерна и зерновая масса в целом обладают рядом теплофизических свойств, из которых для зерна как объекта хранения наибольшее значение имеют теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, термовлагопроводность. Эти свойства характеризуют сложное явление тепломассообмена в зерновой массе, происходящего главным образом путем конвекции и кондукции. Кондукция — это передача тепловой энергии при непосредственном соприкосновении частиц зерновой массы между собой. Явление конвекции наблюдается только в жидкостях и газах — это передача тепла молекулярным путем, то есть частицами воздуха межзерновых пространств в хранящемся зерне.

Теплоемкость зерна показывает, какое количество тепла требуется для нагревания его на один градус, и выражается величиной удельной теплоемкости  $c_3$ , Дж/(кг·К). Теплоемкость зерна почти вдвое больше теплоемкости воздуха и значительно меньше теплоемкости воды. С ростом влажности зерна его теплоемкость возрастает, так как теплоемкость сухой части зерна составляет более 1550 Дж/(кг·К), а теплоемкость воды — 4190 Дж/(кг·К). Поэтому теплоемкость зерна обычно рассчитывают как средневзвешенную величину между теплоемкостями сухого вещества зерна и воды по формуле

$$c_3 = c_c + \frac{1 - c_c}{100} \cdot w,$$

где  $c_c$  — теплоемкость сухого вещества зерна, Дж/(кг·К);  $w$  — относительная влажность зерна, %.

Теплоемкость учитывают при сушке, так как расход тепла зависит от исходной влажности зерна.

Теплопроводность характеризует теплопроводящую способность зерна и определяется коэффициентом теплопроводности  $\lambda$ . У зерновой массы он находится в пределах 0,13...0,2 Вт/(м·К), что указывает на низкую теплопроводность (например, у меди — 300...390 Вт/(м·К)). Низкая теплопроводность зерновой массы обусловлена ее органическим составом и наличием воздуха. С увеличением влажности зерновой массы теплопроводность растет, но все же остается низкой.

Температуропроводность определяет скорость изменения температуры зерновой массы, то есть скорость ее нагрева или охлаждения.

Зерновая масса характеризуется низким коэффициентом температуропроводности, который колеблется в пределах  $(1,7...1,9) \cdot 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с. Поэтому при хранении передача тепла в зерновой массе от верхних слоев к нижним происходит очень медленно. В силу этого температура в среднем слое насыпи остается неизменной длительное время. Таким образом, происходит медленное нагревание хранящегося летом зерна и медленное охлаждение зерна зимой — удерживается летнее тепло.

С точки зрения сохранности зерновых масс низкие тепло- и температуропроводность имеют как положительное, так и отрицательное значение.

Положительное значение состоит в том, что имеется возможность сохранять низкую температуру зерновой массы даже в теплое время года. Понижение температуры замедляет все физиологические процессы, и благодаря этому зерновую массу можно консервировать холодом.

Отрицательное значение низкой тепло- и температуропроводности заключается в том, что при наличии благоприятных условий для жизнедеятельности зерна, микроорганизмов и насекомых выделяемое ими тепло может задерживаться в зерновой массе и приводить к повышению ее температуры, то есть самосогреванию.

Скорость изменения температуры в зерновой массе зависит от способов хранения зерна и вида зернохранилищ. При хранении в складе, где толщина слоя зерновой массы небольшая и зерно более доступно действию атмосферного воздуха, температура изменяется значительно быстрее, чем в силосах элеваторов. При хранении в силосах наибольшие температурные изменения происходят в участках силосов, которые непосредственно соприкасаются с воздухом.

Термовлагопроводность – это перемещение влаги в зерновой массе, обусловленное градиентом температуры. Интенсивность термовлагопроводности характеризуется градиентным коэффициентом, показывающим, какой градиент влажности соответствует температурному градиенту, равному одному градусу на метр. В результате термовлагопроводности влага в зерновой массе перемещается в направлении теплового потока – от слоев более нагретых к менее нагретым.

Явление перемещения влаги в зерновой массе при хранении имеет большое практическое значение. Оно возникает всегда при перепадах температур в различных слоях насыпи, и особенно в периоды максимальных градиентов температур в осенне-зимний и весенне-летний периоды. Неравномерный обогрев стен хранилищ, размещение теплой зерновой массы на холодные полы складов, солнечная сушка также способствуют возникновению перепада температур в зерновой массе и миграции влаги из слоев с большей температурой к слоям более холодным. При охлаждении влажного воздуха в этих слоях до температуры ниже точки росы из него будет выпадать влага в виде капелек, то есть произойдет конденсация влаги. Таким образом, в результате термовлагопроводности отдельные слои насыпи увлажняются и усиливают свою жизнедеятельность. В них может возникнуть самосогревание и даже прорастание зерна.

Показатель качества – это количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции.

Биологическая химия изучает химический состав растений и связь

между жизнедеятельностью организмов и протекающими в них физиологическими и биохимическими процессами. Правильная организация технологических процессов мукомольной, крупяной, элеваторной, комбикормовой и хлебопекарной промышленности возможна только при широком использовании биохимии.

Применение сельскохозяйственных продуктов на те, или иные цели определяется, прежде всего, особенностями их химического состава. В состав всех растительных объектов входят вода, углеводы, жиры, белки, минеральные вещества. В меньших количествах содержатся ферменты, витамины, пигменты. Нередко встречаются токсические вещества, как биологического, так и техногенного происхождения. Содержание химических веществ в зерне может колебаться в значительных пределах в зависимости от культуры, сорта и природно-климатических условий выращивания растений (прил. 2).

Вода. Все процессы, протекающие в зерне во время хранения и переработки, связаны с присутствием воды. Влага - среда для биохимических реакций и превращений. Увлажнение изменяет физические свойства зерна (снижает сопротивление раздавливанию, повышает эластичность оболочек, уменьшает выход готовой продукции в мукомольном производстве), вызывает или ускоряет многие физико-химические и биологические процессы (дыхание, набухание, гидролитическое расщепление высокомолекулярных веществ), влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, клещей и насекомых, находящихся в зерновой массе.

Влага – обязательный участник ферментативных процессов. При повышении влажности продукта активность ферментов возрастает – чем больше влаги, тем менее прочно она связана с сухими веществами зерна и тем легче протекают ферментативные процессы. При работе с зерном обычно учитывают равновесную, гигроскопическую и критическую влажность. Вода может входить в состав некоторых соединений зерна, но может быть и в свободном состоянии, тогда она играет роль среды, в которой осуществляется обмен веществ. Таким образом, в растительном сырье различают воду свободную и воду связанную.

Вода коллоидно-связанная прочно удерживается молекулами белков и крахмала зерновки и не может перемещаться из клетки в клетку. Она почти не участвует в реакциях обмена веществ, не замерзает при низких температурах (до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), удаляется из зерна с большим трудом. Связанная влага имеет ряд особенностей: у нее пониженная упругость пара, большая теплота испарения, пониженная способность растворять твердые вещества, меньшая теплоёмкость. Удалить всю связанную влагу практически невозможно, так как это сопряжено с разрушением тканей зерновки.

Свободная вода появляется при повышении влажности зерна (более 14 %). Капельно-жидкая вода слабо удерживается или совсем не удерживается частями зерновки. Она свободно перемещается из клетки в клетку и принимает активное участие во всех реакциях обмена. Наличие свободной влаги усиливает интенсивность дыхания и других биохимических процессов,

что ухудшает его физико-химические свойства и приводит к быстрой порче зерна при хранении.

Влажность зерна, при которой наряду с коллоидно-связанной водой появляется свободная, называется критической влажностью зерна. Для большинства зерновых культур она находится в пределах 14,0-14,5 %.

Водяной пар в воздухе и в скважинах зерновой массы создает определённое давление, которое зависит от величины влажности зерна. Внутри зерновки также есть давление водяного пара. В определённый момент может возникнуть разница между давлением водяного пара атмосферного воздуха и давлением пара внутри зерновки. Тогда влага из зоны большего давления будет переходить в зону меньшего давления до тех пор, пока давление пара в зерне не станет таким же, как давление пара в окружающем воздухе, т.е. пока не наступит Динамическое равновесие. Влажность зерна, соответствующая динамическому равновесию, называется равновесной влажностью. Равновесная влажность зерна - это состояние зерновой массы, при котором количество поглощённой воды в единицу времени из воздуха равно количеству выделившейся воды в атмосферу.

Если зерно поместить в замкнутое пространство, которое имеет достаточно высокую относительную влажность воздуха, то сухое зерно будет поглощать водяные пары (увлажняться). Если зерно имеет высокую влажность, а относительная влажность воздуха низкая, зерно будет отдавать воду (подсушиваться).

Количество гигроскопической и равновесной влаги зависит от ряда условий: химического состава и физической структуры зерновки, степени зрелости, механических повреждений, величины исходной влажности и др. (табл. 3).

Таблица 3 – Равновесная влажность зерна различных культур при температуре 12-25 °С (по Б. А. Кригеру), %

Культуры	Относительная влажность воздуха, %										
	0	20	30	40	50	60	70	75	80	90	95
Пшеница	6,6	8,4	9,5	10,9	12,2	13,4	14,8	5,3	6,7	20,4	-
Рожь	6,9	8,2	9,6	10,9	12,2	13,5	15,1	6,2	7,5	21,6	24,5
Овес	5,5	7,2	8,8	10,2	11,4	12,5	14,0	5,2	7,0	22,6	-
Кукуруза	6,2	7,9	9,3	10,7	11,9	13,1	14,6	5,5	6,5	20,7	25,0
Горох	5,3	7,0	8,6	10,3	11,9	13,5	15,0	5,0	7,1	22,0	26,0
Люпин	4,2	6,2	7,8	9,1	10,5	11,7	13,4	4,5	6,7	-	-
Бобы	4,1	6,8	8,5	10,1	11,6	13,1	14,8	-	-	22,6	27,2

На величину равновесной влажности оказывают влияние температура окружающей среды и зерна. Воздействие температуры наружного воздуха на зерновую массу проявляется постепенно и сопровождается ослаблением по мере проникновения вглубь. Колебания температуры воздуха образуют температурные волны (суточные и годовые) с соответствующим изменением относительной влажности воздуха и его влиянием на равновесную влажность зерна.

### **2.3. Токсические вещества, содержащиеся в продукции растениеводства, закладываемой на хранение.**

Научно-технический прогресс влечет за собой и отрицательные последствия, связанные с загрязнением окружающей среды. Огромное количество токсических веществ поступает в организм человека с пищевыми продуктами, в том числе и с зернопродуктами. За последние десятилетия содержание токсических элементов в продуктах питания возросло более чем в 3 раза.

Проблема рациональной системы защиты человека и животных от чужеродных соединений (ксенобиотиков) весьма актуальна. Токсические вещества разрушают биологические системы в воде, воздухе, почве и растениях. Многие соединения сами по себе нетоксичны, но в крови человека или животного образуют новые соединения, которые являются сильными ядами. В настоящее время интенсивно проводятся серьёзные исследования по усвоению и превращению растениями различных токсических соединений, особое внимание уделяется метаболизму пестицидов, микотоксинов, тяжелых металлов, канцерогенов. Изучаются дозы ксенобиотиков: метаболическая, угнетающая (ингибирующая) и летальная (смертельная). Большинство применяемых в сельском хозяйстве препаратов не исследованы на мутагенность (около 90 %), на канцерогенность – 65 %, недостаточно методик и приборов для обследования продукции на микотоксичность и радиоактивность.

Все токсические вещества можно объединить в группы:

- остаточные соединения пестицидов и нитраты;
- соли тяжёлых металлов;
- микотоксины;
- канцерогены и радионуклиды.

Пестициды – большая группа химических средств защиты растений: препараты для уничтожения сорных растений – гербициды; для борьбы с насекомыми – инсектициды; для защиты от клещей – акарициды; избавиться от грызунов помогают зооциды; от болезней, вызванных микроскопическими грибами, защищают фунгициды.

Многие пестициды являются источниками тяжёлых металлов, изменяют содержание микро- и макроэлементов в растениях и плодах, что затрудняет хранение собранного урожая, ведет к изменению пищевой ценности и вкусовых качеств конечного продукта. Большинство пестицидов могут накапливаться в организме растения, животных, человека и передаваться по пищевым цепям.

Содержание ряда элементов, входящих в состав пестицидов (меди, свинца, мышьяка и др.), нормируется санитарными нормами, так как чрезмерные дозы их соединений могут вызвать отравления людей и животных.

Нитраты – это обязательный компонент химического состава растений, одно из звеньев белкового синтеза. Нарушения ритма биосинтеза, вызванные различными стрессовыми факторами (недостаток освещенности, несбалансированное минеральное питание, недостаток или избыток влаги, повышенная кислотность почвы, излишняя загущенность посевов и др.), способствуют накоплению значительных запасов нитратов в органах растений. Такая продукция плохо хранится.

При употреблении продуктов с повышенным содержанием нитратов у человека наблюдаются понос, удушье, синеватый оттенок кожи, повышение температуры. Взрослый человек легко переносит поступление в организм нитратов до 150-200 мг в день, грудной ребёнок – 10 мг в день. Доза более 600 мг в день смертельна для большинства людей.

Источниками тяжёлых металлов являются промышленные выбросы (водные, газовые), выхлопные газы автомобилей и самолетов, выбросы ТЭЦ, домашних печей и др. Ежегодно в биосферу попадает около 345 млн т железа, 4,8 – меди, 2,5 млн т свинца и около 10 тыс. т ртути. Большая часть ядовитых соединений оседает вокруг источника загрязнения, но движущиеся источники рассеивают их на значительных территориях.

Много солей тяжёлых металлов накапливается в оболочках и в прилегающих к ним слоях зерновок и плодов. Наблюдаются сортовые различия по способности растений накапливать и расщеплять токсические вещества (от 2 до 26 раз).

Микотоксины – это яды, выделяемые некоторыми видами микроскопических грибов семейств *Aspergillus* и *Penicillium*, которые вызывают разрушения печени с нарушением кроветворных функций. На сочной продукции может поселяться более 200 видов, на зерне и зернопродуктах – около 60 видов микотоксичных грибов. Наиболее интенсивно заселение микотоксичными грибами растительных объектов происходит в зоне повреждений покровных тканей и при самосогревании. Большинство микотоксинов накапливаются в организме, не разрушаются при тепловой обработке и хранении. Внешних признаков образования микотоксинов и их накопления нет, возможен только горький вкус в зоне повреждения.

Один из наиболее опасных микотоксинов – патулин (сильный канцероген). Микроскопические грибы, выделяющие патулин, поселяются в местах повреждений на плодах семечковых культур: яблоках, грушах, айве. Токсические свойства патулина сохраняются даже в консервах (варенье, повидло, джем).

Канцерогены – большая группа веществ различного происхождения: минерального (свинец), химического (некоторые пестициды), микробиологического (патулин), органического (бензапирен). Бензапирен

(бенз-а-пирен) образуется при тепловой обработке растительного и животного сырья, особенно при соприкосновении с нагреваемой поверхностью и дымом. Содержание бензапирена в корочке хлеба в несколько раз больше, чем в мякише. Много его образуется при сушке зерна, особенно если этот процесс идет с несоблюдением параметров сушки или при использовании сушилок старого образца, где в качестве топлива применяют бурый уголь и мазут.

Источниками радионуклидов могут быть не только атомные станции, но и некоторые приборы, особенно неисправные.

Содержание большинства ядовитых веществ в продуктах питания человека и в кормах для животных контролируется и ограничивается предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Виды потерь сельскохозяйственной продукции и борьба с ними

Различают два основных вида потерь продуктов при хранении – потери в массе и потери в качестве. В большинстве случаев эти потери взаимосвязаны: то есть потери в массе сопровождаются потерями в качестве и наоборот. Потери в массе, как правило, связаны с уменьшением количества хранящегося продукта, их причины хорошо изучены.

Потери в массе определяются и нормируются при проведении количественно-качественного учета продукции. Сущность потерь в качестве заключается в уменьшении содержания в продуктах каких-либо полезных веществ, в частичной или полной утрате доброкачественности продуктов, в снижении их потребительской 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 продуктов и происходят вследствие протекания в них 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 продуктов 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. Эти 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 продукта, а за сезон (6-8 месяцев) 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 продуктов вследствие травм и просыпей, уничтожения птицами, грызунами и насекомыми, самосогревания, развития микроорганизмов и т.д. Потери, возникающие по этим причинам, считаются неоправданными, а, следовательно, и недопустимыми. Чем больше отклоняются условия хранения от оптимальных, тем больше и потери. Все недопустимые потери являются актируемыми, то есть обязательно составляется акт с указанием причин и величины потерь, виновные в допущении потерь несут ответственность.

При нерациональном использовании продуктов могут происходить их скрытые потери. Это 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; скармливание свиньям на откорме зерна пшеницы вместо ячменя приводит к снижению привесов. Таким образом, причины скрытых потерь организационно-экономические. Эти потери происходят в результате неумелого хозяйствования и связаны с недостаточной квалификацией кадров, с тем, что специалисты не могут правильно распорядиться продуктом, не знают его полезных свойств и используют продукцию не по назначению. Очень важно не допустить скрытых потерь продукции при ее использовании и реализации. Это входит в функции специалистов экономического профиля.

#### **2.4. Факторы, влияющие на сохранность сельскохозяйственных продуктов.**

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 продуктов как живых организмов. Они весьма многообразны. Абиотические факторы – это факторы неживой природы, условия внешней среды, влияющие на сохранность продуктов. Биотические и абиотические факторы сохранности

продуктов взаимосвязаны между собой. Интенсивность различных процессов жизнедеятельности растительных организмов можно ослабить или усилить изменением условий внешней среды при хранении. Таким образом, абиотические факторы влияют на сохранность продуктов не прямо, а косвенно, через интенсивность биотических факторов.

#### Абиотические факторы.

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

Большое влияние на сохранность продуктов оказывает также относительная влажность воздуха (ОВВ) в хранилище. Для сочной плодоовощной 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 %, для предотвращения сорбции (поглощения) водяных паров из воздуха и увлажнения зернопродуктов, так как при этом значительно снижается их устойчивость при хранении.

Газовый состав воздуха также является важнейшим абиотическим фактором. Повышенные концентрации диоксида углерода (СО<sub>2</sub>) и пониженные до определенных пределов концентрации кислорода оказывают положительное влияние на сохраняемость и лежкость плодов и овощей за счет снижения интенсивности дыхания и предотвращения потерь от развития микроорганизмов (гниения и плесневения). При хранении продукции в такой газовой среде ослабляются процессы обмена веществ, замедляются процессы старения и отмирания тканей, и значительно продлеваются сроки хранения.

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

#### Биотические факторы.

Величину потерь и в целом сохранность сельскохозяйственных продуктов 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 продуктов, являются следующие:

1) биохимические процессы, или процессы обмена веществ, протекающие внутри продуктов;

2) микробиологические процессы, то есть степень воздействия различных микроорганизмов на продукты;

3) развитие вредителей (насекомых, клещей) и грызунов в продуктах.

Сохранность продуктов зависит от интенсивности отмеченных биологических процессов, которые следует приостановить и замедлить, а по возможности, полностью исключить при хранении. Поэтому следует подробнее остановиться на этих процессах, слагающих биотические факторы.

К биохимическим относят процессы, обусловленные действием ферментов самого продукта. Интенсивность их протекания зависит от природы продукта, его химического состава, особенностей обмена веществ и условий хранения. Наибольшее влияние на сохранность продуктов при хранении оказывают дыхание и гидролитические процессы.

Дыхание – это процесс, присущий всем живым организмам, в то числе и растительным продуктам. 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 хранящихся растительных продуктов могут достигать значительных размеров, если режимы хранения далеки от оптимальных. Выделяющиеся при этом тепло и влага могут быть причиной дальнейшего усиления процесса дыхания. Это происходит при плохой вентиляции хранящихся продуктов.

Интенсивность дыхания у различных продуктов неодинакова. Низкая интенсивность дыхания 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. Интенсивность дыхания зависит от содержания свободной воды в продукте. 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 растительных продуктов. При снижении

концентрации кислорода до 2 % и менее растительные организмы переходят на анаэробное дыхание:



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

Процессы гидролиза протекают в пищевых продуктах 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 продуктов, значительно ухудшают их сохранность.

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

Микробиологические процессы – одна из главных причин порчи пищевых продуктов при хранении. Основные из них – это брожение, гниение и плесневение.

Брожение – это расщепление безазотистых органических веществ (сахаров) под действием ферментов, выделяемых бродильной микрофлорой. При хранении пищевых продуктов чаще всего могут возникать следующие виды брожения: спиртовое (под действием дрожжей), молочнокислое, уксуснокислое, маслянокислое. Некоторые виды брожения лежат в основе различных пищевых производств и в этом случае играют положительную роль. Например, на спиртовом брожении основаны виноделие, пивоварение, производство спирта; в процессе молочнокислого брожения происходит соление и квашение овощей, мочение плодов, силосование кормов. Однако все эти виды брожения при определенных условиях являются причиной порчи продуктов (например, сбраживания и прокисания соков, компотов, сухих вин). Маслянокислое брожение вызывает прогоркание муки, масла, порчу солено-квашеной продукции и играет только отрицательную роль.

Гниение – это глубокий распад белков и продуктов их гидролиза под воздействием гнилостных бактерий. Этот процесс в основном возникает в продуктах, богатых белками (мясо, рыба, яйца, молоко). Но подвержены гниению также и растительные продукты. Гниение почти всегда сопровождается образованием токсических и дурно пахнущих веществ и завершается полной порчей продуктов.

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

расщепляют белки, жиры и углеводы пищевых продуктов, придают им плесневый вкус и запах, выделяют токсины и много тепла.

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

Значительно снижают сохранность продуктов 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.

### **2.5. Физиологические процессы, происходящие в зерновой массе при хранении**

Любая партия зерна и семян в практике хранения называется зерновой массой. А поскольку зерновая масса – это совокупность живых организмов (зерно и семена основной культуры, примеси различного происхождения, микроорганизмы), то она будет устойчива при хранении, если нежелательные физиологические процессы в ней не происходят или они очень сильно замедлены. Иными словами, зерно хранится успешно, если оно находится в состоянии анабиоза.

Дыхание Основной формой жизнедеятельности всех живых компонентов зерновой массы является дыхание (газообмен). Дыхание может происходить аэробно и анаэробно с выделением 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.

Самосогреванием зерновой массы называется явление самопроизвольного повышения ее температуры вследствие протекающих в ней физиологических процессов и плохой теплопроводности. В зависимости от исходного состояния зерна и условий хранения в каком-либо участке насыпи температура поднимается до 55-65 °, в редких случаях – до 70-75°C. Образующийся очаг самосогревания не остается локализованным. Тепло передается в соседние участки насыпи, что, в свою очередь, способствует активизации в них физиологических процессов и теплообразованию. Если не принять мер к ликвидации начавшегося процесса самосогревания, то вся зерновая масса окажется в греющем состоянии. Самосогревание широко

распространено в мире и приводит к значительным потерям в массе сухого вещества зерна и снижению его пищевых, кормовых и посевных качеств. При запущенных формах самосогревания партия зерна вообще может быть непригодной к использованию.

При далеко зашедшем процессе самосогревания (если не принять мер к ликвидации его очага) температура зерна повышается до 50°C и выше, происходит интенсивное потемнение зерна, оно приобретает гнилостный запах. В процессе самосогревания активно идет гидролиз органических веществ, наблюдается тепловая денатурация белков, накапливается много аммиачного азота в зерновой массе. Процесс самосогревания завершается обугливанием зерна и полной потерей сыпучести зерновой массы, которая превращается в монолит, происходит полная потеря всех технологических качеств.

Радикальным средством борьбы с самосогреванием является активное вентилирование зерновой массы охлажденным воздухом, которое позволяет быстро и эффективно ликвидировать очаги самосогревания. Если же отсутствуют установки для активного вентилирования, необходимо принимать активные меры, позволяющие снизить температуру зерна. Это перебрасывание зерна зернопогрузчиками, пропуск через зерноочистительные воздушно-решетные машины, в результате чего зерно контактирует с атмосферным воздухом и охлаждается. Ручное перелопачивание зерна малоэффективно в борьбе с самосогреванием, наоборот, оно может привести к дальнейшему всплеску интенсивности физиологических процессов.

Прорастание. При хранении зерна и семян следует исключить их прорастание, которое совершенно недопустимо, так как сопровождается полной утратой семенных качеств и резким ухудшением технологических достоинств вследствие активного гидролиза запасных питательных веществ. Прорастание (появление зародышевых корешков и зародышевого стебелька) сопровождается усиленным дыханием, выделением тепла, потерей массы сухого вещества (в течение 5 суток после начала прорастания зерно хлебных злаков теряет 4-5 % сухого вещества). Зерно при этом приобретает солодовый запах и сладкий вкус, то есть 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.

Послеуборочное дозревание. При правильном хранении в зерновой массе не происходят нежелательные физиологические процессы, а, напротив,

в первый период хранения свежесобранного 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. Комплекс сложных биохимических процессов в зерне и семенах при хранении, приводящих к улучшению их посевных и технологических качеств, получил название послеуборочного дозревания.

В процессе послеуборочного дозревания происходят уменьшение содержания в зерне водорастворимых веществ, постепенное снижение активности ферментов, сокращение интенсивности дыхания, а также синтез сложных химических веществ (белков, крахмала, жиров). В результате зерно становится физиологически зрелым и вступает в состояние покоя, приобретая повышенную устойчивость при хранении.

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 свежесобранном 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 свежесобранные 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.

## **2.6. Режимы хранения зерновых масс.**

Изучение свойств зерновой массы и влияния на нее условий окружающей среды показало, что интенсивность всех протекающих в ней физиологических процессов зависит от одних и тех же факторов, важнейшими из которых являются: влажность зерновой массы и содержание влаги в окружающей среде; температура зерновой массы; доступ воздуха к зерновой массе. Поэтому режимы хранения зерна и семян основаны на воздействии на данные факторы с целью приведения зерновой массы в состояние анабиоза.

В практике хранения зерна и семян в различных странах применяют три режима: хранение зерновых масс в сухом состоянии, то есть имеющих пониженную влажность (в пределах докритической);

– хранение зерновых масс в охлажденном состоянии, когда температура понижена до пределов, оказывающих тормозящее влияние на все жизненные функции компонентов зерновой массы.

– хранение зерновых масс в герметических условиях (без доступа воздуха).

Выбор режима хранения определяется технологической и экономической целесообразностью.

#### Режим хранения в сухом состоянии

Основан на принципе ксероанабиоза, или на пониженной физиологической активности многих компонентов зерновой массы при недостатке в них воды. В зерне и семенах с влажностью в пределах до критической физиологические процессы проявляются лишь в форме замедленного дыхания и практически значения не имеют. Объясняется это отсутствием свободной воды, которая также не дает возможности развиваться микроорганизмам, прекращается развитие клещей. Зерновая масса всех злаковых и бобовых культур влажностью 12-14 %, не имеющая признаков заражения вредителями-насекомыми, при правильной организации хранения в складе или элеваторе будет находиться в анабиотическом состоянии. Хранение в сухом состоянии – необходимое условие для поддержания высокой жизнеспособности семян в партиях посевного материала всех культур. Режим хранения в сухом состоянии является наиболее приемлемым и экономически выгодным для долгосрочного хранения зерновых масс. Опыт показал, что зерновые массы в таком режиме можно хранить без перемещения в силосах элеватора 2-3 года и в складах 4-5 лет.

Надежность и эффективность хранения сухих зерновых масс привела к широкому распространению в практике различных методов сушки зерна для снижения его влажности перед закладкой на хранение. Обычно влагу удаляют, применяя следующие способы сушки:

1. Тепловая сушка в зерносушилках различных конструкций, в которых в качестве агента сушки применяется смесь топочных газов с воздухом, имеющая высокую температуру; это наиболее эффективный и производительный способ сушки, однако дорогостоящий (на сушку 1 т сырого зерна следует израсходовать около 10 литров дизельного топлива);

2. Сушка активным вентилированием с использованием нагретого или сухого атмосферного воздуха с низкой относительной влажностью, очень эффективна технологически и экономически;

3. Воздушно-солнечная сушка с применением солнечной радиации, целесообразна для небольших партий семян, когда требуется снижение их влажности на 1-3 %, способствует послеуборочному дозреванию, кроме того, солнечные лучи губительно действуют на микроорганизмы; это самый дешевый способ сушки;

4. Химическая сушка с применением сорбентов (например, сульфат натрия), хорошо поглощающих влагу из семян бобовых культур, склонных к растрескиванию, ее применение ограничено.

Обязательным условием применения любого способа сушки является сохранение всех технологических качеств зерна, а в посевном материале – и его жизнеспособности. Наряду с максимальным технологическим эффектом сушка должна быть организована наиболее экономично.

#### Режим хранения в охлажденном состоянии

Основан на принципе термоанабиоза, на чувствительности всех живых компонентов зерновой массы к пониженным температурам. Жизнедеятельность зерна основной культуры, семян сорных растений, микроорганизмов, насекомых и клещей при пониженных температурах резко снижается или приостанавливается совсем. Своевременным охлаждением зерновой массы различного состояния достигают ее полного консервирования на весь период хранения. Даже при хранении сухого зерна его охлаждение дает дополнительный эффект и увеличивает степень консервирования сухой зерновой массы. Особое значение приобретает временное хранение в охлажденном состоянии партий сырого и влажного зерна, которые не представляется возможным высушить в короткое время. Для таких партий охлаждение является основным и почти единственным методом сохранения их от порчи. В системе заготовок считаются охлажденными только партии зерна, имеющие в насыпи температуру не более 10 °С. При этом зерновые массы с температурой во всех слоях насыпи от 0 до 10 °С считают охлажденными в первой степени, а с температурой ниже 0°С – во второй степени. Избыточное охлаждение (до –20°С и более) часто приводит к отрицательным результатам, так как ухудшаются семенные и технологические свойства зерна и создаются предпосылки для резкого перепада температур и конденсата влаги. Способы охлаждения зерновых масс можно разделить на две группы: пассивные и активные. Пассивное охлаждение осуществляют проветриванием зернохранилищ с применением приточно-вытяжной вентиляции. В летне-осенний период его проводят в ночные часы, а с наступлением устойчивой холодной и сухой погоды – круглосуточно. Пассивное охлаждение не всегда дает достаточный эффект. Активное охлаждение осуществляют пропуском зерна через зерноочистительные машины, зернопогрузчики, конвейеры, норрии. Наиболее прогрессивным методом охлаждения является активное вентилирование, дающее самый высокий технологический эффект.

#### Режим хранения без доступа воздуха (в герметических условиях)

Основан на принципе аноксианабиоза. Потребность подавляющей части живых компонентов зерновой массы в кислороде позволяет консервировать ее путем изоляции от атмосферного воздуха. Отсутствие кислорода значительно сокращает интенсивность дыхания зерновой массы, зерно и семена переходят на анаэробное дыхание. Почти полностью прекращается жизнедеятельность микроорганизмов, так как подавляющая масса их состоит из аэробов. Исключается возможность развития насекомых и клещей, также нуждающихся в кислороде. Хранение без доступа воздуха – это почти единственный способ, обеспечивающий сохранность фуражного зерна с повышенной влажностью, исключая необходимость применения

тепловой сушки в зерносушилках. Потеря признаков свежести при этом не имеет существенного значения для зерна, предназначенного на кормовые цели. Совершенно исключается возможность хранения без доступа воздуха всех партий зерна, которые будут использованы для посева, так как при этом режиме неизбежна частичная или полная потеря всхожести вследствие губительного действия на зародыш этилового спирта, выделяющегося при анаэробном дыхании.

Создание бескислородных условий при хранении зерновых масс достигается обычно одним из трех путей: а) естественным накоплением диоксида углерода и потерей кислорода в результате дыхания всех живых компонентов, отчего и происходит самоконсервирование (автоконсервирование) зерновой массы в герметичной емкости;

б) создание в зерновой массе вакуума (применяют вакуумные насосы); в) введение в зерновую массу газов, вытесняющих воздух из межзерновых пространств (применение брикетов сухого льда, сжигание сжиженного газа в генераторах). Первый путь более доступный и дешевый, наиболее распространен в практике хранения.

Доставляемые на хранение партии растениеводческой продукции размещаются сначала на непродолжительное хранение поскольку требуют послеуборочной обработки, которая осуществляется, в зависимости от массы партии и производительности оборудования, в течение периода от нескольких часов до нескольких дней.

Предварительное размещение партий зерна может осуществляться:

– на токовой площадке (при отсутствии свободных механизированных зернохранилищ);

– в складах;

– в силосах.

При любом способе предварительного размещения необходимо знать требующееся для размещения партии количество складов или силосов или площадь токовой площадки.

Пример расчета параметров площадки.

На асфальтных площадках зерновая масса размещается в буртах. Под буртами понимают уложенные по определенным правилам вне хранилищ партии зерна в насыпи или таре. Бурты содержат как в открытом, так и в закрытом состоянии.

При хранении зерновых масс в буртах насыпям придается форма конуса, пирамиды, усеченной пирамиды, трехгранной призмы (одна из граней которой является нижней частью бурта) или другой конфигурации, дающей возможность легче укрыть бурт и обеспечить наибольший сток атмосферных осадков. В России бурты преимущественно устраивают удлиненной формы шириной основания 10 м (рис.1)

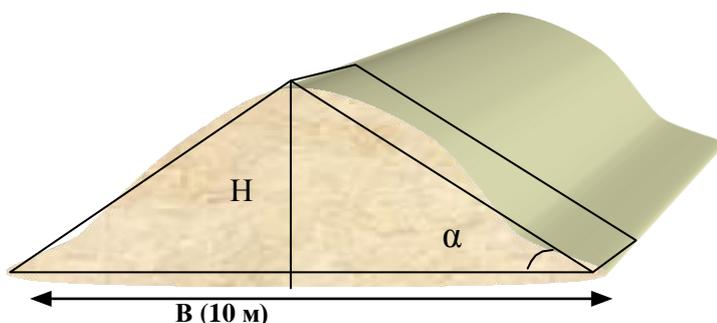


Рисунок 2 - Зерновой бурт удлиненной формы.

$H$  – высота зерновой насыпи,  $\alpha$  – угол естественного откоса,  $B$  – ширина (площадь основания).

Зная массу партии ( $M$ ) которую необходимо разместить на токовой площадке, рассчитайте суммарную длину зернового вороха, исчисляется путем деления общего количества зерна на массу участка насыпи длиной один метр ( $M_1$ ):

$$L_{\text{суммарная}} = M / M_1$$

где:  $L$  – Суммарная длина бурта заданной партии  $M$  -масса партии (по заданию),

$M_1$  -массу зерна в 1 метре бурта.

Для определения  $M_1$  необходимо знать объем бурта длиной 1 метр и объёмную массу (натуру) зерна (приложение б).

Найдем объем бурта умножив площадь поперечного сечения бурта (которую примем за треугольник) на длину – 1 м. Объем бурта длиной 1 м равен:

$$V = S \cdot 1, \text{ м}^3$$

где:  $V$  – объем бурта условной длиной,  $\text{м}^3$

$S$  – площадь поперечного сечения бурта (треугольника),  $\text{м}^2$  1 – условная длина бурта принятая за один метр.

Площадь поперечного сечения бурта равна:

$$S = 1/2 B (\text{основания}) \times H$$

где:  $H$  – высота насыпи в бурте

$B^*$ - ширина основания условно принята как 10 м

Высота зерновой насыпи в бурте ( $H$ ) равна:

$$H = 1/2 \text{ основания} \times \text{tg } \alpha,$$

где:  $\alpha$  – угол естественного откоса, для конкретной зерновой массы (приложение б).

\*– ширина основания условно принята как 10 м

Умножив полученный объем одного метра бурта ( $V$ ) на объёмную массу (натуру) зерна, получим массу зерна которое занимает один метр бурта ( $M_1$ ).

Далее необходимо рассчитать количество зерновых буртов, учитывая, что их оптимальная длина колеблется от 75 до 100 м. Рас- положение буртов по длине производится с севера на юг. При этом предусматривается уклон

тока в южном направлении  $2...4^\circ$ . Между зерновыми бунтами оставляются транспортные проезды (вдоль длинной стороны) по  $10...15$  метров и оперативные площадки (вдоль торцов) (рис 2).

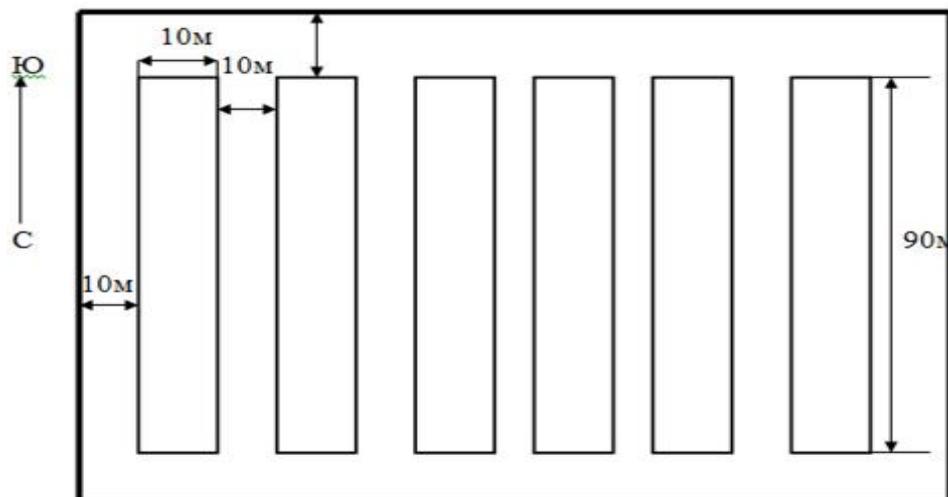


Рисунок 3– План размещения токового хозяйства

В том случае если предварительное размещение зерна осуществляется в зерноскладе, то необходимая емкость и требуемое количество складов можно определить по аналогии расчета бунта, с той разницей, что сечение насыпи зерна в зерноскладе складывается из прямоугольной и треугольной составляющих (Рис. 3).

Для расчета необходимо знать размер зерносклада указанного в задании. Например размеры стандартного зерно склада на 3200 тонн зерна пшеницы имеют размер  $20 \times 60$  м. при предварительном размещении, высота прямоугольной части насыпи зависит от культуры и влажности зерна (приложение 6) рассчитываем высоту треугольной части как в примере с расчетом бунта. Таким образом объем и емкость зерносклада складывается и этих двух расчетов.

Количество необходимых зерновых складов возможно рассчитать несколькими путями. Если при расчете объема склада занятого зерновой массой, брали длину всего склада, тогда необходимо массу зерновой парии разделить на массу зерна поместившегося в один склад.

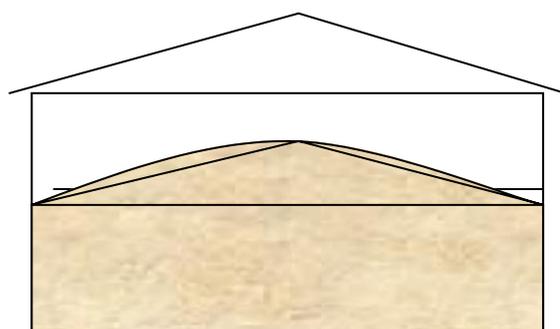


Рисунок 4 – Размещение зерна в зерноскладе

Если рассчитывали ёмкость (вместимость) склада длиной 1 м, тогда находим общую длину зерновой насыпи для условий данного склада и делим его длину. Округление расчётов проводят в большую сторону не зависимо от полученной цифры после занятой.

Пример расчёта предварительного размещения партии зерна ржи в типовом складе массой 3100 т влажностью 16,0%:

Для расчета используют следующие данные:

Зерно размещается в типовом зерноскладе ёмкостью 3200 тонн. Его размеры ширина  $B = 20$  м, длина  $L = 60$  м. В данном случае ширина треугольной части (бунта зерновой насыпи) ( $B$ ) равна ширине склада – принимаем ее равной 20 м.

Сечение насыпи зерна в зерноскладе складывается из прямоугольной ( $S_1$ ) и треугольной ( $S_2$ ) составляющей. Общая площадь сечения ( $F$ ) зерновой насыпи равна:

$$S = S_1 + S_2 = B \times H_1 + \frac{1}{2} B \times H_2$$

где  $H_1$  – высота прямоугольной составляющей, 3,5 м так как влажность зерна ржи составила 16,0% (приложение 6);

$H_2$  – высота треугольной составляющей не более, 1,5 м (в случае предвари- тельного размещения треугольную часть размещается не учитывать т.к. в случае активного вентилирования треугольная часть часто разравнивается)

Таким образом, площадь поперечного сечения зерновой массы в складе равна:

$$S = (20 \times 3,5) + \frac{1}{2}(20 \times 1,5) = 70 + 15 = 85 \text{ м}^2$$

\*Объем зерновой насыпи зерна ржи в влажностью 16,0%, в данном складе длиной 1 м равен:

$$V_1 = 1 \times S \text{ Тогда } V_1 = 1 \times 85 = 85 \text{ м}^3.$$

Зная объемную массу (натуру) зерна ржи, можно определить массу зерна в данном складе длиной 1 м. Она равна:

$$M_1 = V_1 \times p$$

где  $p$  – объемная масса (натура) зерна,  $\text{т/м}^3$ . Для зерна ржи –  $0,70 \text{ т/м}^3$ .

Тогда получаем:  $M_1 = 85 \times 0,70 = 59,5 \text{ т}$ .

Зная, что в насыпи длиной 1 м зерносклада хранится 59,5 т зерна определяем длину насыпи для размещения всей зерновой массы (по заданию 3100 тонн). Она равна:

$$L = M / M_1,$$

$$\text{Тогда } L = 3100 / 59,5 = 52,1 \text{ м}.$$

Количество зерноскладов, необходимых для размещения зерна определяем по формуле:

$$n = L / L_1$$

где  $L_1$  – длина типового зерносклада, 60 м.

Тогда,

$$n = 52,1 / 60 = 0,86 \approx 1 \text{ склад}.$$

Таким образом, для предварительного размещения зерна ржи по заданию достаточно одного типового склада.

Если по заданию, предварительное размещения зерна осуществляется в условиях элеватора, то необходимую вместимость определяют путем расчета емкости одного силоса. И далее рассчитывается необходимое количество силосов.



Рисунок 5 – Классификация зерновых складов

До создания капитальных хранилищ с современным оборудованием для хранения растительной продукции человечество прошло путь от простейшего подвала до современных хранилищ с газовыми камерами и автоматическими системами управления. В России издавна применялись различные виды хранилищ, в основном с естественным холодом (бурты, траншеи, ледники). В настоящее время строятся хранилища с искусственным охлаждением, регулируемой газовой средой и комплексом оборудования для обработки продукции и его реализации (сортировки, сушки, упаковки и т. п.).

Для качественного хранения сельскохозяйственной продукции надо знать основные определения и термины, классификацию сооружений и оборудования для хранения.

Зернохранилища и зерносушилки являются основными при развитии технической базы элеваторной промышленности. Зернохранилищами располагают не только хлебоприемные, но и зерноперерабатывающие предприятия. Это элеваторы, зерновые склады, металлические силосы, более 95% которых оснащены средствами стационарной механизации.

Разработаны и используются типовые проекты складов для зерна, в которых обобщен многолетний опыт их проектирования и строительства. Вместимость современных типовых складов с плоскими полами составляет 3200 и 5500 т, с наклонными - 7500 т.

Одно из основных требований, предъявляемых к складам, - экономичность, учитываемая как при строительстве, так и при эксплуатации. Наиболее распространенная форма склада - прямоугольник, что позволяет для стен применять местный материал (кирпич, бут, бетонные или шлаковые блоки, камень, сборный железобетон), а для каркаса крыши - дерево, сборный железобетон или стальные конструкции. Каркас крыши обычно сооружают из дерева или железобетона.

При эксплуатации складов высоту насыпи зерна принимают в зависимости от его качества, но не более расчетной (около стен - 2,5 м, в середине - 5 м). Для этого на стенах высоту засыпки зерна отмечают красной линией.

Вместимость складов выражают массой зерна, которое можно разместить в них при максимально допустимой нагрузке. Массу зерна определяют умножением объема зерна ( $K_{об}$ ), который может быть размещен в складе, на его натуру

Различают паспортную и рабочую вместимость складов. Паспортной называется вместимость, рассчитанную на размещение пшеницы натурой 0,75 т/м, влажностью, 14...15,5%, с содержанием сорной примеси 2% при высоте насыпи, допускаемой для данного зерна.

Рабочую вместимость определяют для каждого конкретного случая с учетом культуры, натуры и качества зерна.

Паспортная вместимость типовых складов, в соответствии со справочными данными, принята:

Размер в плане, м*м	Вместимость, т
30x15	1000
45x20	2000
60x20	3000
62,5x20,8	3200

Проектирование и строительство хлебоприемных предприятий осуществляется на основании технико-экономических обоснований. На выбор района и точки расположения хлебоприемного предприятия оказывает влияние много факторов - объемы и расстояние доставки зерна, наличие автомобильных, железнодорожных и водных путей, наличие населенных пунктов, источников энерго- и водоснабжения и др.

Для современных зерноскладов характерны: механизация транспортных и погрузочно-разгрузочных работ; контроль температуры и влажности зерна; регулирование температуры и влажности хранимого зерна путем вентилирования воздухом; дополнительная обработка зерна перед закладкой и в процессе его хранения с целью поддержания его качества (очистка, сушка, охлаждение, дезинсекция и т. п.).

Хранение зерна может быть временным (краткосрочным) и длительным (долгосрочным). Первое по продолжительности исчисляется в сутках или месяцах (один-три), второе длится от нескольких месяцев до нескольких лет. Как временное, так и долгосрочное хранение должно быть организовано так, чтобы не было потерь в массе (кроме неизбежных) и тем более потерь в качестве. Даже кратковременное хранение партий зерна целесообразнее организовывать в специальных хранилищах, где обеспечивается стабильное состояние зерновой массы в пределах принятого режима хранения. Однако в практике хранения не представляется возможным сразу в период уборки урожая поместить все зерно в хорошо устроенные хранилища. Тогда возникает необходимость в организации временного хранения зерна на токах или открытых площадках, в так называемых бунтах (насыпях зерна определенной формы, уложенных по установленным правилам).

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

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

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

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

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

воздействие атмосферы. Зернохранилище должно иметь надежную гидроизоляцию (защищать зерновую массу от проникновения атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод) и термоизоляцию (защищать зерно от резких перепадов температуры). Чрезвычайно важным требованием является надежность защиты зерновых масс от грызунов, птиц, насекомых и клещей, поэтому зернохранилище должно быть удобным для проведения мероприятий по обеззараживанию (дезинсекции). Зернохранилища сооружают из камня, кирпича, железобетона, металла по различным типовым проектам. Выбор строительных материалов зависит от местных условий, целевого назначения зернохранилищ и экономических соображений.

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

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

Для рациональной эксплуатации зернохранилищ и удешевления стоимости хранения зерна вместимость их должна быть использована максимально. Этого достигают, размещая зерновую массу в складах предельно допустимым по высоте насыпи слоем.

Высота насыпи зерновой массы в хранилищах зависит от ее состояния, целевого назначения партии зерна и предполагаемого срока хранения зерна, типа хранилища и времени года. Зерно влажностью до критической, очищенное от примесей и предназначенное для продовольственных и кормовых целей, можно хранить во всех типах хранилищ с максимально возможной высотой насыпи: 30-40 м в силосах элеватора и до 4-5 м при напольном хранении в складах. При пониженной высоте насыпи (1-2,5 м) приходится хранить зерновые массы, обладающие пониженной стойкостью. При хранении зерна и семян в таре мешки укладывают в штабеля различными способами: тройником, пятериком, колодцем. Высота штабеля колеблется от 8 до 14 рядов.

### Размещение зерна на хранение и наблюдение за ним

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

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

– учет показателей качества каждой партии зерна и связанных с этим возможностей использования ее по тому или иному назначению;

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

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

За зерновыми массами необходимо систематически наблюдать в течение всего периода хранения, что позволяет своевременно предотвратить все нежелательные явления и с минимальными затратами довести зерновую массу до состояния консервирования или реализовать ее без потерь. Наблюдение организуют за каждой партией зерна. К числу показателей, по которым при систематическом наблюдении можно безошибочно определить состояние зерновой массы, относят ее температуру, влажность, содержание примесей, зараженность, показатели свежести (цвет и запах). В партиях семенного зерна дополнительно проверяют его всхожесть и энергию прорастания. Периодичность проверки зерновой массы по этим показателям зависит от ее состояния и условий хранения (времени года, типа хранилищ, высоты насыпи). Так, чем физиологически активнее зерновая масса, тем чаще проверяется ее температура. Например, в сухом зерне она измеряется один раз в 15 дней, а в сыром неохлажденном зерне – ежедневно. Сроки проверки зерна на зараженность клещами и насекомыми зависят от температуры: при температуре выше 15°C – один раз в 10 дней, при температуре ниже 5°C – один раз в месяц. В зависимости от влажности и температуры установлены и сроки наблюдений по другим показателям. Результаты наблюдений в хронологическом порядке заносят в журнал наблюдений.

При хранении проводят количественно-качественный учет зерна, в процессе которого в приходно-расходной книге указывают количество поступившего на склад и выбывшего из него зерна, выявляют неизбежные потери в массе (естественную убыль), потери массы, связанные с изменением

качества (уменьшение влажности), и неоправданные (сверхнормативные) потери. По окончании срока хранения составляется и утверждается акт зачистки зернохранилища с указанием всех видов и величины потерь.

#### Мероприятия, повышающие устойчивость зерновых масс при хранении

К технологическим приемам, способствующим обеспечению сохранности зерновых масс и применению определенных режимов хранения, относят: сушку и очистку зерновых масс от примесей, их активное вентилирование, обеззараживание от вредителей, химическое консервирование.

Сушка и очистка являются приемами послеуборочной обработки зерна и семян с целью доведения их до требуемых кондиций по влажности и засоренности. Если сушка проводится при влажности зерна выше критической, то очищают от примесей все партии свежубранного зерна.

В зависимости от состояния и целевого назначения зерна могут проводить различные виды очистки: предварительную, первичную и вторичную (для доведения семян до кондиций посевных стандартов). Очистка проводится на воздушно-решетных сепараторах, в триерах и других зерноочистительных машинах. При очистке используются различия зерна и семян основной культуры и примесей по таким физическим свойствам, как размеры, аэродинамические свойства (парусность), плотность, состояние поверхности, форма. Технологический эффект от очистки тем выше, чем больше отделимых примесей удаляется из зерновой массы. Минимальный технологический эффект первичной очистки зерна должен составить не менее 60 %. Это значит, что в зерновой массе после очистки должно остаться не более 40 % содержащихся в ней первоначально примесей. При первичной очистке исходную зерновую смесь сепарируют на следующие фракции: продовольственное зерно 1 сорта, фуражное зерно 2 сорта, мелкие отходы, крупные отходы и легкие примеси. Очень важно организовать правильный учет выхода очищенного зерна, побочных продуктов и зерновых отходов при очистке.

#### Режимы сушки зерна и семян

Зерно озимых и яровых культур при засыпке на хранение, как правило, должно содержать влаги не более 14-15%. Зерно сушат, чтобы снизить влажность до пределов, обеспечивающих стойкость его при хранении, довести зерно до предусмотренных кондиций по целевому назначению, а также уничтожить зараженность зерна вредителями. В первую очередь сушке подвергаются семена сырые, потом влажные и в последнюю очередь средней сухости. Если среди этих категорий имеются семена, зараженные амбарными вредителями, то их следует просушить ранее незараженных. Семена, доставленные на ток непосредственно от комбайнов или молотилок, подлежат немедленной первичной очистке, чтобы они не увлажнились от зеленых очень влажных примесей. За семенами принятыми на ток или хранящимися в зерноскладах, также подготовленных к сушке, устанавливают систематическое наблюдение (не менее 1 раз в день измеряют температуру семян). При первых признаках самосогревания принимают срочные меры к

проветриванию и охлаждению семян. Перед началом сушки берут пробу для определения влажности семян. На основании данных анализа мастер сушильщик решает как вести сушку этих семян в один, две или три просушки и при каком режиме.

Сушка семян чаще всего осуществляется или на открытых площадках (воздушно-солнечная сушка или так называемая радиационная сушка) или на зерносушилках (конвекционная, контактная) или с помощью активного вентилирования, когда используется подогретый воздух.

При воздушно-солнечной сушке полностью сохраняется всхожесть, цвет, блеск и другие качества зерна. Кроме того, под влиянием солнечных лучей происходит гибель на 30-40% почти всех микроорганизмов и клещей, что благоприятно сказывается на сохранности зерна. Более усиленно проходит процесс дозревания зерна и семян. Наибольший эффект она имеет, где жаркая солнечная погода совпадает с периодом уборки (южные, центральные области).

Сушка зерна проводится в солнечные дни. Небольшие партии зерна сушат на при складских площадках, брезентах или полах из мешковины. Для сушки больших партий устраивают специальные цементные, асфальтовые или даже глинистые площадки на сухом открытом месте, на южном склоне, чтобы не задерживалась влага на площадке, ее делают с некоторым уклоном. Перед загрузкой зерном площадки очищают от пыли, сора и дают прогреться подсолнечными лучами. Слой зерна на площадке в зависимости от влажности бывает 5-25 см. Для ускорения сушки и более равномерного высыхания зерно на площадках укладывают грядами или в слое насыпи делают бороздки. Их располагают с севера на юг или по направлению ветра. Через каждые 20-30 мин. или хотя бы 60 мин. зерно перелопачивают (ворошат). При благоприятной погоде сушка заканчивается в 2-4 дня. После сушки зерно надлежит охладить (ибо оно может прогреться до 30-40°C), отсортировать и сложить в подготовленный (обеззараженный) для хранения склад.

Сушка зерна на зерносушилках при условии правильного ее проведения – более надежный и эффективный прием, способствующий улучшению качества зерна и его сохранности. Во многом эффект зависит от приема и типа зерносушилок, а также точного исполнения режима сушки.

Выбор режима сушки в зависимости от культуры, качества и назначения. Сушка является основной технологической операцией по приведению зерна и семян в устойчивое при их хранении состояние. Только после того, как из зерновой массы удалена вся избыточная влага (то есть свободная вода) и зерно доведено до сухого состояния (влажность должна быть ниже критической), можно рассчитывать на его надежную сохранность в течение длительного периода времени. Под режимом сушки зерна и семян понимают совокупность основных параметров технологического процесса, сочетание которых обуславливает интенсивность тепло- и влагообмена, обеспечивает снижение влажности сырого зерна и сохранение его качества. Главная сложность сушки зерна заключается в том, чтобы работать при

использовании предельно допустимых температур нагрева агента сушки и нагрева зерна, обеспечить максимальную производительность сушилки при полном сохранении качества продукции. Превышение установленных температур нагрева агента сушки и зерна ведет к порче продукции, применение слишком мягкого режима обработки снижает производительность сушилок. Основными параметрами сушки являются: температура, влажность и скорость агента сушки; температура, влажность, назначение и вид зерна; продолжительность сушки. Главный параметр сушки – температура агента сушки. Именно она, в первую очередь, определяет интенсивность нагрева зерна и скорость испарения влаги. Интенсификация процесса сушки наблюдается при высокой температуре и низкой относительной влажности подаваемого в сушильную камеру агента сушки. Однако высокие значения температуры ограничены необходимостью сохранения качества зерна, подвергаемого сушке. Другим, не менее важным параметром сушки является первоначальная влажность зерна. Она оказывает существенное влияние на выбор температурных режимов сушки. В значительной степени предельно допустимая температура нагрева зерна зависит от начальной его влажности. С повышением влажности зерна снижается его термоустойчивость, и сушку в этом случае ведут при более низких температурах.

Режим сушки определяется: родом и видом зерна и семян, или культурой; исходной влажностью зерна и семян; целевым назначением и качеством зерна и семян; конструкцией и типом зерносушилки. На выбор температурного режима сушки оказывают влияние продолжительность процесса нагрева зерна, его технологические свойства, целевое назначение и вид зерновой культуры.

Режим сушки выбирается таким образом, чтобы процесс сушки проходил в кратчайший срок с наименьшими затратами тепла и при полном сохранении или улучшении качества зерна. В шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилках режимы сушки применяют с равномерным подводом тепла на всем протяжении процесса (одноступенчатый режим), режимы с увеличением теплового потока по ходу процесса (ступенчатые восходящие режимы) или с его уменьшением (ступенчатые нисходящие режимы).

В шахтных прямоточных сушилках применяют ступенчатые восходящие режимы, в рециркуляционных – ступенчатые восходящие и нисходящие режимы. Дифференцированные режимы используют при сушке зерна продовольственной пшеницы с учетом качества клейковины.

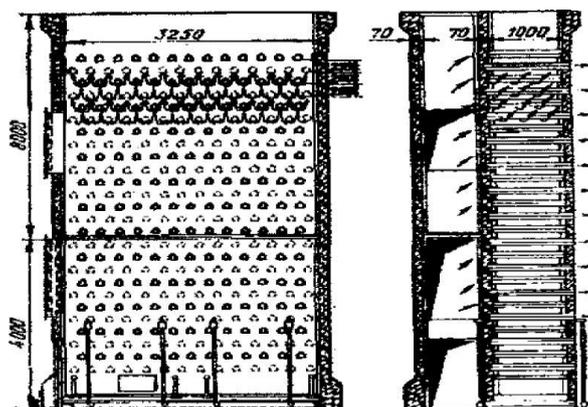


Рисунок 6. – Шахта сушилки в продольном и поперечном разрезах, размещение коробов и движение агента сушки

При сушке с повышенной температурой пшеницы со слабой клейковиной ее качество может улучшиться. Но при сушке пшеницы с нормальной клейковиной при таком режиме клейковина может понизить качество и стать крепкой и короткорвущейся. При сушке зерна применяют также квазиизотермический режим, характеризующийся постоянством температуры зерна в течение всего времени его пребывания в зоне сушки.

Допустимую температуру нагрева зерна определяют по табличным данным (табл. 1, 2) или рассчитывают по формуле:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{2350}{0,37(100 - W) + W} + 20 - 10 \lg \tau$$

где W – влажность зерна, %;  $\tau$  - экспозиция сушки, мин.

Существенное значение для процесса сушки имеет скорость подачи теплоносителя в зерновой слой. При большей подаче теплоносителя процесс нагрева зерна и сушка протекают быстрее, и производительность сушилок увеличивается. Однако при сушке бобовых, риса, кукурузы большие подачи теплоносителя приводят к появлению на зерне трещин. Все зерносушилки проектируются с таким расчетом, чтобы пропускать в единицу времени максимальное количество агента сушки. Ускорить сушку за счет увеличения подачи нагретого воздуха сверх расчетной нормы весьма трудно. Главная задача при пуске в работу зерносушильного агрегата - выбрать для данной партии сырого или влажного зерна предельно допустимую температуру нагрева агента сушки и нагрева высушиваемого материала, обеспечив тем самым максимальную производительность сушилки при полном сохранении качества продукции.

Рекомендуемая температура теплоносителя и нагрева зерна, а также семян масличных, приведена в табл. 1,.

Таблица 4 – Режимы сушки зерна в рециркуляционных сушилках  
(с нагревом зерна в камерах с падающим слоем)

Культура	Начальная влажность зерна, %	Нагрев зерна, °С	Предельная температура агента сушки в камере нагрева, °С
Пшеница продовольственная: с крепкой клейковиной (до 40 ед. ИДК) с хорошей клейковиной (от 45 до 75 ед. ИДК) со слабой клейковиной (более 80 ед. ИДК) сильная, твердая и ценных сортов	До 20	50	300
	Свыше 20	45	250
	До 20	60	350
	Свыше 20	55	330
	До 20	65	370
	Свыше 20	60	350
Ячмень: пивоваренный  продовольственный и кормовой	До 19	50	300
	До 19	60	350
	До 20	60	350
	Свыше 20	55	330
Овес	Независимо от начальной влажности	55	330
Рожь продовольственная	Независимо от начальной влажности	60	350
Просо	До 20	50	300
	от 20 до 25	45	250
	Свыше 25	40	210
Гречиха	До 20	60	350
	от 20 до 25	55	330
	Свыше 25	50	320
Семена подсолнечника	До 15	55	250
	от 15 до 20	55	250
	Свыше 20	55	220

Режим сушки зависит не только от культуры, исходной влажности и качества зерна, но и от его дальнейшего использования. Так, зерно кукурузы для пищеконцентратной промышленности сушат, используя семенные режимы, а зерно для крахмало-паточной промышленности сушат при повышенной температуре. Зерно кормовой кукурузы сушат при еще более высокой температуре. Таким образом, определяющим в сохранении качества зерна при сушке, является температура его нагрева. Температура агента сушки должна быть такой, чтобы обеспечить поддержание заданной температуры нагрева зерна или семян в соответствии с их влажностью, целевым назначением и исходным качеством. Поэтому при сушке зерна необходимо регулярно контролировать как температуру агента сушки, так и температуру нагрева зерна. Термоустойчивость сырого зерна невысокая,

поэтому температура нагрева зерна разных культур в зависимости от влажности и целевого назначения изменяется в небольших пределах. Семенное зерно большинства культур при сушке нагревают до 40-45 °С, зерно продовольственной пшеницы до 45-55 °С, зерно фуражного назначения до 50-60 °С. На выбор температурного режима сушки крупносемянных зернобобовых культур оказывает влияние их специфическая особенность – плохая влагоотдача и склонность к растрескиванию. Семена гороха, фасоли и других культур имеют пониженную удельную поверхность испарения, что вызывает пересушивание поверхностных слоев семян. При их высушивании происходит уплотнение поверхностных слоев семян, уменьшение объема. Но так как уменьшение объема сначала происходит лишь в периферийных слоях семени, а внутренняя часть остается без изменения, это вызывает большие физические напряжения в семенах, и они растрескиваются, первоначально только их оболочка, а затем и центральная часть. Поэтому семена зернобобовых культур сушат при более мягких температурных режимах, чем семена зерновых культур. Нагрев семян бобовых культур не должен превышать 30-35 °С. Соответственно снижается и производительность сушилок. Для предупреждения растрескивания семян, а также для проведения обработки в наиболее выгодных условиях постоянной скорости сушки приходится ограничивать разовый съём влаги у большинства типов сушилок в пределах 4-6 %. В последующий период отволаживания в ожидании повторного пропуска через сушилку в зерне происходит перераспределение и выравнивание влажности между центральной и периферийными частями. Это обеспечивает при повторной обработке сушку зерна при достаточно высокой скорости влагоотдачи.

#### Активное вентилирование.

Принудительное продувание воздухом зерновой массы, находящейся в покое, то есть без перемещения. Воздух с помощью вентиляторов, обеспечивающих необходимую подачу и развивающих нужный напор, через систему специальных каналов или труб нагнетается в больших количествах в зерновую массу и оказывает существенное влияние на ее состояние. Этот технологический прием имеет разностороннее значение и поэтому может применяться в различных целях: для сушки, охлаждения, послеуборочного дозревания зерна и семян, ликвидации самосогревания.

Все установки, применяемые для активного вентилирования, можно разделить на три группы: стационарные, напольно-переносные, и передвижные (трубные и телескопические). Очень важно установить правильный режим активного вентилирования: оптимальные количество и параметры (температура, влажность) воздуха. Удельная подача воздуха, то есть его количество в м<sup>3</sup>, нагнетаемое на 1 т зерна в час, должно быть достаточным для достижения ожидаемого эффекта и предотвращения образования в зерновой массе застойных зон. Например, для охлаждения зерна рекомендуется удельная подача воздуха составляет 50-200 м<sup>3</sup>/ч на 1 т в зависимости от влажности, для сушки и ликвидации самосогревания она должна быть на порядок выше – 1000-2000 м<sup>3</sup>/ч · т.

## 2.7. Крупяное сырье

Крупа в пищевом рационе человека составляет от 8 % до 13 % от общего потребления зерновых. На крупяных заводах перерабатывают различные виды крупяных культур. Рис, просо, гречиху называют иногда собственно крупными культурами, так как основную массу зерна этих культур используют для производства крупы. Кроме того, крупу и крупные продукты изготавливают из зерна овса, ячменя, пшеницы, кукурузы, гороха. В отдельных случаях перерабатывают в крупные продукты сорго, чумизу, чечевицу и др. Ассортимент крупной продукции достаточно широк - это крупа из целого или дробленого ядра, хлопья и т.д.

Зерно крупных культур весьма разнообразно по форме, размерам, строению. Оно состоит из двух частей: ядра (эндосперм с зародышем) и пленок. Наружные пленки, которыми покрыто ядро, могут быть либо цветковыми (просо, рис, ячмень, овес), либо плодовыми (гречиха, пшеница, кукуруза), либо семенными (горох). Очень важным свойством зерна является прочность связи наружных пленок и ядра.

У зерна четырех крупных культур: риса, проса, овса и гречихи – наружные пленки охватывают ядро, не срослись с ним. У четырех других: пшеницы, гороха, ячменя и кукурузы – пленки плотно срослись с ядром по всей его поверхности. Прочность связи оболочек с ядром определяет в значительной мере способы переработки. Содержание наружных пленок у зерна разных культур различно. Наиболее высокое содержание пленок у овса – от 22 % до 30 % (в среднем 26 %), наименьшее - у ячменя и гороха - в среднем соответственно 11 и 10%, у проса, гречихи, риса содержание пленок около 20 %. На выход и качество крупы влияют многие показатели качества зерна. Прежде всего, большое значение имеют содержание пленок, крупность, выравненность, влажность зерна и содержание примесей в нем.

Содержание пленок – пленчатость - определяют в зерне, очищенном от примесей. Чем выше пленчатость, тем меньше содержание ядра, тем меньше крупы получают из такого зерна. Как правило, пленчатость крупного зерна меньше, чем мелкого. Кроме того, мелкое зерно обычно хуже шелушится. Особенно существенно влияет на эффективность переработки наличие самого мелкого зерна. Размеры зерна определяются размерами отверстий сит, проходом которых получают это мелкое зерно, относимое обычно к сорной примеси. Содержание такого зерна у ряда культур ограничивается соответствующими стандартами. Размеры отверстий сит, проходом которых получают мелкое зерно, составляют: для проса 1,4x20 мм, для овса 1,8x20, ячменя 2,2x20 мм и т.д. Мелкое зерно желательно отсеивать на хлебоприемных пунктах и элеваторах. Важное значение имеет и выравненность зерна, т.е. наличие большого количества зерен, близких по размерам. Влажность зерна оказывает большое влияние на его технологические свойства, на конечную влажность крупы. Высокая, а часто и низкая влажность ухудшает его технологические свойства, при высокой влажности затрудняются очистка от примесей и шелушение зерна, при низкой влажности резко повышается его дробимость в процессе переработки.

В крупяном сырье часто содержится сравнительно большое количество разнообразных примесей, многие из которых трудноотделимы. Сорная примесь включает органическую, минеральную, семена культурных и сорных растений и т.д. Например, все семена других культурных и сорных растений относят к сорной примеси у зерна гречихи, проса, риса. Семена некоторых культурных растений, например ячменя, пшеницы, относят к зерновой примеси у овса и т.д.

Общие принципы очистки зерна от примесей практически такие же, как и при очистке зерна пшеницы и ржи на мукомольных заводах. Однако различная форма и размеры зерна разных культур, а также наличие специфических примесей в нем приводят к некоторым особенностям применения зерноочистительных устройств.

Трудноотделимые примеси представляют собой чаще семена сорных и культурных растений. Например, в гречихе трудноотделимыми примесями являются пшеница, овес, ячмень, дикая редька, а также так называемая татарская гречиха – карлык. В зерне риса трудноотделимые примеси - это различного рода просянки (просо крупноплодное, просо сжатое и т.д.), пшеница и другие семена. Характерной примесью служат комочки земли, особенно когда они перемешаны с илом, что снижает их плотность. Так, минеральная примесь (галька) имеет плотность от 2,6 до 2,8 г/см<sup>3</sup>, а комочки земли – от 1,6 до 1,8 г/см<sup>3</sup>, что гораздо ближе к плотности зерна – от 1,2 до 1,3 г/см<sup>3</sup>. Малое различие в плотности затрудняет разделение компонентов смеси. В зерне проса особенно много трудноотделимых примесей, представляющих собой семена сорных растений, мелких зерен пшеницы и ржи и др. Имеются и некоторые другие признаки зерна, влияющие на выход и качество крупы. Например, среди зерен риса встречаются зерна с окрашенными в красно-бурый цвет плодовыми оболочками. Более интенсивная обработка таких партий зерна приводит к снижению выхода крупы.

Второй по значимости продукт питания (после муки), вырабатываемый из зерна некоторых сельскохозяйственных культур, – крупы. Физиологические нормы питания человека предусматривают введение в рацион различных круп, в среднем на душу населения 9-13 кг в год.

Крупяное производство – отрасль пищевой промышленности по переработке зерна в крупу. Основную массу зернового сырья перерабатывают на крупяных заводах или крупяных цехах мельничных предприятий. Предприятия малой мощности (до нескольких тонн в сутки) называются крупорушками.

Культуры, зерно которых используют для производства крупы, называют крупяными, к ним относят рис, просо, гречиху. Широко применяют для производства крупы овёс, ячмень, пшеницу, горох, кукурузу, реже – сорго, чечевицу, чумизу. Предпочтение отдаётся крупам из гречихи, риса и бобовых, богатых белками.

Бобовые культуры. Семена бобовых культур имеют разнообразную форму и окраску, но однотипное строение. Их семена покрыты прочной

кожистой семенной оболочкой. Под семенной оболочкой находится зародыш, который состоит из двух семядолей, содержащих запасные питательные вещества. Зародыш также имеет зачаточную почечку и корешок. Семенная оболочка составляет от 6 до 14 % массы семени, почечка с корешком – 1...2 %, семядоли — около 90 %.

К группе зерновых бобовых культур относят: горох, чину, нут, чечевицу, фасоль, люпин, кормовые бобы, вику, сою, арахис и некоторые другие. Семена бобовых растений богаты белками, содержание которых колеблется от 20 до 40 %, что в среднем в два раза больше, чем в зерне злаков.

Все бобовые, кроме сои и арахиса, богаты крахмалом. Семена сои и арахиса содержат значительно меньше крахмала (13...26 %) по сравнению с другими зернобобовыми (50...60 %), но они богаты жиром (20...50 %); у других бобовых – 2...6 % жира.

#### Контрольные вопросы

1. Физические свойства зерновых масс.
2. Самосортирование.
3. Скважистость
4. Сорбционные свойства.
5. Теплофизические и сорбционные свойства .
6. Показатели качества.
7. Токсические вещества
8. Факторы, влияющие на сохранность сельскохозяйственных продуктов.
9. Режимы хранения зерновых масс.
10. Режим хранения в сухом состоянии.
11. Режим хранения в охлажденном состоянии
12. Режим хранения без доступа воздуха (в герметических условиях)
13. Технология хранения зернового сырья
14. Расчет параметров площадки для временного размещения зерна в буртах на асфальтной площадке.
15. Расчет количества необходимых зерновых складов для хранения зерна.
16. Очистка зерновой массы.
17. Сушка зерновой массы, закладываемой на хранение.
18. Влажность зерна.
19. Свободная, связанная, равновесная влага
20. Группы токсических веществ.

### **РАЗДЕЛ 3. Вредители хлебных запасов.**

#### **3.1 Характеристика вредителей сельскохозяйственного сырья**

Зерно населяют следующие микроорганизмы:

- 1) эпифитные, свойственные каждому роду и виду растений;
- 2) паразитирующие на растениях;
- 3) случайно попадающие на растения.

Иногда микробы проникают во внутренние участки зерна. Это так называемая субэпидермальная микрофлора. По образу жизни и воздействию на зерно микрофлору зерновой массы делят на три группы: сапрофитные; фитопатогенные и патогенные для животных и человека.

Сапрофитные микроорганизмы. Среди сапрофитных микроорганизмов встречаются такие, которые не паразитируют на растениях, так как живут за счет выделений клеток зерна. Эти микроорганизмы получили название эпифитных и относятся к микроорганизмам, населяющим здоровые растения и зерно. Прочие сапрофиты нуждаются для развития в органических веществах, которые они добывают из зерна, частично или полностью разрушая и изменяя его химический состав. Изменение качества зерна при хранении происходит в основном за счет деятельности сапрофитных и некоторых полупаразитных микроорганизмов.

Сапрофитные микроорганизмы представлены бактериями, дрожжами, плесневыми грибами и актиномицетами.

Бактерии преобладают над другими видами микроорганизмов в свежесобранном зерне и в партиях доброкачественного зерна. Основные представители бактерий относятся к родам *Erwinia* и *Pseudomonas*. Наиболее распространен вид *E. herbicola*. В партиях свежесобранного зерна на долю *E. herbicola* приходится до 92...95 % всего количества бактерий. Они не разрушают зерно, и столь значительное их количество служит показателем хороших качеств зерна и его свежести. Оптимальная температура для их развития 27...30 °С. Установлено, что плесневые грибы действуют на *E. herbicola* антагонистически. Исчезновение *E. herbicola* обычно свидетельствует о нежелательных микробиологических процессах в зерновой массе. Поэтому по содержанию *E. herbicola* можно судить о свежести зерна и продолжительности его хранения.

Другим значительно менее многочисленным представителем эпифитных бактерий на зерне является *P. fluorescens*. Эта палочка при развитии образует сероватые колонии, вызывающие флюоресценцию среды. На семенах присутствуют также бактерии *Bac. mesentericus* (картофельная палочка). В единичных экземплярах эти гнилостные бактерии всегда обнаруживаются в свежесобранном и хранившемся зерне. Численность их очень сильно возрастает при самосогревании зерна. Сильное развитие этих бактерий приводит к быстрой порче зерна и муки, хлеб из которой оказывается непригодным к употреблению в пищу – мякиш теряет упругость, делается липким и тянущимся. Этот порок получил название «тягучей» (картофельной) болезни. Споры этих палочек отличаются большой термоустойчивостью, выдерживают

кипячение в течение нескольких часов и поэтому хорошо сохраняются при выпечке хлеба. Подавление деятельности этих палочек в тесте достигается повышением его кислотности.

На зерне всегда находятся и бактерии, вызывающие различные кислотные брожения (молочнокислые, маслянокислые), и бактерии, способные интенсивно развиваться при самосогревании зерна. Основным условием их активного развития является повышенная влажность зерновых масс.

В составе микрофлоры свежесобранной зерновой массы всегда находится то или иное количество спор микроскопических грибов, получивших название плесневых.

При благоприятных условиях – повышенной влажности и температуре – находящиеся на зерне споры прорастают, образуют мицелий и органы плодоношения. Развитие плесневых грибов в зерновой массе всегда сопровождается потерями сухих веществ, снижением качества или порчей зерна. Разрушается органическое вещество зерна, плесени образуют продукты распада, обладающие специфическим неприятным запахом, а также изменяют цвет и вкус зерна. Все плесневые грибы нетребовательны к условиям окружающей среды и способны размножаться в широком диапазоне влажности и температуры.

В зерновой массе насчитывают более 100 видов грибов. На сохранность и качество зерна главным образом влияют грибы из родов *Aspergillus* и *Penicillium*, за что они получили название грибов хранения, или плесеней хранения (рис. 3).

На поверхности зерна еще можно обнаружить актиномицеты – это лучистые грибы, которые попадают в зерновую массу с комочками почвы при уборке урожая. Однако их численность в массе свежесобранного зерна невелика. Актиномицеты при наличии благоприятных условий способствуют самосогреванию зерна.

Дрожжи – это высшие грибные организмы. Присутствие дрожжей проявляется главным образом в зерне с повышенной влажностью. Их влияние на качество зерна менее заметно, чем плесневых грибов.

Однако они продуцируют тепло в зерновой массе и являются одним из источников появления в ней амбарного запаха.

Фитопатогенные микроорганизмы зерновой массы. Эта группа микроорганизмов представлена бактериями, грибами и вирусами. Они вызывают различные заболевания растений: бактериозы (возбудители бактерии); микозы (возбудители грибы) и т. п. Возбудители болезней попадают на растения главным образом с помощью насекомых, ветра и с каплями дождя. Пораженные фитопатогенными микроорганизмами растения или погибают, или дают урожай в меньшем количестве и пониженного качества.

Известно, что фитопатогенные микроорганизмы не влияют на сохранность зерновой массы. Однако наличие в партиях зерна признаков поражения фитопатогенными микроорганизмами учитывают при общей оценке их качества и последующего использования.

При бактериозах бактерии поражают поверхностные ткани с образованием ожогов. Типичным представителем бактерий этой группы является *Pseudomonas translucens*. Они вызывают «ожог» у пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и риса. Зерно становится щуплым, сморщивается, на нем образуются черные полосы, заполненные бактериями.

Широко распространены микозы. Это головня, спорынья и фузариозы хлебных злаков. Возбудители – различные расы грибов.

Пораженные микроорганизмами зерна могут приобрести ядовитые свойства. По этой причине их количество в партиях зерна ограничивается государственными стандартами. Наличие фитопатогенных микроорганизмов в зерновой массе необходимо учитывать и для правильного размещения и при отпуске зерна.

Микроорганизмы, патогенные для животных и человека. Эти микроорганизмы могут быть косвенным источником распространения некоторых инфекций. Это – возбудители заболеваний только для человека или только для животных. Встречаются микроорганизмы, патогенные как для человека, так и для животных. К их числу относятся возбудители бруцеллеза, туберкулеза и некоторых других болезней.

Патогенные микроорганизмы распространяются через больных людей и животных или через бациллоносителей. Почва также может быть источником опасных заболеваний. Переносчиками инфекций служат также грызуны.

В нашей стране действует система карантина в хозяйствах, в которых есть случаи опасных заболеваний. К зерну, поступающему из районов с инфекционными болезнями, следует относиться осторожно и соблюдать мероприятия, предусмотренные в специальных инструкциях.

#### Влияние условий хранения на развитие микроорганизмов

При хранении зерновых масс их микрофлора может изменяться. Характер этих изменений зависит от состояния зерновой массы и условий хранения.

Если в зерновой массе нет благоприятных условия для активной жизнедеятельности микроорганизмов, то по мере хранения происходит снижение численности микрофлоры и изменяется состояние между различными видами микробов, что объясняется различной степенью их выживаемости в зерновой массе в неблагоприятных условиях.

При благоприятных для развития микроорганизмов условиях как в свежесобранном зерне, так и в хранившейся длительное время зерновой массе происходит быстрое размножение микроорганизмов и замена одних видов на другие.

На состояние микрофлоры зерновой массы влияют следующие основные факторы: ее общая средняя влажность и влажность отдельных компонентов (основного зерна, примесей и воздуха межзерновых пространств); температура зерновой массы; степень ее аэрации; целостность и состояние покровных тканей зерна; количество и видовой состав примесей.

Остальные факторы (реакция среды, свет и др.) в применении к зерновой массе имеют второстепенное значение. Это объясняется специфическими особенностями зерна как субстрата и методами его хранения. Нормальное по качеству зерно имеет довольно постоянную реакцию среды (рН 5,6...6,4), заметные отклонения от которой наблюдаются только в случае порчи зерна. Все сапрофиты зерновой массы к рассеянному свету относятся безразлично, а по условиям хранения большая часть зерна находится в темноте. Следовательно, свет не является фактором, ограничивающим развитие микробов в зерновой массе.

Влажность зерновых масс и микроорганизмы. Влажность зерновых масс является важнейшим фактором, определяющим их стойкость при различных условиях хранения. Одной из основных причин плохой сохранности зерновых масс с повышенной влажностью является доступность их для воздействия микроорганизмов. Наличие в семенах всех культур большого запаса различных питательных веществ делает каждое семя при содержании в нем определенного минимума влаги прекрасной средой для активного развития многих микроорганизмов.

В зависимости от потребности микроорганизмов во влаге их делят на гидрофиты, мезофиты и ксерофиты. Наиболее требовательны к влаге гидрофиты. Они успешно развиваются на средах, содержащих воду в количестве, соответствующем относительной влажности воздуха около 100 %, минимум – 90 %. Ксерофиты наименее требовательны к влаге и активно развиваются при относительной влажности воздуха 90...95 %, имея нижний предел 70...79 %. У мезофитов нижний предел относительной влажности 80...90 % при оптимуме, близком к 100 %.

Все бактерии, многие дрожжи и актиномицеты являются гидрофитами. Большинство грибов, распространенных в зерновых массах, относятся к мезофитам и ксерофитам.

Низшая граница влажности зерна, при которой становится возможным развитие плесневых грибов в зерновой массе различных культур, близко подходит к величине критической влажности. Минимальная влажность зерна и семян, при которой микробы могут развиваться, должна быть на начальном уровне критической влажности или превышать ее на 0,5...1,0 %.

Граница критической влажности семян разных культур различна. Ее величина зависит от химического состава и особенностей анатомического строения. Так, для пшеницы, ржи и ячменя критическая влажность находится в пределах 14,5...15,5 %, для семян кукурузы – в пределах 13,0...14,0 %, проса – 12,0...13,0 %, семян кормовых трав – 11,0...13,0 %. Низкомасличные семена подсолнечника имеют критическую влажность 10...11 %, а высокомасличные – на уровне 6...9 %. У семян льна она составляет 8...9 %. Эти уровни критической влажности зерна и семян соответствуют относительной влажности воздуха 60...65 %.

При повышенной относительной влажности воздуха (80...90 % и более) в силу законов сорбционного равновесия идет процесс сорбции паров воды семенами и всегда наблюдается явление капиллярной конденсации. Влага, находящаяся в капиллярах, используется микроорганизмами и позволяет им интенсивно развиваться. В атмосфере с содержанием влаги ниже максимального споры плесневых грибов постепенно погибают, причем быстрее при высокой температуре, чем при низкой. Учитывая потребности микроорганизмов во влаге, критическую влажность и размеры равновесной влажности семян, в практике хранения в различных странах приняты определенные рекомендации. Так, например, в США максимальная влажность партий зерна, предназначенных для хранения в течение 2...3 лет, не должна превышать величину равновесной влажности зерна (14 %), соответствующей относительной влажности воздуха 65 % при температуре 15...21 °С. Относительная влажность воздуха 70...75 % допускается лишь для кратковременного хранения. Нормирование влажности зерна в России также производится с учетом стойкости его при хранении. Так, в силосах элеваторов на хранение разрешается загружать партии зерна, отвечающие требованиям состояний «сухое» или «средней сухости», что для пшеницы, ржи и ячменя в первом случае соответствует влажности в пределах 14 % и во втором – свыше 14 до 15,5 % включительно. Загрузка в силосы партий зерна с более высокой влажностью разрешается только на короткие сроки с обязательным предварительным охлаждением и очисткой его от примесей

При закладке партий зерна на многолетнее хранение влажность его не должна превышать 14 %.

Таким образом, правильно организованное хранение зерновых масс в сухом состоянии надежно защищает их от активного развития микроорганизмов, предотвращает потери в весе и снижение качества зерна за счет микробиологического фактора.

Температура. Возможность жизни микроорганизмов определяет и температура зерновой массы. Это вызвано тем, что она влияет на интенсивность различных процессов в теле микроба и на активность ферментов, участвующих в них. При повышении температуры интенсивность процессов увеличивается, при снижении – замедляется. Однако ускорение реакции или ее замедление не беспредельно, за верхним и нижним температурными пределами обмен веществ прекращается.

В зависимости от предела температурного оптимума все микроорганизмы подразделяют на хладостойкие (психрофильные), теплолюбивые (термофильные) и имеющие оптимум при средних температурах (мезофильные). Минимальная температура развития психрофилов –8...0 °С, оптимальная – 10...20 °С, максимальная – 25...30 °С. Минимальная температура для развития термофильных микроорганизмов находится в пределах 25...40 °С, оптимум – 50...60 °С и максимум – 70...80 °С. Однако микрофлора зерновой массы в основном

представлена мезофилами, которые быстро развиваются при температуре 20...40 °С, медленно – при температуре менее 20 и более 40...45 °С. Представители других групп в зерновой массе немногочисленны.

Повышение температуры зерновой массы свыше оптимальной понижает жизнеспособность микроорганизмов, а температура выше 40...50 °С приводит к их гибели (за исключением термофилов). Однако использование высоких температур для стерилизации зерна неприемлемо, так как эти температуры губительны для самого зерна.

Пониженные и низкие температуры тормозят развитие микроорганизмов, но не приводят к их гибели. Консервирующее действие пониженных температур, при которых заметно снижается жизнедеятельность микроорганизмов, ощущается при 8...10 °С. При этих условиях в партиях зерна с невысокой влажностью задерживается развитие бактерий и даже плесневых грибов.

Следует помнить, что охлаждение зерновой массы до минусовых температур лишь приостанавливает рост микроорганизмов. Микробы не гибнут даже при –20 °С. При отогревании они вновь начинают размножаться. Однако охлаждение зерновой массы – полезное мероприятие, которое используют для защиты зерна от активного воздействия микроорганизмов и сохранения его качества.

Доступ воздуха в зерновую массу. Это фактор, который может лимитировать жизнедеятельность микроорганизмов. По потребности в кислороде их подразделяют на аэробные, которым для жизни необходим кислород; факультативно-анаэробные, способные жить как в кислородной, так и в бескислородной среде, и облигатно-анаэробные, развивающиеся лишь в среде, лишенной кислорода.

Микрофлора зерновой массы состоит в основном из аэробных микроорганизмов, которые при недостатке кислорода в воздухе межзернового пространства прекращают жизнедеятельность. При доступе воздуха и при наличии благоприятной влажности и температуры в зерновой массе наблюдается активное развитие микроорганизмов, и прежде всего плесневых грибов. Такая закономерность в развитии микрофлоры зерновой массы имеет большое практическое значение, и ее используют для обоснования режима хранения зерна без доступа воздуха.

При этом природа консервации зерновой массы, и прежде всего ее микрофлоры, состоит в том, что угнетение аэробных микроорганизмов, и в первую очередь плесневых грибов, происходит в результате специфического действия на них повышенных доз углекислого газа. Вместе с тем гибель микроорганизмов происходит в результате отсутствия кислорода, необходимого для жизнедеятельности микроорганизмов. Таким образом, при хранении зерновой массы необходимо правильно использовать доступ воздуха, особенно при проветривании и активном вентилировании.

Степень аэрации зерновой массы влияет на состояние микрофлоры следующим образом:

- ограниченный доступ воздуха, сокращение запаса кислорода и накопление в зерновой массе  $\text{CO}_2$  приводит к угнетению микрофлоры и уменьшению ее численности;
- доступ воздуха, сопровождаемый охлаждением и снижением влажности зерна, также угнетает развитие микроорганизмов;
- проветривание, перемещение или продувание влажной зерновой массы воздухом, не сопровождающееся снижением влажности или понижением температуры, способствуют развитию микроорганизмов, и в первую очередь плесневых грибов.

#### Состояние покровных тканей.

Зерно от воздействия микроорганизмов предохраняют покровные ткани. Некоторые сапрофиты не способны разрушить клетчатку и проникнуть внутрь зерна. Кроме того, жизнеспособные зерна, обладая механическим и активным иммунитетом, препятствуют проникновению паразита вглубь организма. Поэтому микроорганизмы прежде всего развиваются на битых, поврежденных и утративших жизнеспособность зернах.

Активность развития микроорганизмов возрастает в зависимости от характера повреждения зерна в следующей последовательности: повреждение оболочек в области эндосперма; повреждение оболочек в области зародыша; зерна с единичными трещинами; зерна с сеткой трещин и крупноколотые.

Наиболее уязвимое место для нападения микроорганизмов — это зародыш целого здорового зерна, так как он менее защищен оболочками, чем другие части зерна. Зародыш покрыт лишь одной семенной оболочкой и тонкой пленкой клетчатки. Вместе с тем он богат различными питательными веществами в доступной для микробов форме.

Зерна, поврежденные или полностью испорченные микроорганизмами, обладают значительно большей интенсивностью дыхания, чем нормальные. Поэтому наличие в зерновой массе зерен травмированных, поврежденных и испорченных микроорганизмами резко снижает ее стойкость при хранении. Перед закладкой зерновой массы на хранение эти зерна из нее необходимо удалять.

Примеси. В значительной мере количество микроорганизмов в зерновой массе определяет количество и состав в ней примесей. Установлено, что 30...65 % всей микрофлоры в кондиционном по влажности и засоренности зерне пшеницы размещается на примесях. Наиболее насыщены микробами испорченные зерна, минеральный и органический сор. Поэтому перед закладкой зерна на хранение его в обязательном порядке необходимо очищать.

#### Воздействие микроорганизмов на зерновую массу

Микроорганизмы оказывают отрицательное воздействие в первую очередь на качество зерна при хранении. Вследствие их жизнедеятельности снижаются масса сухого вещества зерна, его жизнеспособность, технологические и товарные показатели качества,

питательная ценность. В некоторых случаях зерно приобретает ядовитые свойства.

Под действием микроорганизмов изменяются прежде всего основные показатели свежести зерна: цвет, блеск, запах и вкус. Изменение в цвете зерна сопровождается образованием запахов разложения, обусловленных развитием микроорганизмов. Результатом накопления в зерне продуктов активной жизнедеятельности плесеней, прежде всего грибов из рода *Penicillium*, являются плесневый и затхлый запахи.

Приобретение зерновой массой затхлого запаха относится к одному из недопустимых дефектов зерна. Хлебоприемные предприятия не принимают затхлое зерно, так как этот запах трудно или совсем не удаляется из зерна и при его переработке передается муке, крупе, печеному хлебу и другим изделиям. Затхлому запаху сопутствуют неприятный вкус зерна, увеличение титруемой кислотности, а также образование аминсоединений и аммиака. Повышение титруемой кислотности зерна при хранении свидетельствует о его несвежести. Необходимо отметить, что плесневый и затхлый запахи в партиях зерна с повышенной влажностью могут появиться очень быстро — через несколько суток хранения. К запахам зерна, имеющим микробиологическую природу, относят также гнилостный и амбарный. Гнилостный запах возникает при полной порче сырого зерна. Амбарный запах объясняется анаэробным условием хранения зерна и жизнедеятельностью дрожжей, выделяющих этиловый спирт и различные органические кислоты, которые сорбируются зерном. Плесневение зерна сопровождается понижением его всхожести.

Потеря всхожести объясняется отравлением клеток зародыша семени продуктами метаболизма плесневых грибов, обладающих токсическими свойствами. На этот дефект зерна обращают особое внимание. Так, зерно пшеницы, содержащее зерновки с потемневшими зародышами, считают больными.

Развитие плесеней из родов *Aspergillus* и *Penicillium* в зерне в период хранения может сопровождаться образованием микотоксинов. Микотоксины — продукты жизнедеятельности плесеней, чрезвычайно токсичны для животных и человека. Обнаружено более 200 токсических веществ, выделяемых плесневыми грибами: афлатоксины, охратоксины, патулин, зеараленон и др., среди которых ввиду особой токсичности и канцерогенности наибольшую опасность представляют афлатоксины, выделяемые, в частности, *Aspergillus flavus*.

Одной из причин, снижающей качество сильной и твердой пшеницы, является развитие фузариоза. Фузариоз пшеницы приводит (как уже упоминалось в гл. 3) к загрязнению зерна дезоксиноваленолом, представляющим серьезную опасность для здоровья людей. Человек, получивший в пищу продукты из ядовитого зерна, заболевает алейкией, приводящей к резкому уменьшению в крови лейкоцитов.

Таким образом, все сказанное свидетельствует о недопустимости

активного развития микроорганизмов в зерновых массах при хранении.

Защита зерна при хранении от активного воздействия микроорганизмов предусматривает следующий комплекс мероприятий:

Профилактические меры, предупреждающие активное развитие микроорганизмов.

1. Максимальная очистка свежееубранных партий зерна от всех фракций сорной примеси в сжатые сроки. Наибольший результат дает проведение очистки в процессе обмолота зерна или вслед за обмолотом. В условиях хлебоприемного пункта — очистка зерна в потоке в ходе приема.

2. Снижение влажности зерна до критической путем тепловой сушки.

3. Солнечная сушка зерна, особенно семенного назначения.

4. Достаточная гидроизоляция хранилищ.

5. Снижение относительной влажности воздуха в межзерновых пространствах зерновой массы до уровня 70...75 % для предотвращения «отпотевания» зерна. Особенно важное значение это мероприятие имеет для партий свежееубранного зерна с влажностью в пределах или несколько выше критической. Рациональный способ снижения влажности — активное вентилирование, которое возможно применять, даже не рассчитывая на снижение температуры зерновой массы или ее влажности.

6. Охлаждение зерновой массы до температуры ниже 10 °С. Для этой цели необходимо использовать суточные перепады температур, особенно при применении активного вентилирования.

7. Регулярное наблюдение за температурой зерновой массы по слоям и предупреждение явления термовлагопроводности.

8. Соблюдение правил активного вентилирования. Правильные монтаж и эксплуатация установок во избежание образования застойных мест в насыпях.

9. Подача достаточного объема воздуха на тонну зерновой массы, увязанная с целями вентилирования. Профилактическая газация зерна, если имеются условия для до- статочной герметизации хранилища.

10. Мероприятия, направленные на ликвидацию развивающихся микробиологических процессов.

11. Немедленное проветривание и охлаждение партий зерна, в которых обнаружен амбарный запах.

12. Срочная тепловая сушка партий зерна, в которых обнаружено активное развитие плесневых грибов. При невозможности немедленной организации сушки — охлаждение до температуры ниже 8 °С, лучше до нуля и ниже.

13. Срочное охлаждение или сушка зерновых масс, в которых выявлен процесс самосогревания.

Вредители хлебных запасов распространены очень широко и известны давно. С появлением хранилищ началось заселение их насекомыми и грызунами. Постепенно они образовали группу вредителей хлебных запасов. Часть из них настолько приспособилась к

существованию в хранилищах и хранимых объектах, что потеряла связь с природой (амбарный долгоносик, амбарная моль, хрущаки). Другие способны размножаться и существовать как в природе, так и в хранилищах (рисовый долгоносик, зерновая моль, фасоловая зерновка, клещи). Третьи размножаются только в природных условиях и попадают в хранилище вместе с урожаем (гороховая зерновка, зерновая совка, нематоды).

Вредители хлебных запасов повреждают продукцию на токах, в хранилищах, на перерабатывающих предприятиях, а также в системе торговли и общественного питания. Только в результате развития вредителей из класса насекомых теряется не менее 5 % мировых запасов зерна и вырабатываемых из него продуктов.

Вредители, развиваясь в хлебных запасах, ухудшают пищевые, товарные и семенные качества. Некоторые виды вредителей питаются зародышами, что приводит к снижению всхожести зерна. А поскольку жизнедеятельность вредителей протекает в зерновых массах и продуктах их переработки, то неизбежно загрязнение последних экскрементами, шкурками после линьки личинок и трупами умерших экземпляров.

Развитие вредителей приводит к повышению влажности и температуры зерновой массы в результате выделения ими влаги и теплоты при дыхании. Это, в свою очередь, усиливает жизнедеятельность зерновой массы и может привести к самосогреванию. Обладая положительным гидро- и термотаксисом, вредители мигрируют в насыпях зерна и могут быть причиной самосогревания зерновой массы с невысокой влажностью. Некоторые вредители являются переносчиками инфекционных заболеваний человека и животных. Иные способны портить здания хранилищ, оборудование, тару.

Если оценить степень причиняемого ущерба различными видами вредителей хлебных запасов, то наиболее опасны мышевидные грызуны и птицы.

Среди беспозвоночных наибольший ущерб зерну наносят насекомые. В настоящее время известно до 1 млн различных видов насекомых, объединяемых в один класс – Insecta.

Все вредители зерна из класса насекомых относятся к отряду жесткокрылых (жуков) и чешуекрылых (бабочек). Все интересующие нас насекомые являются яйцеродными. Всего различают 4 фазы развития насекомых: яйцо, личинка, куколка и взрослое насекомое, или имаго.

Жуки. Насекомые из отряда жуков имеют утолщенные и сильно хитинизированные передние крылья, так называемые надкрылья. Задние крылья у жуков тонкие. Отряд жуков состоит из нескольких сотен тысяч видов. К существованию в хранилищах с использованием в пищу зерновых продуктов приспособилась небольшая их часть. Главные из них по частоте встречаемости следующие (в %): рисовый долгоносик – 45; булавоусый хрущак – 34; зерновой точильщик – 29; короткоусый мукоед – 23; суринамский мукоед – 20; хрущак гладкий – 10; амбарный долгоносик – 6.

Наибольший вред хранящимся продуктам причиняют жуки из семейства долгоносиков. Название долгоносиков они получили из-за формы головы, вытянутой в трубку. Представители этого семейства – амбарный и рисовый долгоносики.

Амбарный долгоносик (*Sitophilus granarius*) имеет длину от 3 до 5 мм, тело окрашено в коричневый цвет и блестящее. Нижние крылья у амбарного долгоносика находятся в атрофированном состоянии – эти жуки не летают. При размножении самка откладывает яйцо в высверленную головотрубкой ямку в зерне, после чего она сразу заделывает ее липкой жидкостью, которая быстро затвердевает, образуя пробку.

Развитие одного поколения при благоприятных условиях (температура 27 °С и влажность зерна выше 14 %) протекает за 28...30 дней. За всю жизнь самка может отложить до 250 яиц. Долгоносики могут развиваться и в сухом зерне с влажностью 10...12 %. В теплом помещении долгоносик может развиваться круглый год, давая до пяти поколений. Жук избегает света, не выносит сквозняков, а при заморозках погибает. При малейшем перемещении зерновой массы долгоносик замирает – это явление тонатоза. Прижимая усики и ноги во время перемещения зерна, насекомые таким образом спасаются от механических повреждений.

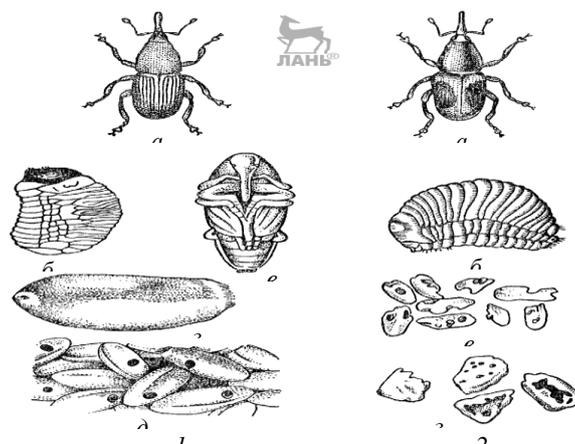


Рисунок 1 – Амбарный и рисовый долгоносики: — амбарный долгоносик (*Calandra granaria* L.): *a* — жук, *б* — личинка, *в* — куколка, *г* — зерно пшеницы с ямкой для откладки яйца, *д* — поврежденные зерна пшеницы; — рисовый долгоносик (*Calandra oryzae* L.): *a* — жук, *б* — личинка, *в* — зерна риса, поврежденные рисовым долгоносиком, *г* — зерна кукурузы, поврежденные рисовым долгоносиком

Чаще всего амбарный долгоносик встречается в пшенице, ржи, ячмене и рисе, реже – в овсе, кукурузе и гречихе. Известны случаи развития долгоносиков в макаронах и муке. Не развивается он в зерне проса, семенах масличных и бобовых культур.

Рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae* L.) имеет на надкрыльях четыре симметрично расположенных рыжеватых-желтых пятна. Жук хорошо летает. Размножается как в хранилищах, так и в зерне на корню. Более плодовит и теплолюбив, чем амбарный долгоносик.

Трудность борьбы со всеми видами долгоносиков связана с тем, что они развиваются внутри зерна. Большой вред продуктам переработки зерна наносят жуки из семейства чернотелок. Типичные представители – малый мучной и большой мучной хрущаки.

Малый мучной хрущак (*Tribolium confusum*) имеет тело рыжевато-коричневого цвета. Длина жука – 3,0...3,5 мм. Он не летает. Самки способны откладывать до 1000 яиц, давая до четырех поколений в год. Весь цикл развития при благоприятных условиях продолжается 27...35 дней. Вредят жуки и личинки, питаясь мукой, зерном, крупами, хлебом и другими продуктами. Поврежденные продукты приобретают неприятный вкус и запах, мука становится комковатой и непригодной в пищу.

Большой мучной хрущак (*Tribolium molitor*) имеет самые крупные размеры среди всех жуков-вредителей хлебных запасов. Длина его тела бурого цвета достигает 12...16 мм. Самка откладывает около 600 яиц. Вредят жуки и личинки. Питаются главным образом продуктами переработки зерна, а также самим зерном. Имея на грудных и брюшных сегментах пахучие железы, выделяют жидкость с острым, раздражающим запахом. В результате этого продукты приобретают неприятный вкус и запах, пищевые достоинства снижаются.

Среди вредителей зерновых продуктов известны также жуки из семейства точильщиков. Жуки этого семейства характеризуются выпуклым телом и головой, покрытой капюшоном так, что при осмотре сверху голова не видна.

Типичный представитель точильщиков – хлебный точильщик (*Stegobium raniceum*). Жук маленький – длина тела, окрашенного в коричневый или бурый цвет, 1,8...3,8 мм. В течение своей жизни жук не питается, а живет за счет питательных веществ, отложенных в теле личинки и куколки. Личинки крайне прожорливы — они грызут зерно, крупы и другие твердые продукты, делая в них многочисленные ходы.

Семена бобовых культур повреждаются жуками из семейства зерновок. Личинки этих жуков развиваются в семенах. Из представителей семейства зерновок прежде всего необходимо выделить гороховую и фасолевую зерновки.

Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum*) имеет тело темного цвета с белыми полосами. Длина – 4...5 мм. Горошины, поврежденные зерновкой, теряют до 35 % массы и почти полностью теряют всхожесть. Начиная свое развитие в поле, жук заканчивает его в складах. Личинки прогрызают стенки боба, проникают в горошину, в ней питаются, растут и окукливаются. Однако из семени жук осенью не выходит, а остается в нем до весны. Горошины, поврежденные зерновкой, не только теряют массу и всхожесть, но и загрязняются экскрементами и продуктами линьки личинок и куколок. Гороховая зерновка – жук-монофаг, то есть повреждает только семена гороха полевого и кормового.

Жук фасолевой зерновки (*Acanthoscelides obtectus*) похож на жука гороховой зерновки. Вредитель повреждает в основном фасоль, но может

также повреждать семена гороха, вики и других бобовых. В одном семени фасоли может развиваться несколько личинок. Этот вредитель заражает семена не только в поле, но и при хранении.

Бабочки. Из 80 тыс. видов бабочек некоторые являются вредителями зерна и зерновых продуктов. Эти насекомые проходят те же стадии развития, что и жуки, – яйцо, личинка (гусеница), куколка, взрослое насекомое.

Отличительная черта бабочек – это ротовой аппарат сосущего типа, поэтому они не способны грызть твердую пищу. Основной вред причиняют гусеницы.

Бабочки – вредители хлебных продуктов – относятся к семействам молей, огневки и совок.

Амбарная (зерновая, хлебная) моль (*Tinea granella* L.) относится к семейству молей. Обитает только в зернохранилищах и в природных условиях не встречается. Бабочки откладывают яйца непосредственно на поверхности зерен. Длина гусеницы амбарной моли – 7...10 мм. Гусеницы выедают эндосперм зерна. Выделяемая гусеницами паутина скрепляет в комки несколько десятков выеденных зерен. Образование таких комков в верхнем слое зерновой массы является характерным признаком, указывающим на ее зараженность амбарной молью. В год амбарная моль дает два поколения и считается одним из основных вредителей зерна (рис. 6).

Зерновая амбарная (ячменная) моль (*Sitotroga cerealella*) – это небольшая бабочка с длиной тела 4...6 мм серовато-желтого цвета. Она способна заражать зерно как в поле, так и в хранилищах, где в течение года дает несколько поколений. Бабочки откладывают яйца на поверхности зерна. Вышедшие из яйца гусеницы вгрызаются в зерна и развиваются внутри их, выедая эндосперм. За время развития гусеница выедает 3/4 эндосперма зерна. Перед окукливанием она подготавливает для бабочки выход, надгрызая оболочку зерна.

Мельничная огневка (*Ephestia kuehniella*) относится к семейству огневки. Это важнейший вредитель продуктов переработки зерна. Гусеницы очень подвижны, прожорливы и способны питаться самыми разнообразными зерновыми продуктами, обитая в верхних слоях насыпи



Рисунок 2. Амбарная моль: а — бабочка; б — ком из зерен пшеницы, скрепленных паутиной гусениц амбарной моли

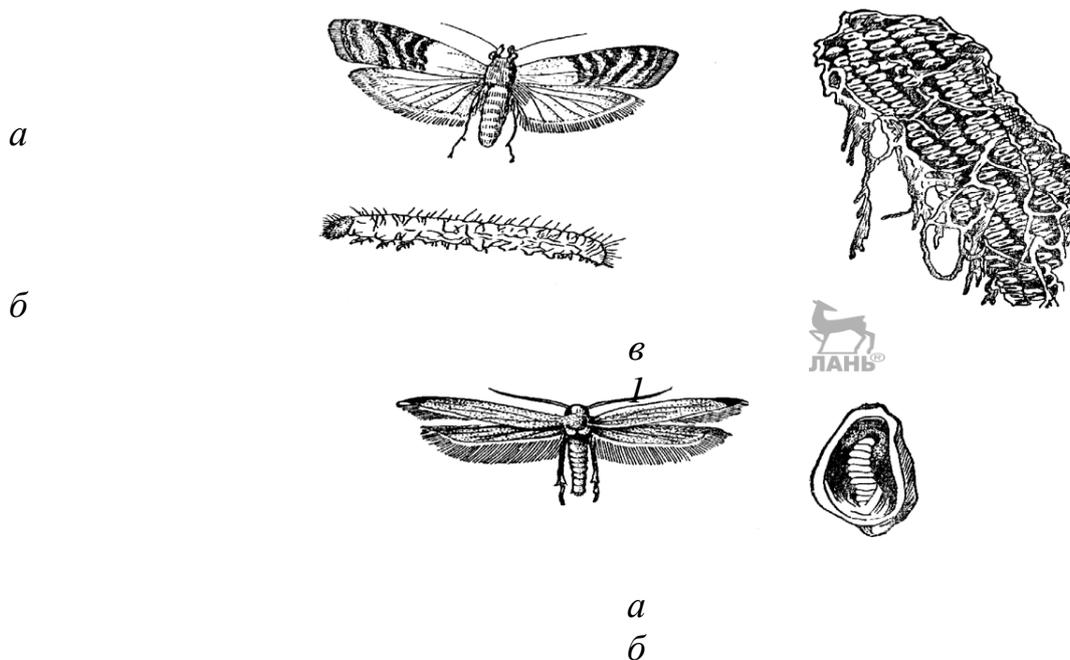


Рисунок 3 – Южная амбарная огневка и зерновая моль: – южная амбарная огневка (*Plodia interpunctella* Hb.): *а* – бабочка, *б* – гусеница, *в* – початок кукурузы, поврежденный южной амбарной огневкой; – зерновая моль: *а* – бабочка, *б* – гусеница в зерне на глубине 15 см.

Гусеницы могут расселяться в оборудовании мукомольных заводов, повреждая шелковые сита рассевов. Бабочка дает несколько поколений в год.

Зерновая совка (*Hadena basilinea*) относится к семейству совок. Совки очень плодовиты и откладывают до 3 тыс. яиц на колосе в поле. Отродившиеся гусеницы начинают повреждать зерно еще в поле, объедая его с поверхности. Они очень прожорливы: одна способна повредить до 200 зерен пшеницы. Во время уборки урожая часть гусениц попадает в хранилища и остается там в зерновой массе до весны. В сухом зерне они выедают зародыш. Ко времени окукливания гусеницы залезают в щели стен и полов хранилищ.

Клещи. Они относятся к классу паукообразных (отряд Acarina). В зерновых продуктах и хранилищах встречаются несколько видов клещей, размером до 1 мм.

По образу жизни и степени вредности всех клещей можно разделить на две группы.

1. Клещи, питающиеся непосредственно зерновыми продуктами. У представителей этой группы хорошо развиты верхние челюсти, они могут грызть частички зерна, имеющиеся в зерновой массе, а иногда и целые зерна. К этой группе клещей относятся: мучной, клещ Родионова, удлиненный, обыкновенный, волосатый, гладкий и бурый.

2. Клещи, питающиеся только жидкой пищей. Клещи этой группы имеют ротовой аппарат колюще-сосущего типа. Прокалывая оболочку растения или животного, они высасывают из него жидкое содержимое. Находясь в зерновой массе, они питаются своими сородичами, а также

яйцами и куколками насекомых. К числу таких относятся клещи из семейства хищных, амбарных и пузатых.

Самки клещей откладывают яйца, из которых развиваются личинки. Личинка после определенного срока превращается в личинку второго возраста, так называемую первую нимфу. Нимфа линяет и переходит во вторую нимфу, из которой после линьки выходит взрослый клещ-самец или самка. При наступлении неблагоприятных условий существования у некоторых клещей из первой нимфы образуется гипопус, который очень устойчив к неблагоприятным условиям.

Цикл развития клещей проходит в зависимости от окружающих условий от 2 недель до нескольких месяцев. Оптимальные температуры для их развития находятся в пределах от 18 до 27 °С, влажность зерна — выше 14...15 %. Первоначальное заражение зерновых масс обычно происходит на токах во время уборки урожая. Переносчиками клещей могут быть грызуны, птицы и насекомые.

Хранящемуся зерну клещи причиняют следующий вред:

1. При большом скоплении они способны питаться зерном. Так, в очень влажном зерне они могут выедать часть зародыша и прилегающие к нему участки эндосперма.

2. Загрязняют зерновую массу, крупу и муку продуктами своей жизнедеятельности (шкурками от линьки, экскрементами и трупам).

3. Придают зерновым продуктам специфические неприятные запахи, ухудшают их цвет и вкус.

4. Выделяют тепло и влагу и тем самым создают условия для само-согревания зерновых продуктов.

5. Создают условия для развития микроорганизмов в результате повреждения оболочек зерна.

6. Понижают всхожесть семян, разрушают их зародыши.

7. Все истребительные меры, направленные на уничтожение насекомых и клещей, получили название дезинсекции. Применяемые способы дезинсекции можно разделить на две большие группы физико-механические и химические (с применением ядохимикатов – пестицидов). Наиболее распространенным способом дезинсекции зернохранилищ является фумигация (газация) – обеззараживание парами или газами отравляющих веществ.

Мышевидные грызуны. К этому семейству (Muridae) относят крыс, мышей, хомяков, полевок – опаснейших вредителей, приносящих огромный ущерб пищевым запасам во всех странах мира. Они уничтожают большое количество продуктов, загрязняют их, являются переносчиками инфекционных заболеваний, портят тару, оборудование и хранилища. Грызуны очень плодовиты. Так, от одной пары крыс может появиться потомство до 800 особей. При питании одна взрослая крыса уничтожает за год до 12 кг зерновых продуктов.

В местах хранения зерна грызуны устраивают свои гнезда в подпольях складов, в грунте под складами и около них, между

обшивками двойных стен, а также на захламленных и покрытых сорной растительностью участках.

Птицы. Класс птицы (лат. Aves) также уничтожают много зерна и засоряют его своими экскрементами. Например, один воробей потребляет в день 8...10 г зерна. Птицы — переносчики клещей и микроорганизмов. Важной мерой в защите хлебных запасов от птиц является предотвращение их доступа в хранилища

Влажность зерновых продуктов. Содержание воды у различных видов вредителей колеблется в пределах от 48 до 67 %. При недостатке воды развитие насекомых и клещей может задерживаться или даже останавливаться. Дегидратация — одно из наиболее важных явлений, ограничивающих жизнь вредителей.

Для осуществления различных жизненных функций вредителю требуется различная влажность продукта. Для существования насекомых необходима меньшая влажность продукта, чем для завершения нормального цикла их развития.

Зерно и продукты его переработки при хранении имеют влажность 13...14 %, а часто и выше. Низшая граница влажности продукта для существования наиболее вредоносных вредителей находится на уровне 8...20 %, оптимум 12...25 %. Таким образом, сопоставляя эти значения влажности, можно заключить, что влажность продукта при хранении — фактор, лишь частично ограничивающий развитие многих очень опасных видов клещей и насекомых.

Температура зерновой массы и воздуха в хранилищах. Насекомые и клещи не имеют постоянной температуры тела, и способность регулировать температуру тела у них очень ограничена. Поэтому активность физиологических процессов насекомых и клещей не постоянна и зависит от температуры окружающей среды.

Для каждого вида имеются свои ограничительные границы активности, есть зона смертельно высоких и смертельно низких температур, зона теплового и холодового окоченения и зона нормальной активности. Нижний температурный порог активного существования насекомых и клещей находится на уровне 6...12 °С, верхний — 36...42 °С. Оптимальные температуры развития находятся в пределах 18...32 °С. За пределами границ активности насекомые и клещи впадают в состояние окоченения. Они становятся почти неподвижными, удлиняется или приостанавливается прохождение всех фаз развития. Температура 35 °С неблагоприятна для вредителей: они прекращают кладку яиц. Тепловое окоченение наступает при температуре выше 38 °С, а их гибель — при 48...55 °С.

От переохлаждения насекомые гибнут при температуре -12 °С и ниже, когда в их организме образуется лед. Кладка яиц, питание и передвижение прекращаются при температуре +10...-10 °С, а удлинение сроков прохождения фаз развития вредителей наступает при

Влажность зерновых продуктов. Содержание воды у различных видов

вредителей колеблется в пределах от 48 до 67 %. При недостатке воды развитие насекомых и клещей может задерживаться или даже останавливаться. Дегидратация – одно из наиболее важных явлений, ограничивающих жизнь вредителей.

Для осуществления различных жизненных функций вредителю требуется различная влажность продукта. Для существования насекомых необходима меньшая влажность продукта, чем для завершения нормального цикла их развития.

Зерно и продукты его переработки при хранении имеют влажность 13...14 %, а часто и выше. Низшая граница влажности продукта для существования наиболее вредоносных вредителей находится на уровне 8...20 %, оптимум 12...25 %. Таким образом, сопоставляя эти значения влажности, можно заключить, что влажность продукта при хранении – фактор, лишь частично ограничивающий развитие многих очень опасных видов клещей и насекомых.

Температура зерновой массы и воздуха в хранилищах. Насекомые и клещи не имеют постоянной температуры тела, и способность регулировать температуру тела у них очень ограничена. Поэтому активность физиологических процессов насекомых и клещей не постоянна и зависит от температуры окружающей среды.

Для каждого вида имеются свои ограничительные границы активности, есть зона смертельно высоких и смертельно низких температур, зона теплового и холодового ооченения и зона нормальной активности. Нижний температурный порог активного существования насекомых и клещей находится на уровне 6...12 °С, верхний – 36...42 °С. Оптимальные температуры развития находятся в пределах 18...32 °С. За пределами границ активности насекомые и клещи впадают в состояние ооченения. Они становятся почти неподвижными, удлиняется или приостанавливается прохождение всех фаз развития. Температура 35 °С неблагоприятна для вредителей: они прекращают кладку яиц. Тепловое ооченение наступает при температуре выше 38 °С, а их гибель – при 48...55 °С.

От переохлаждения насекомые гибнут при температуре –12 °С и ниже, когда в их организме образуется лед. Кладка яиц, питание и передвижение прекращаются при температуре +10...–10 °С, а удлинение сроков прохождения фаз развития вредителей наступает при

12...16 °С. Клещи более стойки к пониженной температуре. При 10 °С они еще способны питаться, размножаться и двигаться.

Таким образом, температурный фактор – важнейший для существования насекомых и клещей. Ограничивающее влияние пониженных и повышенных температур на вредителей хлебных запасов широко используется как средство борьбы с ними.

Состав атмосферы. В бескислородной среде насекомые и клещи существовать не могут. В то же время хранение зерна без перемещения и проветривания сопровождается снижением концентрации  $O_2$  и

увеличением содержания CO<sub>2</sub>. Условия жизни вредителей ухудшаются. Ответной реакцией является их перемещение в участки насыпи, в которые поступает свежий воздух. Это необходимо учитывать при проверке партии зерна на зараженность.

Свет. Насекомые и клещи проявляют отрицательный светотаксис – они уходят от света. Хранение зерна в неосвещенных хранилищах не препятствует развитию вредителей. Во избежание гибели от солнечной реакции они уходят в затемненные места, что следует учитывать.

Механические воздействия. Насекомые и клещи выработали некоторые защитные реакции на механические воздействия. Явление танатоза (замирание) предохраняет их от травм и гибели. Однако сильные механические воздействия все же приводят их к гибели, а иногда и к полному их уничтожению. В частности, пропуск зерна по конвейерам вызывает гибель до 70 % клещей.

### **3.2. Меры борьбы с вредителями хлебных запасов**

Меры борьбы с вредителями – делят на две группы: предупредительные (профилактические) и истребительные.

На поверхности зерна и семян любой культуры в значительном количестве находятся микроорганизмы. Основным источником микрофлоры зерновой массы — почва, чрезвычайно богатая микроорганизмами. В 1 г ее содержится от нескольких десятков миллионов до миллиарда микроорганизмов. В 1 г любой зерновой массы можно обнаружить от нескольких десятков до сотни тысяч различных микроорганизмов.

Определенное количество микроорганизмов попадает на поверхность растений с пылью и насекомыми. Их количество увеличивается при уборке и обмолоте из-за того, что микробы скапливаются на шероховатой поверхности зерна. Зерно и семена различных культур на своей поверхности содержат различное количество микробов. Семена бобовых менее насыщены микроорганизмами, чем зерновки злаковых. В зерне и зерновых продуктах обычно присутствуют бактерии, дрожжи, актиномицеты, плесневые грибы. Их видовой состав и количество зависят от климатических условий формирования зерна и от условий его хранения. Микрофлора продуктов переработки зерна определяется их составом в зерновой массе и способом переработки. В результате активной жизнедеятельности микроорганизмов ежегодно при хранении в мире теряется 1...2 % сухих веществ.

В настоящее время для фумигации складов и зерна вместо бромистого метила применяют более эффективные препараты на основе соединений фосфида водорода с металлами. Это магтоксин, фостоксин и другие препараты в виде таблеток. Их размещают на полу, на поверхности зерна, между штабелей мешков с семенами. Продолжительность фумигации при температуре 5-10°C составляет 10 суток; при 11-15°C - 7; при 16-20°C - 6; при 21-25°C - 5 суток; выше 26°C - 4 суток. Допуск людей в складские помещения разрешается после полного проветривания в течение 2-5 суток, а реализация продукции - через 20 суток после фумигации.

Истребление грызунов называется дератизацией и может проводиться различными способами: механическим (отлов с помощью капканов и ловушек) и химическим (применение ядовитых приманок).

Химическое консервирование – это прекращение или замедление жизненных функций зерновой массы и отдельных ее компонентов при хранении путем обработки различными химическими средствами. Может применяться для консервирования зерновой массы (особенно кормового зерна) с повышенной влажностью. Цель применения химикатов – подавление обильной микрофлоры (прежде всего, плесневых грибов), имеющей на влажном зерне благоприятные условия для своего быстрого развития, которое приводит к порче зерна.

Используются следующие препараты: порошкообразный пиросульфит (метабисульфит) натрия (через 30-40 суток превращается в безвредную для животных глауберову соль), концентрат низкомолекулярных кислот (КНМК) – муравьиной, уксусной, пропионовой. На основе пропионовой кислоты созданы такие эффективные препараты, как «Пропкорн», «Люпрозил», «Кемстор». Нормы расхода этих веществ в зависимости от влажности и сроков хранения зерна могут колебаться от 0,5 до 2,5 % от массы партии зерна.

Все мероприятия по повышению устойчивости зерновых масс при хранении должны быть экономически выгодными. Они обязательно проводятся, если это необходимо для предотвращения порчи зерна и снижения потерь.

Комплекс мер борьбы, разработанный с учетом биологии вредителей, позволяет довольно успешно проводить работу, направленную как на их истребление, так и на профилактику зараженности хлебных запасов. Все меры борьбы с вредителями делят на две группы: профилактические (предупредительные) и истребительные. Наибольшее значение в борьбе с вредителями имеют профилактические меры, так как их применение исключает заражение зерна, а также позволяет избежать ухудшения его качества и потерь в массе. Истребительные меры применяют к уже зараженным объектам, и направлены они на уничтожение вредителей различными способами и средствами.

#### Борьба с насекомыми. Профилактические мероприятия.

К группе профилактических мероприятий относят следующие:

- 1) соблюдение санитарного режима;
  - 2) создание условий, неблагоприятных для развития и размножения вредителей
- Соблюдение санитарного режима – обязательное условие профилактики, которую проводят для ликвидации очагов резервации вредителей и предотвращения их расселения в незараженные объекты.

Вредители могут размножаться в кучах мусора. Поэтому перед началом уборки урожая территорию тока приводят в надлежащее санитарное состояние. Прошлогодние отходы необходимо сжечь, а почву под ними обработать пестицидами. Всю технику следует очистить и

обеззаразить. Мусор и отходы, в которых могут накапливаться вредители, с территории предприятия надо регулярно удалять и уничтожать.

Предотвращение заражения и борьба с вредителями предусматривают обязательное соблюдение правил приемки, размещения и хранения зерновых запасов. Необходимо размещать зараженное зерно и продукты отдельно от незараженного.

Создание условий, неблагоприятных для размножения и развития вредителей, включает факторы, влияющие на жизнедеятельность вредителей, – это влажность, температура и состав атмосферы. Соблюдение режимов хранения зерна – важнейшее условие профилактики зараженности хлебных запасов вредителями.

В период поступления зерна нового урожая проводится подготовка зерна к хранению: очистка его и сушка до критической влажности зерна или на 1,0...1,5 % ниже критической при подготовке к длительному хранению.

Необходимо проводить охлаждение зерна, которое рекомендуется осуществлять в два этапа: до температуры 20 °С (первый этап) и до температуры нижнего температурного порога развития насекомых (второй этап).

Истребительные мероприятия. Применяемые для уничтожения вредителей истребительные мероприятия получили название дезинсекции. К ним относят биологические, физико-механические и химические способы.

Биологические способы борьбы относятся к перспективным, так как исключают применение ядовитых веществ и загрязнение зерна. Биологическую систему защиты хлебопродуктов предлагается осуществлять за счет применения бактериальных препаратов, вызывающих болезни насекомых, а также феромонов, стерилиантов и гормонов для подавления наследственности и вырождения их популяций. В настоящее время ведется активный поиск веществ, обладающих аттрактивными свойствами. Эти вещества позволяют привлечь вредителей в небольшое ограниченное пространство, где их можно легко уничтожить.

Физико-механические способы борьбы – это механическая очистка зараженных объектов, термические воздействия и применение различных излучений. Зернохранилища очищают при помощи щеток, скребков, пылесосов. Используется также очистка зерна в сепараторах. Однако механическая очистка не дает эффекта на длительное время, так как не все вредители удаляются из зерновой массы.

Термическая дезинсекция основана на чувствительности вредителей к температуре. При создании определенной температуры можно полностью обеззаразить продукцию. Охлаждение и промораживание – один из физических методов дезинсекции.

Обеззараживать зерно можно в процессе сушки. Ее проводят при максимально допустимых температурах для партий зерна

продовольственного и кормового назначения. Возможно обеззараживание зерна с использованием солнечной радиации. Перспективно также ионизирующее излучение продукции  $\alpha$ - и  $\beta$ -лучами.

Химические способы борьбы основаны на применении различных пестицидов – химических отравляющих веществ. Для дезинсекции хлебных запасов предпочтительно использовать пестициды, которые токсичны в небольших дозах при малой экспозиции.

Пестициды можно использовать в виде порошков, эмульсий, суспензий, растворов, а также в виде аэрозолей и в виде отравленных приманок.

Фумигация (газация) – способ обеззараживания объектов отравляющими веществами в газо- и парообразном состоянии. Опрыскивание используют для обеззараживания складов, судов и вагонов. Аэрозольную дезинсекцию применяют для пустых зернохранилищ при помощи дымов и туманов, выделяемых при сжигании дезинфицирующих шашек.

Для фумигации применяют квикфос, фостоксин, фоском (в дозе 5...9 г/т зерна) и др. Необходимое условие для фумигации – это создание герметичности обеззараживаемых объектов. Использование фумигантов наиболее эффективно при температуре не ниже 12 °С и относительной влажности воздуха не выше 70 %.

Дегазация – мероприятие, проводимое для удаления фумигантов из объекта по истечении экспозиции газации.

Для влажной дезинсекции в нашей стране применяются фуфанон (5 мг/м<sup>2</sup>), сумитион (2...5 г/м<sup>2</sup>), каратэ (1...3 мг/м<sup>2</sup>) и другие препараты. Сущность влажной дезинсекции состоит в том, что ядовитые вещества в виде водных растворов при помощи опрыскивания наносят на зараженную вредителями поверхность.

Борьба с грызунами. Дератизация – комплекс мер борьбы с мышевидными грызунами. Различают профилактическую и истребительную дератизацию. Профилактические меры применяют для предотвращения проникновения грызунов в места хранения хлебных запасов (закрывают норы, устраняют источники питья и т. д.).

К истребительным мерам относят отлов грызунов, применение химических отравляющих веществ и естественных врагов, использование микробов – возбудителей инфекционных болезней.

Чаще всего применяют метод отравленных приманок. Для этого пищевые продукты смешивают с фосфидом цинка, крысидом, ратинданом, зоокумарином и др.

Следует помнить, что проведение всех мероприятий по обеззараживанию зерновых продуктов и зернохранилищ требует большого внимания и строгого соблюдения правил техники безопасности.

Контрольные вопросы

1. Классификация вредителей хлебных запасов.

2. Какие факторы влияют на развитие насекомых-вредителей в зерновой массе?
3. Какой вред причиняют клещи при хранении зерна?
4. Влияние аэрации при хранении зерновой массы на состояние микрофлоры.
5. Какие условия благоприятны для развития микроорганизмов в зерновой массе?
6. Почему нормируется количество патогенных микроорганизмов в зерновой массе?
7. Как влияет влажность и температура зерна на развитие микроорганизмов в зерновой массе?
8. Какое воздействие оказывают микроорганизмы на качество зерна при хранении?
9. Какие профилактические мероприятия используются для предупреждения развития микроорганизмов?
10. Меры борьбы, направленные на ликвидацию микробиологических процессов в зерне при хранении.
11. Профилактические и истребительные меры борьбы с вредителями зерна при хранении.

## **РАЗДЕЛ 4. Хранение овощей, плодов, ягод.**

### **4.1. Процессы, происходящие в плодоовощной продукции во время созревания.**

Одной из первоочередных задач АПК является снабжение населения качественными свежими и переработанными плодами и овощами. Для этого необходимо иметь современную материально-техническую базу для хранения и переработки плодов и овощей. Необходимо также наличие современных хранилищ с активной вентиляцией и искусственным охлаждением, холодильников, фруктохранилищ с регулируемой газовой средой и камерами предварительного охлаждения, увеличить производство специальных транспортных и погрузочно-разгрузочных средств для перевозки плодов и овощей.

Будущие специалисты должны владеть навыками по сооружению буртов и траншей, по организации естественной вентиляции. Обратит особое внимание на режим температуры, влажности, движения воздуха и вентиляцию в хранилищах для плодов и овощей. Изучить оборудование для обеспечения режимов хранения.

Устройство для хранения плодов и овощей разделяют на временные (бурты, траншеи) постоянные (хранилища, комплексы, холодильники). Хранилища различают по назначению, по системе вентиляции; по способу охлаждения; по степени механизации погрузочно-разгрузочных работ и др.

Холодильные машины для фрукто- и овощехранилищ выпускаются одно-, двух- и многоступенчатыми и каскадными, холодильники с РГС и др.

**Биохимические процессы, происходящие в период созревания и созревания в плодах и овощах.** Значение степени зрелости плодов и овощей при хранении Биохимические процессы протекают в плодах и овощах в период послеуборочного созревания и связаны с превращением органических веществ. Они происходят под действием многочисленных ферментов, в основном гидролитических. Некоторые из них, которые в наибольшей степени влияют на формирование потребительских свойств плодов и овощей, описаны ниже. Превращение пектиновых веществ. Межклеточные пространства мякоти плодов и овощей в период созревания заполняются протопектином. В период хранения протопектин гидролизуются в водорастворимый пектин, а тот в свою очередь распадается до полигалактуроновой кислоты и метилового спирта, мякоть становится более рыхлой, мягкой и сочной. Консистенция мякоти плодов улучшается. Однако резкое снижение содержания пектина в плодах свидетельствует об их перезревании. Лежкоспособность плодов уменьшается. 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.

Регулировать превращение пектиновых веществ в плодах и овощах можно с помощью температуры, близкой к 0 °С. В конце хранения ее повышают до 3-4 °С. В заметных (1 -1,5 %) количествах в недозрелых семечковых плодах, томатах, арбузах, корнеплодах содержится крахмал. Во

время хранения он гидролизует с образованием сахарозы. Плоды и овощи становятся более сладкими. У картофеля гидролиз крахмала происходит при температуре хранения, близкой к 0 °С. Поэтому в хранилище с картофелем не следует допускать снижения температуры воздуха ниже 2 °С. Биохимические процессы сопровождаются не только гидролизом более сложных веществ в простые, но и их синтезом. Так, при хранении яблок усиливается аромат плодов за счет образования ароматических веществ. В луковицах лука и чеснока может увеличиваться содержание эфирных масел, выполняющих защитные функции. В клубнях картофеля под действием света может образовываться значительное количество гликозида соланина, предохраняющего клубни от гнилостных заболеваний. Таким образом, в плодах и овощах во время хранения параллельно протекают процессы гидролиза и вторичного синтеза. Гидролитические процессы связаны с выделением энергии, а процессы синтеза – с ее поглощением. Дыхание плодов и овощей. Для обеспечения непрерывности процессов обмена веществ при хранении плодам и овощам необходима энергия. Она выделяется в результате окисления сложных органических веществ до промежуточных или конечных продуктов окисления - воды и углекислого газа. Этот процесс называется дыханием и протекает при участии окислительно-восстановительных ферментов. Различают дыхание: аэробное и анаэробное. Анаэробный тип дыхания плодов и овощей наблюдается в случае недостатка кислорода в атмосфере хранилищ. В плодах накапливаются промежуточные продукты окисления (спирты, альдегиды, полифенольные соединения), которые могут вызвать отравление тканей и порчу продукции. Окисление органических кислот и Сахаров в процессе дыхания. Органические кислоты в сочетании с сахарами определяют вкус плодов и овощей. При дыхании они окисляются интенсивней, чем сахара, что вызывает ухудшение вкуса плодов. Сохранить кислотный состав плодов и овощей можно за счет снижения уровня дыхания. Один из самых важных моментов уборки урожая - правильное определение степени зрелости плодов. Преждевременный или, напротив, слишком поздний сбор может существенно ухудшить качество продукции и снизить ее устойчивость к условиям хранения. В агрономической литературе принято различать биологическую (физиологическую) и съемную (техническую, уборочную, хозяйственную, потребительскую) зрелость плодов. Если растение достигло биологической зрелости, это означает, что оно полностью завершило цикл своего развития и способно к воспроизводству нового поколения особей. Так, например, под биологической зрелостью картофеля, капусты, лука и некоторых других многолетних овощных культур подразумевают окончательное прекращение роста, переход в состояние покоя и способность к продолжению жизни их зимующих продуктивных органов (в данном случае клубней, луковиц, корнеплодов и др.). В таком состоянии они могут храниться долгое время. Понятие «съемная зрелость» включает в себе несколько иной смысл. Она наступает тогда, когда плодоовощная продукция начинает удовлетворять нормам ГОСТа (что, конечно, не имеет большого

значения для садоводов, огородников-любителей и владельцев частных приусадебных хозяйств), становится пригодной к употреблению, переработке, транспортировке и хранению. Существуют плодоовощные культуры, у которых и съемная, и биологическая зрелость наступает примерно в одно и то же время (все виды бахчевых). Но в большинстве случаев плоды достигают съемной зрелости раньше, чем биологической. Разумеется, когда урожай одной и той же культуры предназначен для разных целей, то и съемная зрелость наступает в разные сроки (к примеру, если укроп выращивается ради зелени, его убирают до момента появления соцветий, если же он применяется для засолки, съемная зрелость почти совпадает с биологической). При определении сроков сбора урожая садоводам и огородникам необходимо руководствоваться наступлением именно съемной, а не биологической зрелости. Не все культуры приходят в состояние съемной зрелости одновременно. Так, урожай лука, чеснока, картофеля, корнеплодов и поздней капусты, как правило, убирают однократно, но есть и так называемые многосборные культуры, созревающие постепенно (томат, огурец, перец, баклажан, дыня и др.). В некоторых случаях число сборов может достигать 10-15; при этом, как правило, существует вероятность получить более высококачественный урожай, однако, разумеется, процесс этот чрезвычайно трудоемкий и требует больших физических затрат.

#### **4.2. Хранение плодоовощной продукции**

Способность плодов и овощей в течение определенного (достаточно длительного) времени сохранять свои товарные качества, не подвергаясь различным заболеваниям и не теряя массы, называется лежкостью. Существует также понятие сохраняемости овощей и плодов, означающее их лежкость в тех или иных конкретных условиях. Естественно, что различным видам плодоовощных культур свойственны разные параметры лежкости.

С этой точки зрения их принято разделять на 3 группы.

К первой относятся картофель и двулетние овощи (корнеплоды, луковые, капустные). Особенность этих культур состоит в том, что на их клубнях, кочанах, луковицах и корнеплодах находятся почки - так называемые точки роста. При хранении эти почки медленно подготавливаются к последующему репродуктивному развитию, которое должно наступить в вегетационный период (как известно, в дальнейшем из них образуются новые растения). Таким образом, с момента наступления биологической зрелости и до начала вегетации (то есть как раз в процессе хранения) овощи данной группы находятся в состоянии покоя. Этот период у разных культур может быть различным. Так, лук и картофель вступают в состояние глубокого покоя и не прорастают в течение долгого времени даже в тех случаях, когда окружающая среда идеально подходит для роста. Для корнеплодов и капусты характерен менее глубокий покой: при благоприятных условиях они способны давать побеги. Однако с помощью снижения температуры хранения период покоя у этих овощей можно на некоторое время продлить.

Ко второй группе плодоовощной продукции относятся плоды и плодовые овощи. Как правило, их принято собирать недозрелыми, и в процессе хранения они продолжают свой жизненный цикл. При этом плоды приобретают характерный внешний вид, цвет, консистенцию мякоти, вкус, а находящиеся внутри семена постепенно развиваются за счет питательных веществ околоплодника. Когда семена достигают окончательной зрелости, ткани плодов начинают стареть, теряют массу, утрачивают свои товарные и вкусовые качества, подвергаются всевозможным заболеваниям. Таким образом, сроки хранения плодов и плодовых овощей напрямую зависят от продолжительности их послеплодочного дозревания: чем медленнее оно протекает, тем дольше сохраняются качества продукции. Именно поэтому, к примеру, летние яблоки хранятся значительно хуже, чем зимние, поскольку полностью созревают на дереве, тогда как последние принято снимать недозрелыми.

Важную роль при хранении растительных продуктов 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.

Третья группа включает зеленные овощи и ягоды. Их лежкость очень невысока, поскольку они обладают нежными тканями с большой концентрацией влаги и тонкой кожицей, что способствует быстрому испарению. Кроме того, для плодоовощной продукции этой группы характерно более интенсивное дыхание и обменные процессы. В результате этих свойств листовые овощи и ягоды быстро утрачивают влагу и увядают, а потому способны храниться очень недолго. Увеличить срок их хранения можно с помощью понижения температуры и повышения относительной влажности воздуха в помещении.

#### **4.3. Классификация методов хранения плодов и овощей по способу их размещения.**

Необходимо учитывать существующие способы регулирования режима хранения, которые могут видоизменяться в зависимости от способов размещения продукции. Предлагаемая классификация методов хранения плодоовощной продукции позволяет осуществить комплексный подход с учетом способов размещения и регулирования режима хранения.

Указанные методы хранения применимы для разных видов плодов и овощей, но для отдельных видов наиболее экономична одна группа методов, для других – другая. Бестарное хранение, охлаждаемое и неохлаждаемое, применяется, как правило, для овощей, имеющих сравнительно высокую механическую прочность и низкую стоимость (картофель, свекла, капуста, арбузы, дыни и др.), но непригодно для плодов и овощей, отличающихся низкой механической прочностью. Отсутствие дополнительных расходов на тару снижает себестоимость продукции, что очень важно для дешевых

овощей, цены на которые при хранении не изменяются или незначительно возрастают.

Особенностью бестарного хранения продукции является размещение ее без тары либо в простейших приспособлениях (буртах и траншеях), либо в стационарных хранилищах, где продукция размещается в закромах, секциях, на стеллажах или засыпается по объему хранилища.

Тарное хранение может применяться для всех видов плодов и овощей, но для дешевых овощей, особенно кратковременного хранения, стоимость тары, расходы на погрузочно-разгрузочные работы увеличивают затраты на хранение, что отражается на результатах хозяйственной деятельности плодоовощных контор.

Способы хранения отличаются коэффициентом использования полезной площади, сохранностью продукции, возможностью регулировать и контролировать режим хранения, осуществлять текущий контроль за качеством, оперативно реагировать на ухудшение качества и производить переборку продукции.

Коэффициент использования полезной площади при тарном размещении продукции выше, чем при некоторых разновидностях бестарного, например при закромах с естественной вентиляцией или стеллажном способах, за счет большей высоты предельно допустимой нагрузки. Так, при контейнерном размещении высота продукции может достигать 3,5-5 м, а при ящичном – до 3,2 м, т. е. по высоте загрузки приближается к закрому с активной вентиляцией.

В стационарных хранилищах наиболее эффективно объем хранилища используется при беззакромном хранении с активной вентиляцией. По данным Е. П. Широкова, коэффициент использования объема при размещении продукции сплошным штабелем составляет 2,5-3 м<sup>3</sup>/т, в контейнерах – 4-6, в закромах с естественной вентиляцией – 5-7 м<sup>3</sup>/т.

Применение различных способов регулирования режима влияет на затраты при хранении. Способы хранения с использованием искусственного охлаждения (охлаждаемые), активной и общеобменной принудительной вентиляцией, регулируемой газовой средой требуют дополнительных затрат на хранение и целесообразны только в том случае, если эти затраты окупаются сокращением потерь или необходимостью удлинить сроки хранения. В последнем случае введение дифференцированных по срокам хранения цен позволило бы покрыть дополнительные расходы.

По целевому назначению и виду размещаемой продукции выделяют картофеле-, капусто-, корнеплодо-, луко- и фруктохранилища. В крупных хранилищах устраиваются отдельные камеры или секции, в которых создается разный режим хранения и размещается продукция разных наименований. Чаще всего такие комплексы оборудованы средствами регулирования температурного режима, позволяющими создать оптимальный режим для каждого вида продукции.

В настоящее время разработано значительное количество типов хранилищ, отличающихся не только назначением и способом размещения, но

и вместимостью: небольшие (до 25 т), средние (до 100 т), крупные (более 100 т); этажностью: одноэтажные наземные и заглубленные, одноэтажные с подвалом и многоэтажные.

Выбор хранилища производится на основании потребностей в складских площадях для разных видов овощей, природно-климатических и гидрологических особенностей района строительства и рельефа местности.

Каждый из указанных типов имеет свои технологические особенности. В наземных хранилищах легче осуществить механизацию погрузочно-разгрузочных работ, товарной продукции, но труднее поддерживать стабильный режим хранения. В зимний период возможно промерзание стен и продукции. Чтобы предупредить подмораживания, требуется большая толщина теплоизоляции, что удорожает строительство.

В заглубленных хранилищах создается и поддерживается оптимальный температурно-влажностный режим при меньшей толщине теплоизоляции, чем в наземных хранилищах, так как земля обладает низкой теплопроводностью. Однако строительство заглубленных хранилищ или хранилищ с подвалом требует более тщательной гидроизоляции во избежание попадания не только грунтовых вод, но дождевой и талой воды.

Хранилища большой вместимости более экономичны, чем малой, так как затраты на строительство на единицу полезной площади меньше. В то же время хранилища большой вместимости должны быть оборудованы средствами искусственного регулирования режима (охлаждением, принудительной вентиляцией). Производственные затраты окупаются сокращением потерь продукции.

Наряду с предложенной выше классификацией, в основу которой положены способы размещения и регулирования режима хранения, существует еще группа методов, основанных на обработке поверхности продукции дезинфицирующими средствами, защитными пленками, а также ростиингибирующими (задерживающими) веществами. Эта группа методов не имеет самостоятельного значения, а применяется в дополнение к уже известным методам хранения (холодильному, с активной вентиляцией и др.).

В зависимости от применяемой обработки методы хранения подразделяются на: дезинфицирующие (обработка сернистым ангидридом или его препаратами — метабисульфитом калия, формальдегидом, бромистым метилом, хлорной водой и другими препаратами, озонирование, обработка ультрафиолетовыми лучами и т. п.); с обработкой поверхности защитными пленками для предохранения от излишнего испарения воды, поражения микроорганизмами или придания лучшего товарного вида (парафинирование чеснока, обработка яблок и груш протексаном, окрашивающими восками); задерживающие прорастание (обработка гидрелом и этрелом картофеля, гидразидом малеиновой кислоты картофеля и моркови, радуризация – обработка лучами и др.).

#### **4.4. Временные хранилища**

Издавна применяется метод полевого хранения, подразделяемый на следующие способы:

- 1) ямы, погреба;
- 2) временные бурты и траншеи;
- 3) постоянные буртовые площадки;
- 4) снегование,

Более современный метод хранения — в стационарных хранилищах, которые делятся на множество типов по их емкости, планировочным особенностям, системам поддержания режима хранения, механизации и размещения продукции.

По способу поддержания режима хранения хранилища бывают:

- 1) с естественной вентиляцией, т. е. охлаждаемые наружным воздухом вследствие тепловой конвекции;
- 2) с принудительной вентиляцией, т. е. охлаждаемые наружным воздухом, подаваемым вентилятором, в том числе через штабель продукции по методу активного вентилирования;
- 3) ледники и ледяные склады;
- 4) холодильники с искусственным охлаждением;
- 5) холодильники с регулируемым составом газовой среды

Способ хранения выбирают после его экономической оценки. При анализе затрат на хранение выясняется, что при буртовом хранении капитальные затраты невелики, но требуется ежегодно много рабочих рук в напряженный осенний период. Кроме того, регулирование условий хранения и реализация продукции зимой из буртов затруднены. При использовании хранилищ капитальные затраты значительно выше, но зато требуется меньше рабочих рук, а регулирование режима хранения облегчается. Если хозяйство имеет возможность произвести крупное капитальное вложение, то следует предпочесть стационарные хранилища, хотя по общим затратам они несколько дороже по сравнению с буртами. Буртовое хранение применяют в хозяйствах, где много рабочей силы,

#### Бурты и траншеи.

Полевое хранение широко применяется в нашей стране, особенно для сохранения картофеля и овощей и только в редких случаях – плодов. Оно используется в основном в местах производства продукции.

Типовые бурты и траншеи. Наиболее распространен способ полевого хранения картофеля и овощей в буртах и траншеях.

Бурты представляют собой, валообразные удлинительные штабеля продукции, наземные или в неглубоких котлованах, укрытые обычно соломой и несколькими слоями земли, оборудованные системой вентиляции и термометром.

Траншеи – удлиненные ямы, заполненные продукцией и, так же как и бурты, укрытые и оборудованные системой вентиляции и контроля температуры. Применяют также бурты с глубокими котлованами, своеобразные бурто-траншеи. Принципиальных различий между буртами и траншеями нет, и в соответствии с особенностями отдельных видов овощей и почвенно-климатическими условиями зоны отдают предпочтение тому или иному способу хранения.

Выбор и планировка участка под бурты и траншеи проводятся с учетом ряда условий. Предпочитают возвышенные места с легким склоном, обеспечивающим сток поверхностных вод. Особое внимание следует обратить на чистоту верхнего слоя почвы, здесь не должно быть гниющих остатков и мусора. Из санитарных соображений не следует располагать бурты и траншеи вблизи животноводческих помещений, а также стогов соломы и сена, где могут гнездиться мыши – опасные вредители хранящейся продукции.

При большом объеме хранения следует рассчитать необходимую площадь участка. При этом учитывают площадь под один бурт или траншею, размер полосы для устройства укрытия и взятия грунта для него, а также подъездных дорог.

Размещают бурты и траншеи вблизи основных подъездных дорог. Наиболее ответственный вопрос планировки участка - правильная разбивка дорог. Во время планировки участков надо правильно ориентировать бурты относительно частей света с тем, чтобы уменьшить падение солнечных лучей и ветров зимой на температурный режим в буртах, поэтому их ориентируют преимущественно по направлению север-юг, тогда максимальному прогреву подвергается меньшая по площади торцовая грань. Одновременно стараются поставить бурты торцами к направлению наиболее холодных ветров. Однако на практике приходится принимать среднее направление, при котором в наибольшей мере будут учтены оба указанных условия.

Размеры буртов и траншей и их емкость - важные показатели. Основное значение придают поперечным размерам буртов и траншей, так какое в первую очередь определяют количество продукции на единицу поверхности рассеивания тепла.

Снегование картофеля и овощей применяют в средней и северной зонах нашей страны. По высоким затратам труда (в основном ручного) этот способ относят к полевому хранению, хотя овощи снегуют не только на открытых площадках, но и в хранилищах.

Принцип снегования состоит в том, что достаточное количество снега (при таянии 1 кг снега расходуется 335,2 кДж) обеспечивает создание условий, благоприятных для хранения многих видов овощей. Овощи размещают либо без упаковки прямо в снегу (капусту, кочаны которой выдерживают переохлаждение и потом «отходят»), либо штабелями с изоляцией их от снега (корнеплоды в плотных ящиках, картофель, обернутый рогожей или крафт-бумагой). Снегование проводят спустя день после начала оттепели, когда температура снега поднимется до  $-1...-2$  °С. При более низкой температуре снега овощи могут подмерзнуть.

Вначале настилают слой снега толщиной 0,5...0,8 м (толщина зависит от планируемого срока хранения). Затем на этом основании размещают продукцию. Размеры бурта: ширина 3...5 м, длина произвольная, но через каждые 5...6 м рекомендуется делать снеговые перемычки толщиной до 0,5 м. Высота штабеля заснегованных овощей 1,5...2 м. После формирования снегового бурта его укрывают снегом толщиной 1 м, сверху –

теплоизоляционным материалом – опилками, соломой, торфом (0,5...0,6 м) и затем – рогожей, матами в 2...3 слоя. Весной укрытие белят известью или мелом, чтобы оно отражало солнечные лучи.

По конструктивным особенностям ледяные и льдосоляные холодильники подразделяются на следующие группы ледяные склады, ледники, льдосоляные холодильники и склады, малые холодильники (шкафы, прилавки, контейнеры, кондиционеры, охладители жидкости и др.).

Водный лед широко применяется для охлаждения и сезонного хранения продовольственных товаров, овощей, фруктов, главным образом в северной и средней климатических зонах нашей страны. Лед применяют также в медицине, при транспортировке охлажденных скоропортящихся продовольственных товаров, когда требуется временное потребление холода, а также при необходимости одновременного охлаждения и увлажнения воздуха. Для охлаждения и хранения продовольственных товаров строят специальные сооружения - ледники и ледяные склады, где товары охлаждаются и хранятся либо при непосредственном контакте со льдом (например, рыба, замороженные фрукты), либо при циркуляции охлажденного воздуха или воды.

Применяются следующие устройства и сооружения ледяного и льдосоляного охлаждения ледники, ледяные склады, льдосоляные холодильники и различные мелкие устройства, охлаждаемые льдом и льдосоляными смесями.

Ледники применяются для недолгосрочного сохранения пищевых продуктов в сельском хозяйстве и в быту и состоят из помещений для хранения груза и для льда, за счет таяния которого и достигается охлаждение воздуха до температуры около  $-15^{\circ}\text{C}$ , а при применении льдосоляных смесей - до температуры  $-12^{\circ}\text{C}$ . Ледники делятся в зависимости от их конструкций, назначения и запасов льда на 1) ледяные склады с долговременным запасом льда 2) ледники с сезонным запасом льда 3) ледники с кратковременным запасом льда (льдокарманные, воздуходувные и фреонные холодильники).

#### **4.5. Хранение плодовоовощного сырья в стационарных (капитальных) хранилищах**

Стационарные (капитальные) хранилища различаются:

- 1) по вместимости или емкости (малые, средние, крупные);
- 2) по назначению (картофеле-, корнеплодо-, капусто-, луко-, плодохранилища);
- 3) по системе регулирования условий хранения (естественная и активная вентиляция, холодильные установки, холодильники с регулируемым газовым составом среды).

Естественная вентиляция. Эта вентиляция действует по закону тепловой конвекции. При нагревании воздух расширяется, делается легче и поэтому движется вверх, а холодный, как более плотный и тяжелый, вниз. Скорость движения воздуха тем больше, чем больше разность температур внутри хранилища и снаружи. Обычно осенью эта разница температур

бывает очень небольшой, и именно в этот период приходится чаще производить сквозное проветривание хранилищ – открывать люки и ворота. Зимой, особенно при сильных морозах, требуются противоположные меры: все люки, двери и наружные отверстия вентиляционных труб должны быть плотно закрытыми.

Естественная вентиляция осуществляется конструкцией приточных и вытяжных труб. Приточные трубы располагают у боковых стен хранилища, входные отверстия этих труб находятся на небольшой высоте над уровнем почвы и снабжены козырьками для предупреждения проникновения внутрь хранилища атмосферной влаги. Внутренние отверстия приточных труб выводят под решетчатым приподнятым полом закровов, стеллажей или по центральному проходу; закрывают их крышками-заслонками. Приточные трубы делаются в виде плотно сколоченных деревянных коробов с сечением от 15 X 15 до 20 X 20 см (в хранилищах небольшой емкости) и до 30 X 30 см, (л более крупных хранилищах). Применяют также асбоцементные трубы соответствующего диаметра.

Вытяжные трубы (сечением до 50 X 50 см) прокладывают по коньку перекрытия и выводят над кровлей. Эти трубы оборудуются по их оси заслонками, при помощи которых, изменяя величину отверстия, регулируют интенсивность воздушного тока. Верхние вытяжные отверстия этих труб (над кровлей) также должны иметь защитные козырьки. Обычно вытяжных труб требуется в 2-3 раза меньше, чем приточных.

Естественная вентиляция применяется только в небольших стационарных хранилищах (емкостью не более 50-100 т), обеспечивая удовлетворительное хранение картофеля, корнеплодов и капусты.

Активная (принудительная) вентиляция. Эта вентиляция применяется в хранилищах средней и большой емкости. Воздух, нагнетаемый вентиляторами, распространяется по сети каналов, прокладываемых под землей. Имеется главный канал и отходящие от него в обе (или одну) стороны боковые каналы, имеющие щели, открывающиеся в полу. Сечение каналов рассчитывают по производительности вентиляторов, чтобы скорость в главном канале не превышала 8-10, а в боковых – 4-5 м/сек. Боковые каналы прокладывают достаточно часто, через каждые 1,2-2 м, а щели в них – через 0,5-0,8 м.

При сильно разветвленной системе каналов устанавливают заслонки для регулирования подачи воздуха в ту или иную часть хранилища. Ток воздуха идет снизу вверх. Автоматизация основного вентилирования осуществляется с помощью датчиков температуры (термопар, термометров сопротивления), которые устанавливаются в штабеле продукции.

При активном вентилировании все помещение хранилища может быть занято продукцией. Высота загрузки картофеля до 6-8 м с оставлением воздушных промежутков у стен и перекрытия хранилища размером 0,5-1 м. Обычно с учетом имеющейся механизации сплошной штабель может иметь высоту для картофеля 3,5-4 м, для капусты 2-2,5 м, для лука – 2,5-3 м. Чтобы поддержать дифференцированный режим хранения, целесообразно разделить

хранилище на секции емкостью 100-300 т. При хранении семенного картофеля для отдельных сортов устраивают изолированные закрома (50-70 т).

Преимущества хранилищ с активной вентиляцией: 1) размещение продукции сплошным штабелем, без закровов, что позволяет максимально использовать объем хранилища (70-80%); 2) возможность поддержания во всей массе продукции выравненных, близких к оптимальным, параметров хранения; 3) создание благоприятных условий для «лечебного» периода; 4) обеспечение для продукции более длительного периода состояния покоя; 5) возможность механизации погрузо-загрузочных работ; 6) наличие незначительных (8-12%) потерь продукции за сезон хранения.

Холодильниками называют сооружения для охлаждения и хранения сырья и готовой продукции.

Основными физическими процессами, происходящими в плодах и овощах при хранении в холодильных камерах, являются испарение влаги, выделение тепла, изменение температуры. Физический процесс испарения воды зависит от степени гидрофильности коллоидов, анатомического строения и состояния покровных тканей (толщина и плотность кожицы, наличие воскового налета), характера и степени поврежденности, влажности окружающей атмосферы, скорости движения воздуха, температуры хранения, степени зрелости, упаковки, сроков и способов хранения плодов и овощей и других факторов, в том числе от интенсивности аэробного дыхания, в процессе которого также образуется вода.

Выделение влаги плодами и овощами различно в разные периоды хранения; в начале хранения обычно наблюдается активное испарение воды (период послеуборочного дозревания), в средний период оно понижается, а в конце хранения вновь повышается вследствие приближении нового вегетационного периода. Перезревание плодов сопровождается усиленной влагоотдачей, так как по мере старения коллоидов понижается их гидрофильность. Как пониженная влажность, так и повышенная температура воздуха усиливают испарение воды. Однако в большинстве случаев на практике наблюдается увядание плодов и овощей, особенно при низкой влажности воздуха и усиленной вентиляции.

Длительное хранение большинства овощей и фруктов в холодильных установках и другом оборудовании при низких температурах, близких к 0° С, снижает интенсивность процессов внутриклеточного метаболизма, замедляет процессы дозревания и перезревания, снижает расход запасных веществ на дыхание, а также деятельность микроорганизмов. Но снижение температуры не может быть произвольным, так как при определенных низких температурах свежие плоды и овощи замерзают и могут погибнуть. Уровень температуры холодильной камеры должен находиться где-то близко к границе замерзания тканей плодов и овощей. Температура замерзания многих плодов и овощей в основном коррелируется с содержанием в них сухих веществ и находится в пределах от -1 до -2,5°С.

Так, средняя температура замерзания:

Картофеля -1,2 °С;  
Капусты белокочанной -1,6 °С;  
Моркови и свеклы -1,6 °С;  
Лука-репки -1,78 °С;  
Яблок -2 °С;  
Винограда -3,8 °С;  
Вишни -3,5 °С.

Процесс замерзания плодов и овощей, помещенных в среду с отрицательной температурой (ниже 0 °С), имеет некоторые общие тенденции. Сначала температура в плодах и овощах падает ниже точки замерзания, но в течение некоторого времени кристаллы льда еще не образуются. Происходит так называемое переохлаждение тканей. Вода клеточного раствора при этом замерзает.

При переходе воды в лед выделяется скрытая теплота, и температура тканей сразу повышается, достигая определенной высшей точки (обычно до -0,7, -1,8 °С), на которой держится некоторое время, а затем начинает вновь снижаться. Эту высшую точку, о которой поднимается температура переохлаждения, называют температурой замерзания. Совершенно очевидно, что при хранении свежих плодов и овощей нельзя допускать их замерзания, которое приводит к разрушению структуры тканей продуктов и, как следствие, ограничениям их использования.

Под непрерывной холодильной цепью понимают совокупность технических средств, реализующих основные холодильные технологические процессы (охлаждение, замораживание, холодильное хранение, размораживание и отепление) в процессе перемещения скоропортящихся продуктов из сферы производства в сферу потребления.

В состав непрерывной холодильной цепи (звенья холодильной цепи) могут входить производственные (заготовительные), базисные, распределительные, торговые стационарные холодильники, а также торговое холодильное оборудование, и бытовые холодильники. Все звенья непрерывной холодильной цепи соединяются холодильным транспортом.

Холодильники с искусственным охлаждением. В таких хранилищах, оборудованных специальными установками, поддерживаются оптимальные температуры и влажность в любое время года, независимо от температуры и влажности наружного воздуха. Холодильники состоят из камер для хранения плодов и овощей, отделения товарной обработки продукции, машинного отделения и подсобных помещений. Емкость камер бывает различной в зависимости от общей емкости всего холодильника (не менее, 100 т). Количество продукции, размещаемой на 1 м<sup>2</sup> полезной площади, зависит от высоты камер; в современных холодильниках этот показатель равен 0,7-0,8 т/м<sup>2</sup>. Строгое поддержание заданного режима температуры и влажности обеспечивается теплоизоляцией камер, для чего служат пробковые, минерало-ватные и другие плиты. Плиты поверху покрывают изолирующим материалом: битумом, алюминиевой фольгой, цементной затиркой на проволочной сетке.

В хранилищах с регулируемым составом газовой среды плоды сохраняются длительное время, вплоть до нового урожая. Качество плодов (вкус, аромат) высокие, а потери – меньше, чем в холодильниках без регулирования газовой среды.

Для того чтобы обеспечить равномерное снабжение населения овощами и фруктами в течение всего года, необходимо не менее 30% этой продукции хранить в холодильниках с регулируемым составом газовой среды. Этот способ хранения постоянно совершенствуется, так как является самым новым.

При загрузке продукции в холодильник необходимо избегать слишком быстрого ее охлаждения, чтобы не произошло отпотевания. Каждую камеру следует загружать полностью в течение 1-2 дней. Продукцию загружают в затаренном виде. При установке ящиков нижний ряд должен быть приподнят над полом на высоту поддона (около 15 см). Между стенками и штабелем ящиков оставляют промежуток около 40-50 см, между потолком и ящиками 25-30 см, между колоннами и ящиками 10-15 см. Для контроля оставляют проход в 50-60 см. При холодильном хранении необходимо учитывать не только вид продукции, но и сортовые особенности овощей, плодов и ягод.

Холодильники с регулируемым составом газовой среды. Исследованиями установлено, что на сохраняемость плодов и обмен веществ в них существенно влияет газовый состав среды, возникающий в результате жизнедеятельности самих плодов. Определенный газовый состав среды, необходимый для хранения той или иной продукции, достигается следующими способами.

Упаковка плодов в мешочки из полимерной пленки. При дыхании плодов в таком мешочке создается повышенная концентрация углекислого газа и пониженная – кислорода. Этот способ хотя и прост, но трудоемок. Кроме того, если плоды упаковывают в теплом помещении, а затем переносят в холодильник, на внутренних стенках мешочков конденсируется влага. Во избежание этого плоды перед упаковкой необходимо охладить, поместить в мешочки и уже непосредственно в холодильнике затянуть верх мешочка каучуковой затяжкой.

Различают следующие способы упаковывания в газовой среде:

– в среде инертного газа (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Ar);  
– в регулируемой газовой среде (РГС), когда состав газовой смеси должен изменяться только в заданных пределах, что требует значительных капиталовложений в оборудование и больших расходов на обеспечение оптимальных условий хранения продукции;

– в модифицированной газовой среде (МАР), когда в начальный период в качестве окружающей среды используется обычный воздух, а затем в зависимости от природы хранящихся продуктов и физических условий окружающей среды, устанавливаются модифицированные условия хранения, но в довольно широких пределах по составу газа.

Хранение в крупных герметичных камерах. Эти камеры представляют собой изолированные камеры холодильника, где с помощью специальной

аппаратуры регулируется газовый состав среды, поддерживаются достаточная влажность и постоянная циркуляция воздуха. В газовой среде, возникающей в результате жизнедеятельности хранящихся плодов, нередко происходит чрезмерное накопление  $\text{CO}_2$ , возникает избыток этилена. Это вызывает, например, побурение кожицы (загар) яблок, груш. Для предотвращения такого нежелательного явления воздух камеры пропускают через поглотители (скрубберы). Конструкция поглотителей различна.

В качестве поглощающих веществ используются охлажденная вода, едкое кали, едкий натр, известь-пушонка, поташ, диэтанолламин, активированный уголь, обработанный бромом. В камерах хранилищ поддерживается обычно более высокая температура ( $3-5^\circ$ ), чем в холодильнике.

Самым прогрессивным способом длительного хранения свежих плодов и овощей является хранение в регулируемой атмосфере (РА). В странах с развитым садоводством (Италия, Германия, Бельгия, Голландия, Англия) в регулируемой атмосфере хранят практически весь урожай яблок и груш, предназначенных для потребления в свежем виде.

Хранение в обычных условиях (с охлаждением или без охлаждения) предполагает обычную воздушную среду с содержанием около 21 % кислорода, 79 % азота и сотые доли углекислого и других газов. Регулируемая атмосфера предполагает повышенное содержание углекислого газа и пониженное -кислорода.

Положительное действие такой атмосферы заключается в следующем: снижается интенсивность дыхания, и как следствие, замедляются процессы дозревания, замедляется распад хлорофилла, органических кислот, Сахаров, крахмала, пектина, снижается степень побурения мякоти, кожицы у яблок, продлевается срок хранения. По внешнему виду, консистенции и вкусу плоды и овощи, хранящиеся в регулируемой атмосфере, превосходят плоды и овощи, сохраняемые в обычной атмосфере.

Наиболее приемлемой для хранения в РА (регулируемой атмосфере) считается атмосфера с содержанием 92-97 % азота и 3-8 % углекислого газа и кислорода. Если концентрация углекислого газа превышает допустимую, усиливается побурение мякоти, образуются пустоты в плодах, ухудшается вкус, ослабевает устойчивость к поражению микробиологическими заболеваниями. Концентрация углекислого газа должна быть в пределах 1-5%.

Хранение в РА осуществляется в герметичных холодильных камерах. Регулируемая атмосфера в камерах создается или за счет дыхания самих плодов и овощей, или путем введения в камеру отдельных газов или их смесей. Для быстрого создания нужного газового режима в камеру иногда вводят большое количество азота, тогда концентрация  $\text{O}_2$  в атмосфере быстро снижается.

Плодоовощная продукция в ящиках укладывается в камерах с таким расчетом, чтобы за данный промежуток времени обеспечить требуемый режим температуры, влажности воздуха и газового состава среды. До

закрытия камеры плоды охлаждаются до заданной температуры. Затем камеру герметически закрывают, и продукция остается в изолированной атмосфере, пока за счет дыхания самих плодов содержание  $\text{CO}_2$  не достигнет нужного предела. После достижения определенной концентрации  $\text{CO}_2$  производится перевод камеры на заданный газовый режим путем включения установки (газообменники – диффузоров или скрубберов). Избыток  $\text{CO}_2$  удаляется через силиконовые пленки, а концентрацию  $\text{O}_2$  продолжают снижать. Требуемая газовая смесь в камерах устанавливается спустя 3-4 недели после закрытия камеры.

В дальнейшем продукцию хранят при установившемся режиме работы установки. В камерах с регулируемой атмосферой систематически ведется контроль за температурой, относительной влажностью, концентрацией  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ , качеством плодов или овощей.

Хранение в регулируемой атмосфере позволяет увеличить выход стандартной продукции, продлить срок хранения.

К недостаткам можно отнести значительные расходы на строительство камер и определенный газовый состав для каждого сорта плодов и овощей, что требует загрузки в камеры продукции только одного сорта.

В отличие от регулируемой атмосферы модифицированная газовая среда образуется в результате дыхания самих плодов и овощей, помещенных в полиэтиленовые емкости.

Простейшей разновидностью газового хранения является хранение в пакетах из полиэтилена толщиной 35-60 мкм. Благодаря дыханию самих плодов повышается концентрация  $\text{CO}_2$  и снижается концентрация  $\text{O}_2$ . Углекислый газ через пленку диффундирует в окружающую среду, а кислород – в пакет. В пакете повышается содержание влаги. Высокая влажность внутри герметичных пакетов предупреждает увядание плодов и овощей, но в то же время может способствовать прорастанию спор микроорганизмов. Степень испарения влаги можно регулировать перфорацией пленки, т.е. отверстиями в пленке, но это снижает прочность пленки, поэтому оправдывают себя пленки с мелкими отверстиями (с булавочный прокол).

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

Контейнеры из полиэтилена толщиной 150-200 мкм емкостью 300-1000 кг, представляют собой большие мешки, в одной из стенок которых вставлена силиконовая (диффузионная) пленка заданного размера. Она пропускает  $\text{CO}_2$  в 5-6 раз быстрее, чем  $\text{O}_2$ , благодаря чему в таких контейнерах устанавливается желаемый газовый режим. Контейнеры с плодами устанавливают в стационарных хранилищах без охлаждения или с охлаждением. Использование контейнеров позволяет внедрить метод газового хранения в любом хранилище.

Метод создания модифицированной газовой среды простой, дешевый, однако продолжительность хранения увеличивается незначительно. К недостаткам данного метода относится и образование конденсата на внутренних стенках пленки. Для избежания этого недостатка очень важно охладить плоды перед загрузкой и строго регулировать температуру без резких перепадов.

#### Хранение капусты

В нашей стране на хранение закладывают несколько разновидностей капусты: белокочанную, краснокочанную, савойскую, брюссельскую, цветную, кольраби. В наибольшем количестве хранят белокочанную капусту.

Продолжительность хранения капусты во многом зависит от физиологических процессов, связанных с дифференциацией точек роста. Если данный процесс закончился, то капуста начинает расти, кочан трескается и лежкоспособность резко снижается. Эти процессы зависят от условий выращивания, режима хранения, сортовых особенностей и других факторов.

Лежкоспособность различных сортов капусты неодинакова.

Существенную роль играют условия выращивания и агротехника. Выращивание рассады лежкоспособных сортов в холодных рассадниках, где температура может снизиться до 3...5°C, вызывает более быструю дифференциацию точек роста зимой. Это приводит к раннему растрескиванию кочанов, хранящихся при низких положительных температурах.

Капуста, выращенная на легких, но хорошо обеспеченных элементами питания почвах, образует лежкоспособные кочаны. Высокие дозы азотных удобрений и избыточная влага (обильные поливы или дождливая осень) вызывают рыхлость и растрескивание кочанов. Подмораживание капусты, особенно повторное, и механические повреждения при уборке и транспортировании снижают ее лежкоспособность.

Для продовольственных целей капусту убирают с плотно прилегающими кроющими листьями, которые более устойчивы к болезням. Кроме того, питательные вещества из кроющих листьев переходят в сочные внутренние листья кочана, в результате увеличивается выход товарной продукции. Если капусту убирают машиной МКП-2, на кочане сохраняются все листья, вместе с которыми ее транспортируют к хранилищу. На сортировальном пункте удаляют лишние листья, отбраковывают поврежденные экземпляры, а хорошие направляют на хранение. Для длительного хранения допускают кочаны с кочерыгой длиной до 50 мм.

Прогрессивный способ хранения капусты – навалый при активном вентилировании. Хорошо вызревшие кочаны лежкоспособных сортов укладывают сплошным слоем высотой до 2,5...3 м на вентиляционные каналы. Капусту менее лежкоспособных сортов также укладывают на вентиляционные каналы, но штабелями длиной 4...8 м, шириной 2...4, высотой 1,8...2 м. По центру хранилища устраивают сплошной проход. Для загрузки капусты в штабель применяют систему транспортеров СТХ-30 или

переоборудованный транспортер-загрузчик ТЗК-30.

Сразу после загрузки капусту начинают вентилировать в ночное время холодным воздухом. Хорошие результаты дает предварительное охлаждение воздуха холодильными установками. Чем быстрее температуру снижают до оптимальной, тем выше лежкоспособность продукции.

Температура минус 1...0°C – оптимальная для хранения капусты, предназначенной для продовольственных целей. При такой температуре замедляется дифференциация точек роста и развитие серой гнили - основной болезни капусты. Хранение в течение длительного времени при температуре ниже минус 1 °C приводит к отмиранию внутренних частей кочана и образованию так называемых тумачков. Кочерыга промерзает при температуре минус 1,5...1,8°C, листья - при минус 3...4°C. Поэтому внешне кочан выглядит здоровым, а внутри ткань замороженная. При оттаивании она быстро размягчается и разлагается.

Капуста отличается не только интенсивным тепло-, но и влаговыделением. В хранилище и штабеле быстро создается состояние полного насыщения воздуха влагой, что приводит к отпотеванию кочанов, стен, потолка. В связи с этим капусту вентилируют больше, чем другие овощи.

Оптимальный температурный режим хранения капусты можно быстро создать в холодильниках и тем самым снизить отходы до минимума. В холодильниках кочаны хранят в контейнерах, установленных в штабель по четыре – шесть контейнеров по высоте. Однако в контейнерах происходят значительные потери продукции в результате испарения влаги. Поэтому при данном способе хранения строго следят за относительной влажностью воздуха и поддерживают ее в пределах 90...95 %.

Капусту, предназначенную для продовольственных целей, хранят и в буртах с естественным вентилированием. Длина бурта – 15 м, ширина – около 2, высота – 1 м, глубина котлована – 0,2 м. Приточный канал делают в виде трехгранной решетки сечением 450 X 450 мм или укладывают продукцию на решетчатый настил.

Капусту хранят и на стационарных буртовых площадках с активным вентилированием. Здесь, как и в хранилищах, в результате вентилирования в холодное время суток создают оптимальный режим хранения. Перед реализацией капусту зачищают от загнивших листьев, сортируют по качеству, укладывают в ящики № 4 или сетки и отправляют в торговую сеть.

Если при хранении продовольственной капусты дифференциация точек роста нежелательна, то для маточников она необходима, но с таким расчетом, чтобы не начался их интенсивный рост. Установлено, что для повышения урожайности семян маточники до начала растрескивания кочанов лучше хранить при температуре 0...2°C, а после наступления пятого этапа органогенеза (начало растрескивания кочанов) – при температуре минус 1...0°C. Отрицательная температура приостанавливает израстание точки роста и замедляет развитие серой гнили.

## Картофель

Картофель – продовольственная, техническая и кормовая культура.

Клубень картофеля представляет собой видоизмененный стебель, который образуется за счет утолщения концов столонов и служит местом отложения запасных питательных веществ. Место прикрепления клубня к столону называется основанием, противоположная часть – вершиной клубня. Вершина – наименее вызревшая часть клубня, на которой сосредоточена значительная часть глазков. После уборки здесь самая непрочная, легко повреждаемая, неогрубевшая кожура. В первый послеуборочный период эта часть клубня менее устойчива, чем остальные части, к пониженным температурам, под действием которых на вершине образуются темные участки мякоти – некрозы.

Картофель отличается хорошей лежкостью, благодаря его способности впадать после уборки в состояние глубокого покоя, когда почки не прорастают даже при благоприятных условиях. Продолжительность этого периода определяется прежде всего сортовыми особенностями, условиями хранения и качеством клубней.

После окончания глубокого покоя клубни способны образовывать ростки, что приводит к массовым и качественным потерям. На сроки прорастания влияют сортовые особенности, степень зрелости, влажность, освещенность и основной фактор – температура при хранении. После окончания покоя глазки, содержащие 3...4 почки, прорастают, причем прорастает обычно только центральная.

Клубни раннего картофеля покрыты эпидермисом, который легко повреждается. По мере роста и вызревания эпидермис заменяется многослойной перидермой, состоящей из 9...13 слоев плотно сомкнутых клеток. Такое строение перидермы, наряду с локализацией веществ защитного характера, обеспечивает клубню устойчивость против микроорганизмов, повреждений, излишнего испарения влаги. Газообмен с внешней средой осуществляется за счет чечевичек.

Кроме кулинарных целей картофель широко используют в технических целях – для получения крахмала, спирта, картофелепродуктов.

Качество клубней картофеля оценивают по следующим показателям – внешний вид (целостность, чистота, отсутствие повреждений, увлажнение, прорастание, увядание, форма, окраска), запах, вкус, размер. Стандарты допускают отклонения от номинальных значений внешнего вида и размера. Продукцию с дефектами сверх норм относят к нестандартной. Не допускаются и считаются отходом клубни, у которых поверхность позеленела более чем на 1/4, увядшие, раздавленные, поврежденные грызунами, подмороженные, запаренные, с удущьем, загнившие, а также с органическими и минеральными примесями (солома, ботва, камни и т. п.).

Заготавливаемый и реализуемый продовольственный картофель делят на ранний и поздний, а реализуемый – в зависимости от качества на два сорта: отборный и обыкновенный. У позднего картофеля отдельно выделяют отборный высокоценных сортов.

Низкой лежкостью отличаются клубни, пораженные болезнями. Из микробиологических заболеваний картофеля поражается фитофторой, сухой, мокрой, кольцевой гнилями, которые переводят продукцию в отход, а также паршой (обыкновенной, бугорчатой), которая ограничено допускается стандартом. Кроме того, картофель поражается серебристой, порошистой и черной паршой, поэтому перед уборкой необходимо обследовать посевы и дать им фитосанитарную оценку. Выделяют участки, пораженные болезнями. Их убирают выборочно, и большие клубни используют на корм скоту.

Кроме этого, клубни картофеля подвержены таким физиологическим расстройствам, как израстание, ржавая (железистая) пятнистость, позеленение, удущье. У хранящихся клубней может наблюдаться потемнение мякоти.

Неблагоприятный фактор при хранении картофеля – поверхностная влага, поэтому картофель, убранный копательем, необходимо просушивать в борозде на протяжении 3...4 ч (1...2 ч при сухой солнечной погоде). Картофель, убранный комбайном, просушивают в хранилище, во временных буртах или на специальной площадке под навесом с помощью активной вентиляции сухим и теплым воздухом (100 м<sup>3</sup>/ч на 1 т продукции). Для более равномерного просушивания температуру приточного воздуха поддерживают на 2...5°С ниже, чем в верхней зоне насыпи (12...15°С). Продолжительность подсушивания – от нескольких дней до 1... 2 недель в зависимости от погодных условий. Его прекращают, как только земля высохнет в верхнем 30...40-сантиметровом слое.

Процесс хранения картофеля условно делят на четыре периода: лечебный, период охлаждения, основной, а также период подготовки клубней к реализации или посадке.

В лечебный период создают условия для созревания клубней и залечивания механических повреждений: оптимальную температуру и высокую относительную влажность воздуха, свободный доступ кислорода.

Для созревания клубней и зарубцовывания механических повреждений наиболее благоприятна температура 16...18 °С. Однако она может быть рекомендована только для здорового картофеля. Если в партии имеются клубни, пораженные грибными и бактериальными болезнями, то при такой температуре наблюдается быстрое их развитие и гибель картофеля. В этом случае температуру картофеля понижают до 11...14 °С. Продолжительность лечебного периода при температуре 15...18 °С составляет 10 дней, при 10...15 °С – 14...30 дней, при 5 °С – заживления повреждений тканей клубня не происходит. Относительная влажность воздуха в этот период – 90...95 %.

После окончания лечебного периода приступают к охлаждению массы картофеля до оптимальной температуры. Для этого его вентилируют в холодное время суток. Температура подаваемого воздуха должна быть не менее чем на 2 °С ниже температуры в массе картофеля (но не ниже 0,5 °С). При хранении клубней, сильно пораженных фитофторой, температуру понижают интенсивно – на 0,5 °С в сутки, в течение 26...40 суток.

При хранении в одном хранилище нескольких сортов картофеля их

группируют по требованиям к температуре. Если нет такой возможности, ориентируются на создание оптимальных условий для наиболее ценного сорта или сорта, преобладающего в хранилище. Можно выбрать среднюю температуру, которая удовлетворяла бы требованиям большинства сортов. Ранний картофель хранят при температуре 1...2°C; среднеспелые сорта – 2...3°C; поздние – 3...5 °C. Относительная влажность воздуха – 90...95 %.

При низких температурах хранения в клубнях накапливаются сахара. Если воздействие низких температур непродолжительное, то при повышении температуры большая часть сахаров снова превращается в крахмал. При длительном воздействии низких температур происходит физиологическое расстройство клубней и подавляется образование проростков, поэтому особенно опасно переохлаждение семенного картофеля ниже 1 °C.

В вызревшем картофеле при оптимальных условиях хранения содержится 15...18 % крахмала и 0,5...1,5 % сахаров. При холодном хранении количество сахаров может повышаться до 5 % и такой картофель легко чернеет при повреждении, поэтому перед использованием его нужно выдержать при 10 °C в течение 2 недель и более. Картофель, предназначенный для приготовления полуфабрикатов (пюре, гранул, хлопьев), хранят при 7...9 °C, для приготовления чипсов – при 4 °C, а за 1...2 недели до переработки прогревают при 10...15°C.

Семенной картофель перед посадкой отепляют на свету, чтобы образовались короткие зеленые ростки, не обламывающиеся при посадке. Этот прием обеспечивает раннее появление всходов и увеличивает урожайность картофеля. Отопление картофеля проводят в светлых помещениях при 15...18 °C в течение 2...3 недели.

Во всех зонах страны широко распространено хранение картофеля в буртах и траншеях. В средней зоне картофель хранят в буртах шириной 2...2,5 м, глубина котлована – 0,2...0,4 м, длина – 15...30 м. В южных зонах картофель хорошо хранится в траншеях шириной 1... 1,5 м, глубиной 0,4...0,6 м с переслойкой клубней землей. Укрытие буртов и траншей применяют в соответствии с особенностями климатической зоны. Используют активную и естественную вентиляцию. (При этом вытяжные трубы эффективнее, чем гребневые и горизонтальные).

В процессе хранения регулярно контролируют температуру. В начале сезона температуру измеряют ежедневно, а после установления постоянного режима – один раз в неделю.

В хранилищах с естественной вентиляцией картофель хранят в закромах шириной 1,5...2,5 м. Боковые стенки изготавливают из досок с просветами 2,0...2,5 см. Расстояние между стенками двух соседних закровов – 10...12 см. Задняя стенка должна отступать от стены хранилища на 20...25 см. Передняя стенка разборная. Пол закрома приподнят на 25...30 см над полом хранилища, решетчатый, с просветом между планками 2...3 см. Общая площадь вытяжных труб – 2500...5000 см<sup>2</sup> на каждые 100... 120 т картофеля. Картофель хорошего качества загружают на высоту не более 1,5 м, низкого качества – 0,8... 1 м.

Чтобы предупредить случаи отпотевания, насыпь картофеля укрывают сверху соломой, соломенными матами или мешками. Увлажненное укрытие периодически меняют.

В хранилищах с активной вентиляцией картофель размещают навалом (продовольственный) и в закромах (семенной) со сплошными стенками высотой 4...5 м. Увлажненные клубни обсушивают преимущественно днем, когда относительная влажность воздуха низкая. Обсушенный картофель вентилируют в режиме лечебного периода: при высоте насыпи 4...5 м подают 50...200 м<sup>3</sup>/ч воздуха на 1 т. Если в лечебный период в насыпи картофеля повышается температура, то переходят на режим вентиляции периода охлаждения. Его продолжительность 2040 суток; удельная подача воздуха - 50...75 м<sup>3</sup>/т в час. В основной период хранения поддерживают оптимальную температуру. Если она благоприятна, вентиляцию включают на 2...3 ч 1...2 раза в сутки для смены воздуха в межклубневых пространствах и устранения перепада температур по высоте насыпи картофеля. В начале весны в массе картофеля создают запас холода. Для этого с помощью вентиляции температуру в насыпи картофеля снижают до 1,5...2°С.

Хранение продовольственного картофеля в хранилищах с активным вентилированием навалым способом позволяет на 25...35% увеличить полезную вместимость хранилищ и обеспечить механизацию работ. При этом картофель загружают по всей площади пола сплошным слоем высотой 3...5 м. У стен хранилища устанавливают деревянные щиты, чтобы предупредить переохладение клубней в зимнее время. Пространство между верхом насыпи и перекрытием должно быть 0,7... 1 м. Для измерения температуры и осмотра продукции сверху укладывают трапы из досок.

Картофель можно хранить и в таре (обычно в контейнерах), что позволяет защитить клубни от механических повреждений и механизировать все погрузочно-разгрузочные работы. Контейнеры загружают в поле во время уборки, перевозят в хранилище и клубни перебирают.

Если контейнеры загружают на буртовых полях, то предварительно картофель 2...3 недели выдерживают. При загрузке контейнеры недогружают на 5...6 см. В хранилище их устанавливают в штабеля по сортам на площади 6...8 х 6...8 м. Расстояние между краями верхнего контейнера и перекрытием должно быть не менее 0,8... 1 м. Между штабелями и стенами оставляют проход шириной 0,5...0,7 м. Вентиляционная система картофелехранилищ должна обеспечивать не менее чем 20-кратный обмен воздуха в час и постоянное его перемешивание.

Основной причиной порчи картофеля при хранении являются болезни (фузариоз, фитофтороз, парша и др.), большинство из которых заносится в хранилище с урожаем, поэтому прежде всего необходима правильная технология выращивания здорового картофеля. Одной из важнейших проблем является и снижение механических повреждений.

Очень важны фитосанитарные мероприятия в поле и в хранилище. Подмороженные клубни, а также пораженные удушением, бактериальными и грибными гнилями предварительно выдерживают 10... 15 дней во временных

буртах, перебирают, а затем отдельно закладывают на хранение при пониженной высоте насыпи.

Хорошие результаты дает хранение картофеля в регулируемой газовой среде. Оптимальный состав газовой среды: CO<sub>2</sub> – 1 %; O<sub>2</sub> – 4...6 %; N<sub>2</sub> – 93...95 %. Температура хранения – 3...4оС, относительная влажность воздуха – 85...90 %.

Для предотвращения преждевременного прорастания картофеля широко используют различные регуляторы роста (ГМК, препараты М-1 и ТБ, нониловый спирт и др.), а также облучение клубней γ-лучами.

Лук репчатый. Условия хранения. Режим хранения лука зависит от его назначения. Лук-севок, из которого образуется товарные луковицы, необходимо хранить таким образом, чтобы не образовывались стрелки. Условия хранения должны включать процессы дифференцировки почек, подготовку их к генеративного развития. Этому способствует температура ниже 0°С или выше 20°С. В связи с этим различают холодный и теплый способы хранения лука-севка. Прохождение процессов дифференцировки почек зависит от размера луковицы, т.е. запаса пластических веществ.

При хранении лука продовольственного (репчатый) главная цель -не допустить высоких потерь и снижения качества продукции. Условия хранения должны максимально продлить состояние покоя. Оптимальная температура для этого -1 ... -3 ° С. Интенсивность дыхания и испарения, следовательно и потери при таких условиях маленькие. В домашних условиях хорошо вызревший продовольственный лук хранят теплым способом при температуре 18 °С, развесив сплетенные в косы луковицы в теплом помещении.

Лук-выборок, предназначенный для выгонки зеленых листьев, следует хранить при такой температуре, чтобы он не стрелковался, как лук-севок. Луковицы, которые находятся в состоянии покоя, надежно защищены от окружающей среды несколькими слоями сухих покровных чешуй, поэтому в отличие от других овощей пониженная относительная влажность воздуха для них не опасна. Лук желательно хранить при влажности воздуха не выше 75%. Это связано с тем, что при повышенной влажности воздуха при хранении лук быстро выходит из состояния покоя и начинает прорастать. Кроме того, увлажняются гигроскопичные ткани шейки, продукция запотевают, вследствие чего быстро развивается шейечная гниль.

Особенно опасно хранить при высокой влажности воздуха не полностью созревший лук. Влажность среды - не только условие хранения, но и средство, с помощью которого можно ускорить созревание луковиц и вызвать у них состояние покоя. Поэтому перед закладкой на хранение продукцию просушивают. При этом отток веществ в сочные чешуи и доньшко проходит быстрее, увеличивается концентрация клеточного сока, соотношение сахаров становится в пользу сахарозы, а азотистых веществ - в пользу белков.

При теплом способе достаточно легко поддерживать относительную влажность воздуха на уровне 70-75%. Но в плодохранилищах-холодильниках

она достигает 85-90%, что также является благоприятным условием для хранения, но при этом нельзя допускать запотевания продукции. Для продления сроков хранения и сокращения потерь лука и чеснока применяют упаковку в негерметичные полиэтиленовые мешки. Продолжительность хранения зависит от снижения в атмосфере концентрации кислорода и увеличения диоксида углерода, которое обусловлено дыханием лука или чеснока.

Очень важно, чтобы продукция, которая идет на хранение, ко времени сбора созрела. Ускорить созревание луковиц и предотвратить их прорастание при хранении можно путем обработки участков продовольственного назначения 0,2%-ным водным раствором натриевой или диэтаноламиновой соли гидразида малеиновой кислоты (ГМК) за полторы-две недели до уборки. Раствор вносят из расчета 1000 л / га. Во время выращивания семенных препарат не используют, чтобы не вызвать падение урожая семян следующего года.

После уборки, если нужно, лук просушивают и прогревают. Первые просушки проводят на поле во время уборки. Досушивания можно делать следующим образом: расстилают под навесами узкими (до 0,4 м) рядами и периодически переворачивают; в отопляемых сушилках просушивают при температуре 30-35°C в течении 10-14 дней, с перерывом один-два дня в первые шесть дней в хранилищах с активным вентиляцией загружается лук слоем до 2 м в закрома, разделены пополам с проходом между ними. Воздух подается вентиляторами в каждый засек отдельно. В системе предусмотрены калориферы, чтобы при необходимости воздух можно было подогревать.

Температура воздуха не должна превышать 40-45 °С, относительная влажность 20-40%, скорость воздуха в слое продукции не менее 0,8-1 м / с. Время прогрева зависит от размера, влажности и степени зрелости луковиц, повреждения их болезнями. Обычно этот процесс идет 8-12 часов. После прогрева лук просушивают три-шесть дней при температуре 30-35 °С. Для продукции, поврежденной болезнями и вредителями, весь цикл обработки повторяют. В штабель с хорошо просушенным луком легко входит рука, с недосушенными – продукция превращается в плотную массу, которую следует разрывать, и луковицы в ней влажные.

#### Размещение лука на хранение

Размещение насыпью в буртах. В хозяйствах южных областей хорошо просушенный репчатый лук хранят насыпью в буртах, переслаивая половой или озимой соломой с последующим укрытием: соломой около 20 см, землей – 15-20 см. Углубление бурта составляет 20 см, ширина 1,5 м, высота загрузки лука – до 60 см, длина – не более 15 м.

Для хранения лука разработаны типовые проекты – ТП 813-183 на 250 т, ТП 813-165 на 1000 т с закромами бункерного типа. Охлаждение осуществляется за счет активного вентилирования.

При отсутствии специальных хранилищ лук-севок можно хранить на чердаках жилых домов. Его расстилают слоем 40-45 см, шириной до 2 м,

укрывают соломой или мякиной или другими материалами.

Хранение лука насыпью в закромах в хранилищах с активным вентилированием. Продовольственный репчатый лук хранят в закромах шириной 2 м, длиной 2-3 и высотой 1,5 м. После закладки в закрома лук просушивают при температуре 25-30°C, подавая теплый воздух от электрокалориферов в вентиляционную систему (три-четыре суток). Затем вентилируют наружным воздухом, подавая 100 – 130 м<sup>3</sup> на 1 т / ч. При наступлении устойчивого похолодания лук хранят при температуре 0-2 °С, относительной влажности воздуха 75-80% методом рециркуляционного вентилирования по мере надобности.

Хранение лука насыпью в хранилище. Способ хранения внедрен в хозяйствах, специализирующихся на выращивании маточного лука. Лук размещают посередине хранилища, а также вдоль стен, устраивая магистральные каналы в виде прямоугольника (50 x 50 см) или треугольника. Через каждые 2 м прокладывают боковые распределительные каналы в виде треугольника. Потом все хранилище загружают луком слоем 1,5-2,0 м в высоту и систематически вентилируют, снижая температуру массы лука до оптимальной. Для просушки лука используют теплогенераторы 600 или электрокалориферы. Хранят лук при температуре 0 ... -3 °С.

Лучше сохраняется лук в таре, особенно небольшой емкости. Лук-севок хорошо хранится в ящиках-лотках № 5, которые устанавливают штабелем высотой 2 м. В такой таре семенной материал размещают тонким слоем, он хорошо проветривается, легко контролируется его состояние. Семенные луковицы лучше размещать в ящиках с отверстиями вместимостью 20-25 кг (ящик № 3). Хорошо высушена и вызрела лук продовольственного назначения достаточно надежно хранится в контейнерах на 200-300 кг. Хранение в контейнерах позволяет механизировать штабелирование и выгрузки лука и увеличить полезную площадь хранилища на 50-60 % по сравнению с стеллажным. Штабелируют контейнеры по два в ширину и по три - четыре в высоту. Между штабелями оставляют проходы 0,7 м.

За 15-20 дней лук-репку и лук-матку выбирают из хранилища, сортируют на три фракции, применяя сортировочную машину СЛС-7. Затем ее прогревают в течение 10-12 дней при температуре 18...20°C, что способствует росту и развитию генеративных зачатков и обеспечивает повышение урожайности семян – на 0,5-1,5 ц / га.

#### Технология хранения корнеплодов

Для всех корнеплодов оптимальной температурой хранения является 0...+1°C. Понижения или повышения температуры более чем на 0,5°C могут быть губительными для корнеплодов. Им необходим достаточно высокой показатель влажности воздуха – на уровне 95%. Особенно важно соблюдать достаточную влажность воздуха при хранении корнеплодов с нежными покровными тканями – моркови, петрушки, сельдерея и т. д. Если концентрация углекислого газа в хранилище повышается до 3-5%, это предупреждает увядание корнеплодов. Так можно сохранить морковь в

незакрытых полиэтиленовых пакетах.

Закладка, хранение, сортировка, температурный режим, типы и способы укрытий для свеклы, брюквы, редьки и турнепса такие же, как и для картофеля. Данные корнеплоды лучше всего хранить в буртах и траншеях.

Условия хранения корнеплодов

Сельдерей, репу, петрушку и морковь хранят несколько иначе. Эти корнеплоды лучше всего лежат в траншеях, которые желателно выкапывать на участках с песчаной подпочвой. Песок из котлована подсушивают до достижения естественной влажности. Проверяется это так: горсть песка или песчаного грунта сжимают в кулаке. При сжатии из него не должна выделяться вода, а если кулак разжать, то комок песка должен сохранить форму, а не рассыпаться на ладони. Такой песок используют для переслойки корнеплодов с нежными покровными тканями.

Глубина траншеи должна быть 50-80 см, а ширина – 60 – максимум 100 см. На самое дно этой траншеи насыпают песок примерно в 3-5 см. Сверху укладывают корнеплоды, следя за тем, чтобы слой был равномерным с относительно ровной поверхностью. Не нужно укладывать корнеплоды слишком плотно или правильными рядами, это может ухудшить вентиляцию. Поверх корнеплодов засыпают песок слоем 2-3 см. Поверх песка опять укладывают корнеплоды, разравнивают, снова засыпают песком. Чередую корнеплоды и песок, заполняют траншею на всю глубину. Расстояние от последнего слоя до верхнего края траншеи должно быть 5-10 см. Затем засыпают подготовленную траншею землей. Слой земли толщиной 20 см формируют так, чтобы ее уровень был в центре траншеи самым высоким, а к краям плавно понижался. Таким образом, получается невысокий земляной вал, гребень которого ориентирован по продольной оси траншеи.

Предназначенные для хранения корнеплоды очищают от земли, сортируют, отбирая крепкие, неповрежденные, желателно одного размера, затем закладывают в траншею и проводят постепенное снижение температуры до +2...+3°C. После охлаждения траншею укрывают соломой и землей. При наступлении заморозков укрытие усиливают.

Морковь, петрушку, пастернак и сельдерей можно хранить в подвалах и погребах. В этом случае корнеплоды укладывают невысокими пирамидами. На слой корнеплодов насыпают слой песка и, чередуя таким образом, выкладывают 5-6, но не более 7 слоев. Пирамида должна иметь основание 100×100 см, в верхней части ее размеры должны быть 80×80 см.

Биологические особенности корнеплодов обуславливают необходимость поддержания в течение всего периода хранения температуры 0-1°C и относительной влажности воздуха 96-98%.

Быстрое создание и поддержание в течение всего периода хранения указанного режима способствуют сокращению потерь, предотвращению раннего прорастания корнеплодов, не имеющих глубокого покоя, снижению интенсивности испарения воды. Способности корнеплодов заживлять механические повреждения при пониженных температурах также позволяет охлаждать их в послеуборочный период.

Из всех показателей режима решающее значение имеют температура, относительная влажность воздуха, газовый состав и воздухообмен. Исследованиями Ю. Г. Скориковой установлено, что доля влияния температуры на порчу и содержание сухих веществ в моркови при длительном хранении выше 90%. Лишь по естественной убыли доли влияния температуры и относительной влажности воздуха равноценны.

При хранении корнеплодов температура не должна снижаться ниже точки замерзания, так как подмораживание вызывает растрескивание их с появлением мелких трещин у наледей клеточного сока. При размораживании мелкие трещины не заживляются и служат местом проникновения гнилостных микроорганизмов.

При низкой относительной влажности воздуха корнеплоды легко увядают, особенно корнеплоды типа моркови, и также поражаются микроорганизмами.

Для лучшей сохраняемости корнеплодов создают газовую среду с повышенным содержанием углекислого газа (3-5%) и пониженным кислорода (15-16%). В регулируемых газовых средах с содержанием (в %) углекислого газа – 1-2, кислорода – 2-3 и азота – 95-97 – морковь может сохраниться в течение 6 мес. с незначительными потерями. В модифицированной газовой среде, создаваемой в полиэтиленовых мешках и вкладышах (углекислого газа 5-6%, кислорода 15-16%), морковь сохраняется на 1-2 мес. дольше. Как показали наши исследования, выход товарной продукции составляет 91,4%, естественная убыль – 4,5, потери от загнивания – 8,6 против 79,6/в контроле – 4,5 и 20,4% соответственно.

Предельно допустимая концентрация углекислого газа 8%, после чего наблюдаются явления анаэробного гниения клубней.

В отношении влияния воздухообмена на сохраняемость моркови и других корнеплодов в литературе единого мнения нет. Одни исследователи рекомендуют, для хранения моркови активную вентиляцию, другие считают, что интенсивный воздухообмен ухудшает сохраняемость легкоувядающих корнеплодов за счет их увядания и инфицирования спорами белой гнили при наличии очагов загнивания.

При рассмотрении возможности использования интенсивного воздухообмена при хранении корнеплодов необходимо, вероятно, исходить не только из кратности воздухообмена, но и температурно-влажностного режима подаваемого воздуха.

Исследованиями, проведенными в Канаде, установлено положительное влияние интенсивной вентиляции воздухом при температуре 0-1°C и относительной влажности воздуха 98-100%. Поверхностная конденсация воды не ускоряла порчи моркови, более того, отмечено снижение загнивания и улучшение качества.

Отсутствие увлажнения подаваемого воздуха при активной вентиляции приводит к увяданию моркови, поэтому метод не нашел широкого промышленного применения. Технология хранения корнеплодов

После уборки и послеуборочной, товарной обработки корнеплоды закладывают на длительное хранение.

При послеуборочной товарной обработке обрезается ботва (длина черешков не должна превышать 2 см). Оставление ботвы у моркови, свеклы и других корнеплодов, за исключением пряных корнеплодов, вызывает усиленное испарение воды через листья и увядание, в результате чего сокращаются сроки хранения, возрастают потери.

После удаления земли и других посторонних примесей морковь сортируют и упаковывают в Жесткую (ящики, контейнеры) или мягкую (мешки, сетки) тару. Жесткая тара лучше предохраняет корнеплоды от механических повреждений. Навалом можно перевозить лишь свеклу и брюкву.

На плодоовощных базах морковь хранят в неохлаждаемых и охлаждаемых хранилищах, применяя различные способы размещения: контейнерный, ящичный, в полиэтиленовых мешках и вкладышах, которые устанавливают в контейнеры, а мешки – на металлические сборные стеллажи. Кроме того, возможно хранение моркови с периодическим гидроорошением.

При наличии на плодоовощной базе корнеплодохранилищ разного типа морковь ранних сроков уборки размещают в охлаждаемые хранилища для реализации текущей через 1-2 мес., так как это наименее лежкоспособная продукция. В охлаждаемые хранилища загружают также морковь более поздних сроков уборки для длительного хранения, причем для реализации моркови после 4 мес. хранения ее лучше размещать в полиэтиленовые мешки и вкладыши. Использование полиэтиленовых мешков и вкладышей для хранения до 4 мес. экономически нецелесообразно, так как затраты на приобретение полиэтиленовой упаковки не окупаются сокращением потерь.

В неохлаждаемые хранилища морковь лучше загружать в последней декаде сентября – начале октября для средней полосы РСФСР, в ноябре – для южных районов. В таких хранилищах морковь целесообразно; сохранять до февраля, а с использованием полиэтиленовых мешков и вкладышей – до конца марта.

Загрузку контейнеров, полиэтиленовых мешков и вкладышей корнеплодами лучше производить в поле после отделения ботвы и посторонних примесей. Возможна даже загрузка несортированной продукции, так как, обработка моркови механическим способом, например, на сортировальном пункте ПСК-6, на 15-20% увеличивает число механически поврежденных корнеплодов, а при прохождении через рабочие узлы пункта они заражаются возбудителями болезней. При хранении несортированной моркови механизированной уборки в ворохе потери от болезней уменьшаются, по данным В. С. Дьяченко, в 1,5 раза по сравнению с сортированной.

Наши исследования показывают, что при размещении дефектных корнеплодов (механически поврежденных, мелких, уродливых) в полиэтиленовые мешки и вкладыши различия в потерях дефектной и бездефектной продукции сглаживаются, причем наибольший эффект достигается при быстром размещении продукции в полиэтиленовые мешки и

вкладыши. Задержка размещения; моркови в полиэтиленовые мешки и вкладыши на 10 дней приводит к значительному возрастанию потерь, хотя они, меньше, чем в контроле.

Хранение в полиэтиленовых упаковках возможно для всех корнеплодов, но особенно эффективно для моркови, редиса и пряных овощей. Это объясняется тем, что образующаяся модифицированная газовая среда создает благоприятные условия для сохраняемости за счет не только изменения соотношения углекислого газа и кислорода, но и повышения относительной влажности воздуха.

С. А. Кравцов установил, что оптимальным газовым режимом для хранения редиса ранних и средних сортов является содержание углекислоты 1,0-1,9%, кислорода 17,5-18,5%, создаваемое в упаковках из полиэтиленовой и полипропиленовой пленок толщиной 40 мкм.

При хранении в полиэтиленовых пакетах, мешках, вкладышах сроки хранения корнеплодов с небольшими потерями удлиняются (в мес.): моркови – до 7-8, свеклы и редьки – до 9, редиса – до 1-1,5, пряных корнеплодов – до 1.

#### Хранение плодов

Плоды могут храниться в неохлаждаемых и с искусственным охлаждением плодохранилищах (холодильниках).

За счет естественного холода осенью, зимой и в начале весны поддерживается температура и относительная влажность воздуха близкая к оптимальной. В этот период в неохлажденных плодохранилищах хранят яблоки, груши, лимоны, айву, мандарины, апельсины, самые лежкие сорта винограда. Весной в хранилищах температура повышается, и плоды следует или быстро реализовать или перемещать в хранилища с искусственным охлаждением. В холодильниках в любое время года, независимо от температуры наружного воздуха, создается необходимый режим.

Плоды размещают в камерах, стены, полы и потолки которых хорошо изолированы. Кроме камер, где находятся плоды, имеются помещения для подработки, сортировки, охлаждения, дефростации (для прогревания плодов перед реализацией).

Штабеля располагают перпендикулярно к головному проходу от стен и потолка, не имеющих приборов охлаждения, расстояние должно быть соответственно 30 и 20 см, от потолочных и пристенных приборов охлаждения – 40 см. Штабеля ставят попарно с промежутком в 10 см для циркуляции воздуха. Между каждой парой таких двойных штабелей оставляют проход в 50-60 см, идущий от центрального прохода к стене.

Ящики в штабеле могут укладывать различными способами: колодцем, тройником, вертикальной и шахматной схемой, двойной клеткой. При использовании штабелеукладчиков и автопогрузчиков ящики обычно укладывают вертикальной схемой на поддонах. Высота штабеля должна быть 4-6 м, а при ручной укладке – 2-2,5 м. На каждом штабеле на видном месте прикрепляют паспорт, на котором указываются помологический, товарный сорт, масса, поставщик, дата загрузки, предполагаемый срок хранения.

Хранение семечковых. Оптимальные условия для хранения летних, осенних яблок и груш – от 0 до -0,5 °С, зимних яблок от 0 до -1 °С и относительная влажность воздуха – 90-95%. Среди сортов яблок имеются такие, которые даже при температуре близких к 0 °С поражаются низкотемпературными болезнями (Антоновка, Победитель, Пармен золотой зимний, Апорт). Холодостойкие сорта лучше хранятся в камерах с температурой до -2 °С (Розмарин белый, Кандиль синан, Пепин шафранный, Бойкен и др.). Даже при невысоких положительных температурах плоды этих сортов вянут, перезревают, повреждаются загаром, а Пепин шафранный - побурением сердечка.

Положительные результаты дает хранение семечковых плодов в регулируемой атмосфере. При концентрации CO<sub>2</sub> 2-3%, O<sub>2</sub> - 5-6% и азота - 92-97% отдельные сорта яблок хранятся 7-8 месяцев. Яблоки перед хранением можно подвергать воскованию. Смесь включает сублимированный парафин, эмульсионную смесь воска и сорбиновой кислоты. Хранение яблок возможно и при пониженном давлении. При этом в мякоти плодов быстро снижается содержание этилена – фактора перезревания. Однако должен применяться дифференцированный подход к режимам вакуумной обработки: при одних режимах задерживается дозревание, при других – ускоряется. Последнее касается Поступления недозревших плодов, когда нужно ускорить дозревание.

Груши. На длительное хранение (4-6 месяцев) закладывают груши осенних и зимних сортов, которые убирают в сентябре-октябре, на более короткий (1,5-2 месяца) – осенние и раннезимние, летние сорта для хранения непригодны. Груши поздних сортов, предназначенные для реализации, через два месяца после уборки можно хранить в хранилищах без искусственного охлаждения. На более длительные сроки их размещают в холодильники. Груши рекомендуют хранить при температуре -1...0°С и относительной влажности воздуха – 85-90%. Одни и те же сорта при разных температурах хранятся неодинаковое время. По мере снижения температуры увеличивается товарное качество плодов. Груши зимних сортов дозревают медленно, поэтому перед реализацией их рекомендуют выдержать несколько дней при температуре +15...+20 °С до полного дозревания.

Положительные результаты при хранении груш наблюдаются при обработке их антисептиками. С этой целью можно использовать 0,2 %-й концентрат бенамил, препарат Пралонг – смесь сложных эфиров жирных кислот и полисахаридов.

Препараты используют для плодов с плотной кожицей и предназначенных для длительной транспортировки. Так, плоды из стран Африки, Южной Америки, обработанные Пралонгом, сохраняют товарный вид на 2-3 недели больше, чем необработанные, а отходы при транспортировке снижаются на 30 %. Как и яблоки, груши можно хранить при пониженном давлении, применять высокотемпературные обработки.

Хранение косточковых, ягод. Косточковые плоды имеют тонкую кожицу и не выдерживают длительного хранения.

Сливы сортов Венгерки, Ренклоды, упакованные в ящики-лотки, высланные внутри бумагой в холодильниках хранят 1,5-2 месяца при температуре около 0°C и относительной влажности воздуха – 95%, в полиэтиленовых пакетах массой 0,5-1 кг при температуре -1 °С - 2-3 месяца. В регулируемой атмосфере срок хранения увеличивается до 3-4 месяцев.

Абрикосы хранятся в мелких ящиках и ящиках-лотках при температуре около 0°C и относительной влажности воздуха – 85-90 % от 10 суток до одного месяца.

Персики, снятые недозрелыми, упакованные в ящики, когда каждый плод завернут в бумагу или уложен в специальные прокладки из плотной бумаги или ячеистого картона хранятся 1-1,5 месяца при температуре +1... -1 °С и относительной влажности воздуха – 85-95%. Хранение в регулируемой атмосфере увеличивает срок хранения в 1,5-2 раза.

Вишни. Лучше хранятся сорта с плотной темной мякотью. В ящиках-лотках при температуре 0... -1 °С и относительной влажности воздуха - 90-95% срок хранения – 10-15 суток, в пакетах по 1 кг - до одного месяца.

Черешни. Хранят в холодильниках при температуре -0,5... +0,5 °С и относительной влажности воздуха – 85-90% один месяц, в регулируемой атмосфере - до трех месяцев.

Хранение ягод. Виноград является сложным объектом хранения, потому что ягоды на гроздьях неоднородные, отличаются массой, химическим составом, лежкостью. Ягоды у основания грозди имеют больше полезных веществ, в том числе Сахаров, и более лежкоспособны. Потери влаги и болезни при хранении возрастают по мере удаления ягод к вершине гребня. Лежкость сортов винограда характеризуется их способностью удерживать влагу. К таким поздним сортам можно отнести Нимранг, Тайфи розовый, Тайфи белый, Изабеллу, Арарат и др. Виноград на плантациях упаковывают в открытые ящики-лотки вместимостью 8 кг. Грозди укладывают осторожно в один ряд плотно одна к другой, плодоножкой вверх, чтобы не повредить ягоды. Хранят в холодильниках при температуре - +1... 0 °С и относительной влажности воздуха - 90-95%. Хорошие результаты дает использование метабисульфита калия. При упаковке ящики-лотки выстилают бумагой так, чтобы концами можно было закрыть виноград с боков и сверху. Метабисульфит калия в таблетках в количестве 20 г равномерно раскладывают на дно ящика под бумагу. При хранении на воздухе метабисульфит калия выделяет SO<sub>2</sub> с поглощением кислорода и образуются сернокислые соли. Эти соединения обладают антисептическими и антиокислительными свойствами. Концентрация SO<sub>2</sub> в ящиках достигает 0,002% и остается стабильной в течение 4-6 месяцев при температуре хранения 0... + 2 °С.

При хранении винограда могут применяться и фунгициды, которыми обрабатывают бумажную упаковку. Это позволяет снизить отход ягод при хранении в 5 раз по сравнению со стандартными условиями. Положительные результаты дает и хранение в регулируемой атмосфере.

Культурные ягоды плохо хранятся. Одной из причин является выделение при дыхании большого количества тепла. Ягоды черной

смородины можно хранить до 5 недель, красной смородины - до 7 недель, крыжовника – до 4-6 недель в холодильниках при температуре 0 °С и относительной влажности воздуха-85-90%.

Малину, чернику, ежевику сразу после сбора охлаждают до точки замерзания, после чего они могут храниться 7-10 дней. Не рекомендуется упаковка в полиэтиленовые пакеты, так как теряются вкус и аромат.

В регулируемой атмосфере красная смородина может храниться до двух месяцев, черника без снижения качества может храниться 10-15 дней при концентрации CO<sub>2</sub> – 6% и O<sub>2</sub>-3%. При более высоких концентрациях CO<sub>2</sub> в ягодах начинается процесс брожения.

В некоторых странах для плодов и ягод с коротким сроком хранения применяют радиационное облучение. Облучение продлевает срок хранения на 2-3 дня.

Хранение большинства ягод в камерах без искусственного охлаждения, особенно в местах заготовок, непродолжительное -до 12 ч.

Ягоды брусники хранят в чистых бочках при температуре +3... +5 °С два месяца. Можно заливать в бочках холодной водой до 7 % от массы ягод. Срок хранения – 10 месяцев. В местах заготовок в неохлажденных помещениях бруснику хранят до 10 суток.

Наиболее устойчивы при хранении ягоды клюквы. В кошелках, ящиках слоем 25-30 см в неохлажденных складах клюква при температуре от +2 до +15 °С может храниться без потерь до 10 месяцев.

Аналогично бруснику, клюкву до одного года можно хранить в бочках, залитых чистой питьевой водой.

Хранение субтропических, тропических и орехоплодных. Цитрусовые. Плоды после уборки сортируют, калибруют на группы и упаковывают в плотные ящики или картонные коробки по 20-25 кг. Лучшие результаты дает обертывание каждого плода в тонкую бумагу и бумагу, пропитанную дифенилом. Режим хранения зависит от степени зрелости. Так, апельсины, лимоны с прозеленью хранят при температуре +5...+8 °С, мандарины – +2... +3 °С и относительной влажности воздуха - 82-85%, зрелые плоды хранят при температуре +1...+3 °С и относительной влажности воздуха 85-90%. При их хранении выделяется этилен или его вводят в камеру хранения.

Продолжительность хранения обеспечивается тем, что кожица цитрусовых довольно плотная и толстая, и это предотвращает испарение влаги и предохраняет плоды от механических повреждений. Антимикробным действием обладают и эфирные масла, полифенолы, которыми богата кожица. В связи с этим лимоны могут храниться 5-6 месяцев, в регулируемой атмосфере – 6-7, апельсины – 4-5, мандарины и грейпфруты – 3-4 месяца. При температурах ниже +1... +2 °С у цитрусовых нарушается газообмен и возникают разного рода физиологические заболевания – пятнистость, точечность.

Продлевает срок хранения и снижает потери использование регулируемой атмосферы. Особенностью газовых сред для цитрусовых является низкое содержание или отсутствие CO<sub>2</sub>, содержание O<sub>2</sub> - 10-15%.

Во многих странах при хранении цитрусовых используют синтетические антисептики. Картонные коробки для хранения насыщают смесью расплавленного парафина и дифенила. Для обработки поверхности цитрусовых используют азотосодержащие фунгициды – циабендазол в дозе 6 мг/кг.

Положительные результаты при хранении мандаринов установлены при использовании контактных фунгицидов «Теко» в Швейцарии, «Батран» – США.

Инжир хранят при температуре +18... +20 °С не более одних суток, при температуре 0 °С - до 10 суток.

Гранаты, упакованные в ящики до 30 кг с прокладкой между слоями древесной стружки, хранят при температуре + 1... +2 °С и относительной влажности воздуха 85-90% от 2 до 6 месяцев.

Хурму при хранении лучше завертывать в тонкую бумагу и укладывать в ящики, выстланные бумагой, нижний слой укладывают чашечкой на дно, верхний – чашечкой под крышку. Хранят хурму при температуре от 0 до +1 °С и относительной влажности воздуха - 85-90% два-три месяца. При более высоких температурах ускоряется дозревание и сроки хранения сокращаются. Ускоряет дозревание этилен, продолжительность дозревания с этиленом – 3-4 суток, без него – 25 суток.

Фейхоа хранят при температуре около 3 °С до одного месяца.

Бананы. Продолжительность хранения бананов после их срезки с дерева – 35-40 суток, в том числе 10-17 суток затрачивается на транспортировку. За это время, повышая или снижая температуру и относительную влажность воздуха, можно регулировать скорость дозревания и срок хранения плодов.

При хранении зеленых бананов коробки с ними устанавливают в камерах штабелями высотой 6-8 шт., температура должна быть стабильной— +12...+14°С, относительная влажность воздуха – 85-90%. Камеры необходимо вентилировать 30-40 мин. При этом режиме зеленые бананы могут сохраняться 5-7 суток.

Дозревание ускоряется при повышении температуры и относительной влажности воздуха. Во время дозревания при температуре 16-17 °С уже на пятые сутки бананы приобретают золотисто-желтую окраску. С этого момента можно замедлить или ускорить дозревание, регулируя температуру. При ускоренном дозревании температуру в камерах повышают до 20 °С с таким расчетом, чтобы повышение температуры бананов было не более 2 °С в ч, относительную влажность воздуха доводят до 90-95%. Такая температура поддерживается 24 ч, затем ее снижают до +18... +19 °С. Камеры слабо вентилируют. Повышение и понижение температуры следует проводить осторожно, так как бананы сами выделяют достаточное количество тепла, и может произойти размягчение мякоти. Ускоряет дозревание этилен.

Ананасы тоже способны дозревать, поэтому в камерах следует размещать плоды одинаковой степени зрелости.

Спелые ананасы с нормальной окраской кожицы, без признаков перезревания, без механических повреждений и заболеваний на складах хранят при температуре +7,5... +8 °С и относительной влажности воздуха – 85-90% до 10-12 дней. Хранение ниже 7°С приводит к переохлаждению и снижению качества. Листья розетки становятся мягкими, окраска плодов – темной, консистенция мякоти – водянистой, темной.

Зеленые и слегка застуженные ананасы под влиянием этилена при температуре +15... +16 °С и относительной влажности воздуха - 80-85% дозревают за 2-3 суток.

Орехи относятся к продуктам длительного хранения, благодаря низкому содержанию влаги, лежкость их повышается за счет досушивания после уборки. Хранят орехи в чистых сухих помещениях при температуре +15... +20 °С, без резких колебаний и относительной влажности воздуха – 70%.

Грецкие орехи и фундук хранятся один год, кедровые – 6 месяцев, миндаль – 5 лет при температуре 0 °С и два года при температуре +10... +20 °С.

Ядра грецкого и кедрового орехов хранятся не более 6 месяцев, каштанов – 1,5-2 месяца. Срок хранения орехов ограничивается окислением жира и плесневением.

Контрольные вопросы.

1. Виды хранилищ.
2. Временные хранилища.
3. Постоянные хранилища.
4. Биохимические процессы, происходящие в период дозревания и созревания в плодах и овощах.
5. Классификация методов хранения плодов и овощей.
6. Тарное хранение.
7. Бестарное хранение.
8. Режимы хранения.
9. Способы полевого хранения.
10. Хранение в буртах.
11. Хранение в траншеях.
12. Снегование.
13. Ледяные и льдосоляные холодильники.
14. Стационарные и капитальные хранилища.
15. Естественная вентиляция.
16. Активная вентиляция.
17. Хранилища с регулируемым газовым составом.
18. Хранение в герметичных камерах.
19. Технология хранения корнеплодов.
20. Хранение плодов.

## РАЗДЕЛ 5. Хранение технических культур

### 5.1. Хранение сахарной свеклы.

Сахарная свекла является одной из основных технических культур. Она дает сырье для сахарной промышленности. Отходы свеклосахарного производства используются на корм скоту (меласса и жом) и в качестве удобрения (фильтр-прессная грязь). Сахарную свеклу возделывают и на кормовые цели: 1 кг корнеплодов сахарной свеклы соответствует 26 кормовым единицам.

При хранении химическая связь корнеплодов с окружающей средой ограничена только поглощением кислорода и выделением диоксида углерода и воды. Для поддержания жизнедеятельности они должны расходовать собственные запасы метаболитов, в частности сахарозу. Поэтому при хранении преобладают процессы гидролитического распада и происходят естественные изменения в химическом составе корнеплодов. Под действием ферментов сложные углеводы превращаются в простые, часть которых расходуется на дыхание, а остальные накапливаются в сырье.

Если дыхание является обязательным источником потребления сахарозы, то прорастание корнеплодов в процессе хранения становится заметным только при повышенных температуре и влажности окружающей среды.

Дыхание. Биологическое значение дыхания состоит в том, что энергия, накопленная в растениях в процессе синтеза, высвобождается и используется в процессах, из которых складывается жизнь растения. Основным материалом для дыхания растительных организмов служат углеводы, но в этом процессе могут участвовать также кислоты, жиры, азотсодержащие вещества.

Различают два вида дыхания: аэробное, когда реакция протекает при избытке кислорода, а в качестве конечного акцептора водорода используется молекулярный кислород, и анаэробное, вызываемое недостатком кислорода, старением или повреждением растительных тканей, отравлением дыхательных ферментов.

При аэробном дыхании баланс химических превращений углеводов можно представить равенствами



$$H = + 2872 \text{ кДж/г моль}.$$

На интенсивность дыхания корнеплодов свеклы влияют температура, относительная влажность и газовый состав окружающей среды, размеры корнеплодов и удельная площадь их поверхности, степень спелости, физическое состояние корнеплодов, наличие повреждений, загрязненность, химический состав корнеплодов, высота среза головки и другие факторы. Дыхание корнеплодов с низким срезом головки на 35...40 % интенсивнее, чем корнеплодов с нормальным срезом.

У крупных корнеплодов свеклы с меньшей удельной площадью поверхности и у корнеплодов с нормальным срезом головки интенсивность дыхания меньше, чем у мелких и у корнеплодов с высоким срезом головки.

Отдельные части корнеплода свеклы (массой по 1 кг) при дыхании в течение 1 ч выделяют разное количество диоксида углерода (см<sup>3</sup>): головка — 45, шейка — 38, собственно корень — 22, хвостик–корня — 25. При температуре хранения 1...2 °С и относительной влажности воздуха в кагате 93...95 % потери сахарозы на дыхание минимальны.

Для снижения интенсивности дыхания и подавления жизнедеятельности микроорганизмов используют картоцид — медьсодержащий 50%-ный смачивающий порошок в количестве 10 г препарата на 1 т свеклы.

**Увядание.** Из-за высокого водного дефицита нарушается стабильное состояние ферментов в корнеплодах и активизируется их деятельность, что способствует возникновению аэробного дыхания, особенно в поверхностных слоях корнеплода, и увеличению потери углеводов. Например, потери корнеплодами 10 % воды приводят к необратимым изменениям клеточных структур поверхностного слоя, вследствие чего насыщение свекловичных тканей влагой уже не может восстановить их нормальное дыхание. Поглощение кислорода корнеплодами с таким дефицитом влаги уменьшается почти на 30 % по сравнению со свежесобранными, а выделение СО<sub>2</sub> возрастает в 4 раза.

**Прорастание.** При прорастании усиливается дыхание, повышаются выделение теплоты и убыль сахарозы. Чем выше интенсивность прорастания, тем больше потери сахарозы при хранении

В кагатах корнеплоды прорастают неравномерно: в верхней части прорастаемость в 2 раза больше, чем на боковых сторонах, и в 4 раза больше, чем в нижней части.

Скорость прорастания зависит от температуры и влажности, сорта и спелости свеклы, степени обрезки- головок. Но главным является температурный фактор.

Для борьбы с прорастанием при уборке удаляют верхушку головки корнеплода и перед укладкой в кагаты корнеплоды обрабатывают 1%-ным раствором натриевой соли гидразида малеиновой кислоты (ГМК-Na) в количестве 3...4 л/т. Интенсивность прорастания свеклы при этом уменьшается в 1,5...2 раза.

**Суберинизация.** Это способность корнеплодов свеклы образовывать на месте механического повреждения новую ткань — раневую перидерму, препятствующую проникновению в корнеплод инфекции. Опробковение поврежденной ткани начинается с отложения в оболочку поверхностных клеток стойкого химического вещества — суберина. Примерно через 2 недели после нанесения раны наступает лигнификация — пропитывание клеточных стенок лигнином. На 17...20-й день наблюдается деление клеток, что свидетельствует об образовании раневой перидермы. Образовавшаяся новая ткань по своему строению близка к естественной коже корнеплодов и обладает почти такими же защитными свойствами.

На пораженных, подмороженных, цветущих и подвяленных корнеплодах, не устойчивых к хранению, энергично развиваются микроорганизмы и интенсифицируются процессы гниения. При этом теряется большое количество сахарозы и накапливаются несахара.

### Механическое повреждение корнеплодов и действие микроорганизмов.

При соблюдении оптимальной температуры и относительной влажности воздуха в кагатах спелые и неповрежденные корнеплоды хорошо сопротивляются развитию микроорганизмов и болезнетворных бактерий (обладают естественным иммунитетом), так как здоровые клетки выделяют особые антитела – лизоцимы, угнетающие микроорганизмы. Микроорганизмы развиваются в первую очередь на отмерших клетках, а также на механически поврежденных, подмороженных и увядающих участках корнеплодов.

**Загрязненность свеклы землей и зеленой массой.** Общая загрязненность корнеплодов, поступающих в завод, составляет 8...14 %, из них до 25 % с частично несрезанной головкой.

Пористость – это отношение объема пустот между корнеплодами в кагате к объему самого кагата.

Наличие зеленой массы способствует повышению температуры внутри кагата, так как дышит она интенсивнее корнеплодов и часто является причиной образования очагов микробиологического заражения. О наличии в кагате пораженных участков можно судить по повышению температуры вблизи датчиков, появлению на поверхности кагата мокрых пятен и выделению водяных паров.

При появлении очага заболевания в кагате пораженные корнеплоды выбирают и отправляют на переработку. Вместо выбранных закладывают здоровые корнеплоды, обработанные гашеной известью. Поверхность кагата тщательно выравнивают и укрывают.

Подмораживание корнеплодов. Подмороженная свекла непригодна для хранения, так как при оттаивании она быстро начинает гнить, ее трудно перерабатывать. Когда масса вымороженной воды в тканях свеклы достигает критической величины (45 %), происходят разрушение протоплазмы и повреждение клеточных стенок. Свекла охлаждается довольно быстро, например, при температуре охлаждающего воздуха минус 6 °С за 2 ч промерзает около 1/3 массы корнеплода и кристаллизуется до 60 % воды.

Основные вредители сахарной свеклы: свекловичные блошки, долгоносики, мухи, тли, клопы, щитовки и др.; основные грибные болезни: серая гниль, фомоз, ризоктониоз, кагатная гниль; бактериальные: хвостовая гниль, туберкулез, рак или зобоватость корней; непаразитарные: гниль сердечка свеклы, сердцевинная гниль (при недостатке бора в почве). организационно-экономических и хозяйственных факторов.

Важным показателем физико-механических свойств корнеплодов сахарной свеклы является тургор корня, способность разрезаться в стружку. Подвяленные корни теряют устойчивость к заболеванию кагатной гнилью в процессе хранения. У них усиливается гидролитическая активность ферментов и дыхание, что приводит к значительным потерям сахара. Сильно поражаются грибными и бактериальными болезнями также корни с механическими повреждениями и подмороженные. Последние непригодны даже для кратковременного хранения. Плохо разрезаются в стружку не только подвяленные, но и деревянистые (цветушные) корнеплоды. Степень

деревянистости определяется особенностями структуры тканей свекловичного корня, содержанием в клетках лигнина и целлюлозы.

Корнеплоды по физическому состоянию должны иметь нормальный тургор. В кондиционной свекле возможно наличие корнеплодов с дефектами, но не выше норм, предусмотренных стандартом. Наличие подвяленных корней (с пониженным тургором), с нарушением естественной твердости и хрупкости, с изгибанием хвостов без отламывания не должно быть более 5%; с сильными механическими повреждениями (со сколами, срезами, обрывами, поврежденные животными, сельскохозяйственными вредителями и грызунами на 1/3 корнеплода и более) – 12%. Допускается содержание цветущих корнеплодов для основных зон свеклосеяния в России не более 1% и зеленой массы – не более 3%.

Наличие большого количества зеленой массы усложняет выгрузку корнеплодов из автотранспорта и их укладку в кагаты, при хранении приводит к повышению температуры. Отделенная от корнеплодов зеленая масса быстро загнивает, создавая очаги гнили. Зеленые листья, черешки, ростки, оставшиеся на корнеплоде, попадают в стружку, что приводит к уменьшению выхода кристаллического сахара и увеличению его содержания в мелассе. Партию свеклы, в которой обнаружено более 3% зеленой массы, не принимают, и сдатчику предлагают довести ее до кондиционного состояния.

Не допускается содержание в партии загнивших, мумифицированных (вялых без восстановления тургора), подмороженных корнеплодов со стекловидными отслаивающимися или почерневшими тканями.

Сахарную свеклу, содержащую цветущие, подвяленные и с сильными механическими повреждениями корнеплоды более указанных норм, а также свеклу подмороженную, но не почерневшую относят к некондиционной. За такую свеклу производится скидка с закупочной цены и уменьшается норма продажи сахара свеклосдатчику. Только для регионов Сибири, где наступают ранние заморозки, в партии кондиционной сахарной свеклы допускается наличие корнеплодов подмороженных, но не почерневших.

Чтобы устранить потери и повысить доброкачественность сока сахарной свеклы, следует выкопанную свеклу в тот же день отправлять на свеклоприемные пункты сахарных заводов или хранить на месте в течение короткого времени, не допуская увядания и подмораживания корнеплодов.

## **5.2. Хранение прядильных культур.**

К прядильным культурам относят группу культурных растений, возделываемых для получения волокна. Они относятся к различным семействам: просвирниковых (хлопчатник, канатник, кенаф, седа), льновых (лен), коноплевых (конопля), липовых (джут). В мировом производстве из прядильных культур наиболее широко используются лён-долгунец, джут и конопля, хлопчатник. Важнейшими отечественными прядильными культурами являются лен-долгунец и конопля, относящиеся к лубяным культурам.

Большинство прядильных образуют волокно в стеблях (лен, конопля, кенаф), на семенах (хлопчатник), в плодах (тропическое растение сейба), в листьях (агава). Произрастают в тропиках, субтропиках и умеренных поясах. Прядильные культуры выращивают во всех земледельческих районах мира. Наибольшую площадь занимают хлопчатник, джут, конопля, лен, кенаф. В России выращивают в основном лен, коноплю. Их называют лубяными культурами.

Лен возделывают для получения волокна и семян, поэтому его в зависимости от использования относят к масличным или прядильным техническим культурам. В России встречается более 40 видов льна. Наибольшее значение в сельскохозяйственной культуре имеет лен обыкновенный культурный, или посевной (*Linum usitatissimum* L.), который делится на две группы: крупносемянный и мелкосемянный. В России в посевах распространен мелкосемянный лен.

Мелкосемянный лен в зависимости от высоты стебля, ветвистости и количества коробочек делится на подгруппы, из которых имеют значение три: лен-долгунец, лен-кудряш, лен межеумок.

Из стеблей льна масличного получают 10-15% волокна более низкого качества.

Широко используют и семена льна-долгунца и льна масличного. Они содержат хорошо высыхающее масло, которое имеет большую ценность при изготовлении красок, лаков, олифы. Льняное масло широко применяют в мыловаренной, бумажной, электротехнической и других отраслях промышленности, а также в медицине и парфюмерии. Незначительная часть его используется в пищу. Льняной жмых – хороший концентрированный корм для скота.

Льносолому и льнотресту принимают партиями. Партией считают любое количество соломы или тресты одного селекционного сорта, выращенного в одинаковых условиях, предназначенное к одновременной приемке и оформленное одним документом с указанием названия хозяйства, селекционного сорта и массы партии.

Солома и треста должны быть связаны в снопы машинной или ручной вязки или в рулоны. Диаметр снопов льносолумы должен быть не менее 17 см и не более 25 см, тресты – не менее 17 см, рулонов – не менее 130 см; масса рулона тресты – не менее 150 кг, средняя плотность рулона соломы – не более 120 кг/м<sup>3</sup>. Стебли в снопах и рулонах располагают комлями в одну сторону. В снопах и рулонах не допускается льносолума или льнотреста, изъеденная грызунами, гнилая, смерзшаяся, путанина.

Для определения номера, влажности, засоренности и растянутости снопов от каждой партии льняной соломы или тресты массой до 5 т отбирают одну пробу, состоящую из 10 снопов или одного рулона, а от партии массой 5 т и более – две пробы. Допускается пробы для определения качества льнотресты или льносолумы отбирать в поле перед формированием снопов или рулонов с площади посева не более 15 га. Между отбором проб и сдачей льнопродукции на льнозавод не должно пройти более пяти суток устойчивой

сухой погоды. При выпадении осадков в этот период отбор проб в поле повторяют после подсыхания продукции.

Если льносолома или льнотреста в отобранных из партии пробах (снопах или рулонах) по внешнему виду оценивается как неоднородная по качеству, то количество проб, отбираемых от партии увеличивают в два раза.

Номер однородной по внешнему виду льняной соломы или тресты при приемке по ГОСТу 14897 и ГОСТу 2975 устанавливают органолептическим путем сличения отобранных снопов с эталонами. Наличие хороших эталонов – обязательное условие при оценке качества партий соломы и тресты. Эталоны по каждому номеру соломы и тресты составляют ежегодно для льнозаводов отдельных групп, получающих одинаковую по качеству солому или тресту с учетом особенностей районированных селекционных сортов.

#### Конопля посевная.

В России с 2015 г. экспорт конопли и продукции из нее вырос в 40 раз. Продукты её переработки используются в пищевой, легкой, целлюлозной промышленности, медицине и косметологии. Пенька в сравнении с другими натуральными волокнами (льном, хлопком и др.) имеет особые свойства, которые эффективно используются в изделиях одежного и постельного ассортимента. Из промышленной конопли можно производить более 30 тыс. наименований различной продукции. Техническая конопля имеет ряд уникальных преимуществ и является альтернативным хлопку и льну сырьем для тканей и нитратов целлюлозы, нефти – для пластика, альтернативной стекловолокну и льноволокну основой для выпуска композитных материалов.

Значимая техническая и пищевая культура, возделываемая в основном для получения волокна и семян. Доступный натуральный экологически чистый и ежегодно возобновляемый природный ресурс. В стеблях селекционных её сортов содержится 30-32% волокна, из которого производят морские и речные канаты, сердечники для стальных тросов, брезент, шпагат, хозяйственную веревку и др. Короткое конопляное волокно используется для изготовления шпагата, упаковочного и обтирочного материала. Костра (одревесневшие части стеблей), остающаяся после выделения волокна, составляет 65-70% массы перерабатываемой тресты. Служит сырьём для бумажной и химической промышленности, изготовления стройматериалов, получения фурфурола, а также используется как топливо и субстрат для выращивания грибов. Из костры можно получать гидролизный этиловый спирт. Зола костры – ценное органическое удобрение, содержащее большое количество фосфора, калия, кальция, микроэлементов. Целлюлоза, полученная из конопли, пригодна для изготовления ценных и тонких сортов бумаги, которая не желтеет, отличается особой прочностью и устойчивостью к агрессивным факторам среды. Пластик, получаемый полимеризацией конопляной целлюлозы, применяется для изготовления упаковочных материалов, легко поддается биохимическому разложению, не наносит вреда окружающей среде. Кроме того, это достойная альтернатива хлопковой целлюлозе при изготовлении пироксилиновых и нитроцеллюлозных порохов.

Это непрядомая часть стебля конопли, которая образуется в процессе первичной переработки тресты (извлечение пенькового волокна путем трепания). Обладает высоким коэффициентом теплосопротивления, устойчива к образованию плесени и грибка. Смешивая костру конопли в различных пропорциях с цементом, гашеной известью и водой получают однородный раствор – костробетон.

#### Послеуборочная доработка и хранение семян технической конопли

Послеуборочная подработка семян конопли проводится с целью получения семян установленных кондиций. Включает в себя три основные производственные операции: предварительную очистку, сушку и сортировку.

Очищают и сортируют семена на зерноочистительных машинах общего назначения. Для предварительной очистки рекомендуются зерноочистительные машины ОСВ-10, ОВП-20, ВС-10, для окончательной очистки и сортировки – СМ-4, ОС-4,5А, СВУ-5, «Петкус Гигант», для сушки – передвижные зерносушилки барабанного типов СЗПБ-2,0, СЗПБ-2,5 или СЗСБ-4, не требующие специальных помещений и удобные для сушки малых и больших партий семян.

Подготовка зерноочистительных машин к работе заключается в проверке их технического состояния, правильной установке, настройке и регулировке. Особое внимание уделяется подбору решёт. Для выделения из семенного материала крупных примесей устанавливают верхние колосовые решёта с круглыми отверстиями  $\square$  5-7 мм, для удаления мелких – подсевное решето с продолговатыми отверстиями шириной 1,7-2,2 мм. Средние сортировальные решёта устанавливаются с круглыми и продолговатыми отверстиями шириной 2,6-3,0 мм. При наличии в подрабатываемом материале семян сорняков (гречишка вьюнковая, вьюнок полевой) или злаковых примесей (овсюг, овёс), которые нельзя отделить воздушным потоком и решётами, включают триерную группу зерноочистительных машин.

Согласно действующему ГОСТ 9158-76 «Семена конопли. Промышленное сырьё. Технические условия» заготавливаемые и поставляемые для промышленной переработки семена конопли должны быть негреющимися, в здоровом состоянии, иметь цвет и запах, свойственные нормальным семенам конопли (без затхлого, плесневого и других посторонних запахов). Семена конопли, поставляемые для переработки на пищевое масло, не должны содержать остаточное количество протравителей и инсектицидов [89].

Каждая партия поставляемых семян должна сопровождаться документом о качестве, а каждая партия заготавливаемых семян – сопроводительным документом о соответствии ГОСТу.

После очистки, сушки и сортировки кондиционные семена затаривают в мешки по 30-35 кг, этикетируют (с указанием культуры, сорта, репродукции, года урожая, сортовой типичности, наименования и номера сортового документа) и складывают в штабеля на деревянные поддоны. Расстояние от поверхности пола до нижнего мешка – не менее 15 см, высота штабеля – не более 1,8 м.

В период зимнего хранения в помещении склада периодически раскладывают отравленные приманки для борьбы с грызунами.

«Россельхозцентр» проводится повторный полный контроль посевных качеств каждой партии семян. По результатам анализа оформляются протоколы испытания и/или сертификаты о качестве семян.

### **5.3. Хранение табачного сырья.**

Листья табака убирают в технически зрелом состоянии, когда ростовые процессы прекращаются, а ткань приобретает наибольшую плотность от накопленных крахмала и сахаров. Зрелые листья имеют слабую вспученность и более светлую окраску по сравнению с недозрелыми листьями. Зрелые листья быстро и равномерно желтеют при томлении и сушке, сырье получается желтого, оранжевого, красного или светло-коричневого цвета. У технически зрелых листьев ткань становится хрупкой и плотной, поверхность листа приобретает волнистость, края и верхушки листьев слегка отгибаются книзу и светлеют (желтеют), также происходит отбеливание центральной жилки. При сламывании листа черешок легко с хрустящим звуком отделяется от стебля. Проявление степени зрелости листьев зависит от вида растения и условий выращивания табака. Как перезрелые, так и недозрелые листья при уборке дают пониженные товарные сорта табака с худшими курительными достоинствами. Недозрелые листья трудно желтеют при томлении, медленно высыхают, окраска их становится темнозеленой или бурой. Перезрелые листья быстро сохнут, но сырье приобретает темную окраску, при этом теряется эластичность листьев и они легко подвергаются механическим повреждениям, так как имеют низкую влагоемкость после сушки. Уборка листьев табака в состоянии технической зрелости обеспечивает получение наибольшего урожая и сырья наилучшего качества.

### **5.4. Хранение чайного сырья.**

Чайное производство как отрасль тонкой пищевкусовой продукции предъявляет сырью определенные требования. «Если в зеленом листе, в чайной флеше отсутствуют те вещества, которые подвергаются химическим изменениям, отсутствует та материнская субстанция, из которой возникают цвет, аромат и вкус чая, то здесь технология бессильна, она не может создать этих веществ»

Требование к сырью в основном заключается в том, чтобы чайный лист на плантациях собирали в соответствии с требованиями стандарта и в свежем состоянии доставляли на фабрики первичной переработки.

Сбор недозрелого или перезрелого чайного сырья не допускается, так как в первом случае в результате снижения средней массы побегов снижается урожайность плантации, а во втором случае урожайность увеличивается за счет ухудшения качества, что также недопустимо.

Существуют два типа приемных пунктов чайной фабрики: центральный и периферийный. Центральный приемный пункт расположен на территории фабрики. Там осуществляют все операции по заготовке чайного сырья, определяют сортность, поверхностную влагу, фактическую массу и передают в производство с оформлением соответствующей документации.

Периферийные заготовительные пункты целесообразно использовать в случаях, когда плантации значительно отдалены от фабрики (на расстояние 3, 5, 10 км и более). При таком отдалении плантации невозможна немедленная доставка собранного сырья на центральный приемный пункт фабрики. Периферийные заготовительные пункты чайной фабрики строятся (или арендуются помещения для них) в непосредственной близости от плантации. Периферийный приемный пункт – это промежуточное звено между плантацией и фабрикой. Его основное назначение – качественное сохранение собранного сырья в течение нескольких часов. Вместе с тем с помощью периферийных пунктов возможно "регулировать" поступление на фабрику сырья с учетом количества собранного сортового чайного листа и фактической мощности фабрики. Таким образом, периферийные приемные пункты должны содействовать нормальному функционированию чайных фабрик первичной переработки.

Периферийные пункты должны удовлетворять двум требованиям. Во-первых, быть легкой конструкции и гарантировать сохранение чайного листа в течение 3...5 ч без ущерба для его качества. Во-вторых, должны иметь такую площадь, чтобы вместить половину среднемаксимального дневного поступления сырья, т. е. в среднем 0,8...5,0 т чайного листа, с учетом сезонной пропускной способности периферийного пункта, которая обычно составляет 50...500 т.

Периферийный приемный пункт с пропускной способностью за сезон 200 т чайного сырья и выше должен состоять из помещения для хранения листа и лаборатории. В лаборатории должно проводиться определение механического состава и содержания поверхностной влаги чайного листа. Здесь же оформляется документация о приемке сырья.

Площадь помещения для хранения сортового чайного листа определяется из расчета половинного количества среднемаксимального дневного поступления сырья. При этом необходимо принимать во внимание то, что на 1 м<sup>2</sup> размещается насыпью 20 кг сортового чайного листа при толщине слоя 15... 20 см. Кроме того, при определении размера площади помещения для хранения чайного листа учитывается также коэффициент обслуживания (равен 1,5), т. е. площадь помещения должна быть больше рассчитанной на 50 %.

**Тарная перевозка чайного листа.** Чайный лист легко воспринимает посторонние запахи, поэтому тара должна быть исключительно чистой и без запаха. Обычно тарой для сортового чайного листа служат ящики, которые делают из фанеры. На стенках ящиков вырезают отверстия для аэрации.

Ящики должны быть легкими и прочными, на деревянном каркасе и определенной формы. Обычно их основание делают меньше верхней части, чтобы ящики можно было плотно вставлять один в другой. Оптимальные размеры ящиков 60X40X40 см, вместимость 25 кг. Уплотнение чайного листа в ящиках с целью увеличения вместимости не допускается, так как в этом случае лист нагревается и краснеет, что приводит к снижению его качества, а в некоторых случаях к порче.

Фанерные ящики размещают следующим образом: четыре ящика в длину по три в ширину и высоту. В таком случае за один рейс грузовик может перевозить до 1 т листа. Практически количество перевозимого листа часто составляет 1,1...1,3 т, что указывает на нарушения требований о заполнении ящиков свежим листом.

Для транспортирования сортового чайного листа используются также специальные контейнеры, представляющие собой четырехсекционные металлические перфорированные ящики с двойными стенками и откидным двустворчатым дном. В каждой секции помещается около 100 кг листа, а всего в контейнере – до 400 кг. При выгрузке днище открывают с помощью специальных рычагов, вмонтированных между стенками перегородок. На одном грузовике можно перевозить 4...6 контейнеров.

Помещение для хранения листа должно быть исключительно чистым, прохладным, светлым и хорошо проветриваемым. Пол должен быть цементным с уклоном для стока воды. Все это необходимо для поддержания в помещении нужной температуры и относительной влажности воздуха с целью предотвращения возможных нежелательных физических и химических изменений в сырье. Приемная площадка периферийного пункта строится на высоте борта грузовой автомашины для облегчения погрузочно-разгрузочных работ. На площадке размещаются весы для взвешивания чайного сырья, необходимая тара, а также стол для оформления документации. Приемная площадка находится под навесом, чтобы обеспечить приемку и отправку чайного листа в любую погоду.

Сохранения качества чайного листа можно достичь только при четком соблюдении следующих требований:

– чайный лист должен быть правильно и своевременно доставлен с плантаций на приемный пункт. Правильная доставка предусматривает доставку чайного листа исключительно в жесткой таре (в контейнерах, ящиках, корзинах;

– лист желателно хранить в помещении приемного пункта в оптимальных условиях: толщина слоя 15...20 см, температура 20...24 °С и относительная влажность воздуха не ниже 90...92 %. С целью предотвращения перегрева лист следует часто перемешивать специальными деревянными лопатами, не повреждая его.

Перевозку листа автотранспортом производят двумя способами: тарным — в специальной таре и бестарным.

Тарная перевозка чайного листа. Чайный лист легко воспринимает посторонние запахи, поэтому тара должна быть исключительно чистой и без запаха.

Сырье на фабрику поступает неравномерно, что является следствием биологической особенности чайного растения.

Контрольные вопросы.

1. Сахарная свекла.
2. Дыхание. Два вида дыхания.
3. Причины увядание сахарной свеклы.

4. Причины прорастания.
5. Способность суберинизации.
6. Прядильные культуры.
7. Лен.
8. Конопля посевная.
9. Табак. Определение степени зрелости.
10. Перевозка чайного листа.
11. Периферийные заготовительные пункты для хранения чайного сырья.
12. Послеуборочная доработка и хранение семян технической конопли.

## Тесты

1. Как называют очистку зерна для получения кондиционных семян?
  1. финишная.
  2. основная.
  3. окончательная.
  4. вторичная.
  
2. Оптимальная температура хранения продовольственного картофеля в основной период....
  1. -1... 0°C.
  2. +6...7°C.
  3. +2...+4°C.
  4. +8...10°C.
  
3. Особенностью химического состава картофеля, плодов и овощей, как объектов хранения, является...
  1. повышенное содержание углеводов;
  2. повышенное содержание воды;
  3. низкое содержание белка.
  4. низкое содержание жира.
  
4. Какой наиболее опасный вид самосогревания зерновых масс в процессе хранения?
  1. Гнездовое.
  2. Верховое пластовое.
  3. Низовое пластовое.
  4. Вертикальное.
  
5. Какими из перечисленных заболеваний не повреждается картофель...
  1. фитофторозом.
  2. фомозом.
  3. кольцевой гнилью.
  4. фузариозной сухой гнилью.
  
6. Назовите условия хранения капусты белокачанной ...
  1. температура 1...2°C, относительная влажность воздуха 60...70%;
  2. температура -2...-4°C, относительная влажность воздуха 70...80%;
  3. температура 0...-1°C, относительная влажность воздуха 90...95%.
  4. температура 2...4°C, относительная влажность воздуха 70...80%;
  
7. Какова критическая влажность зерна злаков и семян бобовых культур?
  1. 12...13%.

2. 13...14%.
3. 14...15%.
4. 8...9%

8. В каких случаях возможно и эффективно активное вентилирование?

1. Если температура окружающего воздуха ниже температуры зерна, а равновесная влажность ниже фактической влажности зерна.
2. Если температура воздуха ниже температуры зерна, а равновесная влажность выше фактической влажности зерна.
3. Если температура воздуха выше температуры зерна, а равновесная влажность зерна ниже фактической.
4. Если температура воздуха выше температуры зерна и равновесная влажность выше фактической.

9. Какой из перечисленных способов длительного хранения зерна наиболее надежен и широко применяется в производственных условиях?

1. В консервированном виде.
2. В сухом состоянии.
3. Без доступа воздуха или регулируемой газовой среде.
4. В охлажденном состоянии.

10. Необходимые условия дозревания зерна:

1. Повышенной влажности, пониженной температуре.
2. Пониженной влажности и повышенной температуре.
3. Пониженной влажности и пониженной температуре.
4. Повышенной температуре и повышенной влажности

11. Виды самосогревания зерновых масс:

1. Гнездовое, пластовое, сплошное.
2. Пристенное, напольное, комковое.
3. Верховое, срединное, низовое
4. Низовое, напольное

12. Сладкий вкус возникает в зерне при:

1. Прорастании.
2. Попадании полыни в зерновую массу.
3. Развитии плесеней.
4. Самосогревании.

13. Поверхность кагатов опрыскивают известковым молоком для:

1. Предохранения от подмораживания.
2. Отражения солнечных лучей и снижения интенсивности увядания.
3. Уничтожения микроорганизмов и болезнетворных бактерий
4. Предохранения от увлажнения

14. Наиболее интенсивно дышащая часть корнеплода:
1. Собственно корень.
  2. Шейка.
  3. Головка.
  4. Хвостик корня.
15. Механические повреждения картофеля, овощей и плодов подразделяют на:
1. Малозначительные, значительные, критические
  2. Маленькие, средние, крупные.
  3. Большие, нормальные, незначительные.
  4. Допустимы, недопустимые
16. Оптимальные размеры бурта для хранения картофеля и корнеплодов:
1. ширина 0,5...0,7 м; длина 5...6м, глубина 0,4 м;
  2. ширина 1,5...2,0м; длина 15...20м, глубина 0,2 м;
  3. ширина 2,5...3,0м; длина 20...25м, глубина 0,1м;
  4. ширина 1,0...1,5; длина 10...12м, глубина 0,6м.
17. Как называется простейшая составная часть зерновой смеси?
1. фракция.
  2. компонент смеси.
  3. составная часть.
  4. составляющая часть.
18. Как называют признаки, которые обеспечивают приемлемый уровень разделения исходной смеси на компоненты или фракции?
1. признаки деления.
  2. приемлемые признаки.
  3. признаки делимости.
  4. признаки обеспечения.
19. К недопустимым физиологическим заболеваниям картофеля, овощей и плодов относятся:
1. Подмораживание, тумачность, анаэробноз, пухлость, налив, мокрый ожог.
  2. Железистая пятнистость, израстание, позеленение.
  3. Точечный некроз, побурение мякоти.
  4. Сетка на плодах.
20. Что относится к основному признаку воздушного сепарирования?
1. объемная масса зерна.
  2. частота вращения колеса вентилятора.
  3. скорость падения зерна.
  4. скорость витания зерна.

20. Как называют фракцию зерновой массы при очистке ее, которая не может пройти через отверстия решета?

1. провал.
2. мелочь.
3. прохода.
4. сход.

21. Как называют очистку свежесобранного зернового вороха?

1. вводная.
2. предварительная.
3. первичная.
4. вторичная.

22. Как называют очистку зерна с целью его доведения до базисных заготовительных кондиций?

1. вводная.
2. предварительная.
3. первичная.
4. вторичная.

23. Перед закладкой на хранение прокаливают в специальных сушилках:

1. Картофель.
2. Лук.
3. Свеклу.
4. Морковь.

24. Какую технологическую операцию применяют для разделения отсортированного зерна кукурузы по крупности?

1. калибрование.
2. сепарирование.
3. аэрацию.
4. триерование.

25. Как называется процесс разделения зерновой смеси на более однородные части?

1. калибрование.
2. сепарирование.
3. аэрация.
4. триерование.

## Список использованной литературы:

1. Дулов, М. И. Технология хранения продукции растениеводства : практикум / М. И. Дулов, А. П. Журавлев, Л. А. Журавлева. – Самара : РИЦ СГСХА, 2013. – 295 с.
2. Картамьшев Н.И., Муха Д.В. и др. Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства и основы земледелия [Текст]: учебник/ В.Д. Муха,- М.: КолосС, 2007.- 580 с.
3. Личко, Н. М. Технология переработки продукции растениеводства : учебник / Н. М. Личко. – М. : Колос, 2000. – 552 с.
4. Манжесов В.И. Технология хранения растениеводческой продукции / В.И. Манжесов, И.А. Попов, Д.С. Щедрин. – М.: КолосС, 2005. – 392с.
5. Медведева, З. М. Технология хранения и переработки продукции растениеводства : учебное пособие / З. М. Медведева, Н. Н. Шипилин, С. А. Бабарыкина. – Новосибирск : Изд-во НГАУ «Золотой колос», 2015. – 340 с  
Режим доступа : <http://rucont.ru/efd/-340665>
6. Никифорова, Т. А. Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодовоовощной продукции и виноградарства. Часть 2 : учебное пособие / Т. А. Никифорова, Е. В. Волошин. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 134 с. — ISBN 978-5-7410-1721-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS :— Режим доступа: для авторизир. пользователей
7. Павлов, А. Г. Технология производства продукции растениеводства. В 3 частях. Ч.1 : учебное пособие / А. Г. Павлов. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 82 с. — ISBN 978-5-8265-2107-6, 978-5-8265-2108-3 (ч.1). — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99799.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
8. Прищепина Г.А. Технология хранения и переработки продукции растениеводства с основами стандартизации. Часть 1. Картофель, плоды и овощи: учебное пособие / Г.А. Прищепина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 60 с.
9. Романова, Е.В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Романова, В.В. Введенский. — Электрон. текстовые данные. — М.: Российский университет дружбы народов, 2010. — 188 с. — 978-5-209-03499-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11537.html>
10. Рылко, В. А. Технология послеуборочной доработки, хранения и переработки продукции растениеводства : учебное пособие / В. А. Рылко, Н. В. Винникова. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2020. — 184 с. — ISBN 978-985-7234-57-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125471.html>.

11. Селиванова М. В., Е. С. Романенко, И. П. Барабаш [и др.]  
Технология хранения и переработки плодов и овощей : учебный практикум /  
— Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет,  
Параграф, 2017. — 80 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная  
система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76060.html>  
— Режим доступа: для авторизир. пользователей

МАМБЕТОВА Рита Адамовна

## **ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

учебное пособие для бакалавров, обучающихся  
по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства  
и переработки сельскохозяйственной продукции»

Корректор Чагова О.Х.  
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 04.08.2025 г.  
Формат 60x84/16  
Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 7,9  
Заказ № 5166  
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен  
в Библиотечно-издательском центре СКГА  
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36



