

2.1. Хранение зерна и семян основных зерновых, зернобобовых и масличных культур

2.1.1. Продукция растениеводства как объект хранения. Факторы, влияющие на сохранность продукции

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

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

По химическому составу зерно и семена разделяют на три группы:

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

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

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

Картофель, овощи и плоды – это продукция сочная, с большим содержанием воды (60...95 %). В связи с этим энергетическая ценность этой группы продуктов невелика. Однако, несмотря на это, картофель, овощи и плоды играют огромную роль в питании человека, так как содержат очень ценные, биологически активные вещества и обладают диетическими и лечебными свойствами.

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

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

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

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

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

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

Физиологические особенности. Культура и сорт. Наличие периода покоя, периода послеуборочного созревания. Чем длиннее период покоя и период послеуборочного созревания, тем выше лежкость этой группы продукции.

Морфоанатомические особенности. Наличие покровных тканей, обладающих определенной

прочностью, наличие защитного липидного слоя клеток на коже, плотность тканей и др.

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

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

Внешние условия при хранении (температура, влажность и состав воздуха).

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

- продукция 1-й группы может храниться при температурах ниже 0 °С (капуста, лук, чеснок, некоторые сорта яблок и груш);
- продукция 2-й группы может храниться при температурах близких к 0 °С (сюда относится большая часть продукции);
- продукция 3-й группы может храниться при относительно высоких положительных температурах – 5...10 °С (томаты, перцы, баклажаны, цитрусовые, тыквенные).

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

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

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

2.1.2. Физиологические и биохимические процессы, происходящие в продукции при хранении

Продукция растениеводства представляет собой живые организмы, в которых протекают определенные физиологические процессы, оказывающие значительное влияние на ее долговечность и качество.

Дыхание. Продукты растениеводства для поддержания жизни получают необходимую им энергию в процессе использования (диссимиляции) запасных органических веществ, главным образом сахаров. Сахара образуются в результате гидролиза или окисления более сложных запасных веществ (крахмала, жиров). Диссимиляция сахаров происходит аэробно, т. е. окислением, или анаэробно. Поэтому выделяют аэробное и анаэробное дыхание продукции:



При достаточном доступе воздуха в зерне, плодах, овощах преобладает процесс аэробного дыхания, однако им свойственно и анаэробное дыхание, которое рассматривают как приспособительный процесс к неблагоприятным условиям окружающей среды. В тканях овощей, плодов и картофеля при дыхании происходят те же процессы, что и в зерне, но интенсивность дыхания в них намного выше.

При дыхании происходят потери сухого вещества, увеличивается влажность массы, изменяется состав воздуха в массе продукции и накапливается тепло. Все это приводит к необходимости организации хранения продукции растениеводства в условиях, сокращающих до минимума процессы дыхания.

Интенсивность дыхания продукции при хранении зависит от влажности, температуры и степени аэрации массы. Чем зерно влажнее, тем интенсивнее оно дышит. С повышением температуры

интенсивность дыхания увеличивается. При высоких температурах (50 °С и более) интенсивность дыхания снижается вследствие разрушения веществ, входящих в состав клеток (самосогревание). Повышенная концентрация CO₂ замедляет дыхание.

Кроме того, на интенсивность дыхания влияют: ботанические особенности, зрелость, наличие травм, проросших зерен и т. д. Масса продукции с повышенной интенсивностью дыхания менее стойка при хранении.

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

Послеуборочное дозревание происходит только в том случае, если синтетические процессы в семенах преобладают над гидролитическими. А для этого необходимо, чтобы зерно находилось в сухом состоянии (с влажностью ниже критической). Это главное условие для нормально протекающего процесса дозревания. В свежубранном 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 свежубранные 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 1,5...2 месяцев. Таким образом, послеуборочное дозревание имеет не только технологическое, но и экономическое значение.

Прорастание. При хранении многих видов продукции следует исключить ее прорастание, которое сопровождается утратой семенных качеств и резким ухудшением технологических достоинств вследствие активного гидролиза запасных питательных веществ. Прорастание сопровождается усиленным дыханием, выделением тепла, потерей массы сухого вещества.

В течение 5 суток после начала прорастания зерно хлебных злаков теряет 4...5 % сухого вещества. Зерно при этом приобретает солодовый запах и сладкий вкус, т. е. утрачивает 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). Эти процессы недопустимы при хранении зерна.

У картофеля и многих овощей прорастание связано с окончанием периода покоя. Различают период естественного (глубокого) покоя, когда процессы роста ограничены естественными биохимическими изменениями в продукции, и период вынужденного покоя, когда он поддерживается искусственно за счет внешних факторов, в первую очередь температуры. В конце периода покоя питательные вещества клубня, корнеплода и т. д. используются на формирование генеративных почек и дальнейшее прорастание. При этом запасные органы истощаются, теряют товарные свойства и устойчивость к болезням.

Раневые реакции характерны для картофеля, корнеплодов. На свежубранных клубнях механические повреждения довольно быстро зарубцовываются и на месте повреждения образуется раневая перидерма. Лучше всего она образуется при температуре 18...20 °С, влажности воздуха около 95 % и свободном доступе кислорода – за 5...7 дней. Оболочки клеток пропитываются суберином, который препятствует проникновению микроорганизмов в клубень.

Созревание и старение плодов и овощей. Наибольшей пищевой и вкусовой ценностью плоды и

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

При съемной степени зрелости плоды и овощи, вполне развившиеся и сформировавшиеся, способны после уборки дозреть и достигнуть потребительской зрелости.

При технической степени зрелости они достигают оптимальных технологических свойств для переработки на определенные продукты.

При потребительской степени зрелости овощи и плоды достигают наиболее высокого качества по внешнему виду, вкусу и консистенции мякоти.

Изменение консистенции. Прочность структуры плодов в процессе созревания и хранения уменьшается. Предварительное послеуборочное охлаждение задерживает дальнейшее размягчение растительных тканей.

Биохимические изменения. Для большинства плодов характерно постепенное накопление сахаров и уменьшение количества кислот. Возрастает также содержание этилена, который ускоряет дозревание.

2.1.3. Научные принципы хранения и переработки продукции растениеводства

Способы и режимы хранения (или консервирования) продуктов, применяемые на практике, основаны на частичном или полном подавлении протекающих в них биологических процессов (в первую очередь дыхания и развития микробов). Исходя из этого, профессор Я. Я. Никитинский систематизировал их, выделив четыре принципа: биоз, анабиоз, ценоанабиоз и абиоз. У каждого из них несколько модификаций.

Принцип биоза – продукт сохраняется в живом виде. Любой здоровый организм, обладая естественными иммунными свойствами, защищает себя от воздействия различных биологических агентов и в какой-то степени от других неблагоприятных воздействий окружающей среды. Принцип биоза подразделяют на два вида: *истинный, или полный*, – *эубиоз* и *частичный* – *гемибिоз*.

Эубиоз – сохранение живых организмов (животных) до момента их использования.

Гемибиоз – сохранение продуктов растениеводства в свежем виде (частичный биоз). Пользуясь иммунными свойствами частей растений (клубни, корнеплоды, луковицы, плоды, ягоды и т. д.), удается в течение того или иного времени хранить их в свежем состоянии. Продолжительность сохранности продуктов зависит от их особенностей и условий хранения.

Принцип анабиоза – это приведение продукта в состояние, при котором резко замедляются или совсем не проявляются биологические процессы. В таком продукте слабо протекают процессы обмена веществ в клетках, приостановлена активная деятельность микроорганизмов и других живых существ (клещей, насекомых), если они имеются. Возникновение более благоприятных условий вновь активизирует процессы жизнедеятельности. Поэтому принцип анабиоза иногда называют принципом скрытой жизни.

Термоанабиоз – хранение продуктов при пониженных и низких температурах. Оно основано на чувствительности живых организмов и их ферментных систем к температуре.

Различают два вида термоанабиоза:

психроанабиоз – хранение в охлажденном состоянии, продукты находятся при температурах близких к 0 °С, но не ниже;

криоанабиоз – продукты замораживают до температуры ниже 0 °С.

Выбор вида термоанабиоза прежде всего зависит от рода продуктов, характера их использования в дальнейшем и возможностей предприятия.

Ксероанабиоз – это хранение продуктов в сухом состоянии. Частичное или полное обезвоживание продукта приводит практически к полному прекращению в нем различных биохимических процессов, лишает микроорганизмы возможности развиваться. Таким образом, обезвоживание продуктов – прием, повышающий концентрацию субстрата до таких пределов, при которых нет условий для нормального обмена веществ в клетках самого продукта, клетках микробов и организме насекомых.

В сельском хозяйстве наиболее широко распространена сушка зерна и семян, плодов и овощей, волокнистых материалов (тросты и др.), травы.

Осмоанабиоз основан на создании повышенного осмотического давления в среде (продукте). При этом в клетках микробов нарушается состояние тургора, происходит отдача влаги в окружающий

субстрат и наблюдается явление плазмолиза. Повышения осмотического давления в продуктах достигают главным образом введением соли или сахара.

Ацидоанабиоз основан на искусственном создании в продуктах кислой среды введением допустимых в пищевом отношении кислот (например, уксусной). На принципе ацидоанабиоза основано искусственное силосование зеленых кормов.

Наркоанабиоз – использование анестезирующих веществ (хлороформа, эфира и др.).

Аноксианабиоз – отсутствие кислорода – исключает возможность развития аэробных микроорганизмов (в том числе плесневых грибов), насекомых и клещей. На практике аноксианабиоз создают при содержании продуктов в герметических условиях.

Принцип ценоанабиоза – создание при хранении продуктов благоприятных условий для определенной группы микробов (полезных), которые предупреждают размножение других (нежелательных). Обычно используют две группы микроорганизмов: молочнокислые бактерии и дрожжи. Первые, развиваясь в продукте, накапливают в нем молочную кислоту до 1...2 % (**принцип ацидоценоанабиоза**). Вторые выделяют значительное количество этилового спирта (до 10...14 %) – сильного яда для бактерий (**принцип алкоголеценоанабиоза**). На основе ацидоценоанабиоза силосуют зеленые корма, готовят и сохраняют солено-квашеные овощи и мочено-квашеные плоды. Алкоголеценоанабиоз в чистом виде используют в виноделии.

Принцип абиоза (стерилизация) – уничтожение живых начал в продукте. При этом либо весь продукт превращается в мертвую массу, либо в нем (или на его поверхности) уничтожаются определенные группы организмов. В связи с этим у принципа абиоза много модификаций.

Термостерилизация (термоабиоз). Это обработка продуктов повышенной температурой. Наиболее распространенный способ термостерилизации – консервирование в герметической таре (плодоовощные консервы). Для стерилизации также используют токи высокой частоты (ВЧ) и ультравысокой частоты (УВЧ).

Химстерилизация (химабиоз). Продукты обрабатывают химическими веществами, убивающими микроорганизмы (антисептиками) и насекомых (инсектицидами). Применение данных средств ограничено прежде всего тем, что многие из химических соединений ядовиты для человека. В производстве применяют бензоат натрия, сернистую кислоту, сернистый ангидрид (сульфитация), сорбиновую кислоту. Химическим способом консервируют зерно с повышенной влажностью, предназначенное на кормовые цели.

Механическая стерилизация. Микроорганизмы удаляют из продукта фильтрованием или центрифугированием. Пропуская через обеспложивающие фильтры, задерживающие дрожжевые клетки плодово-ягодных соков, их частично стерилизуют без нагревания.

Лучевая стерилизация. Для обработки применяют ультрафиолетовые, инфракрасные, рентгеновские и гамма-лучи.

2.1.4. Виды порчи и потерь растениеводческой продукции при доработке и хранении

Различают два основных вида потерь продукции при хранении – потери **массы** и потери **качества**. В большинстве случаев эти потери взаимосвязаны, т. е. потери в массе сопровождаются потерями в качестве, и наоборот. Потери в массе, как правило, связаны с уменьшением количества 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 продукции, в снижении ее потребительной стоимости. Эти потери можно учесть при сортировке и теххимическом контроле качества.

По природе потери могут быть **механическими** (физическими) и **биологическими**. Грубое механическое воздействие на зерно, овощи и плоды приводит к **травмам**, которые являются наиболее распространенными причинами механических потерь. Также могут происходить **просьты** (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, 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.

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.

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; скормливание свиньям на откорме зерна пшеницы вместо ячменя приводит к снижению привесов. Причины скрытых потерь – организационно-экономические.

2.1.5. Характеристика зерновой массы как объекта доработки и хранения

Зерно и семена различных культур принято называть зерновой массой. Любая зерновая масса состоит из зерен основной культуры, составляющих как по объему, так и по количеству основу всякой зерновой массы, примесей, микроорганизмов. Кроме указанных постоянных компонентов в отдельных партиях зерна могут присутствовать насекомые и клещи. В связи с этим при хранении и обработке любой зерновой массы ее следует рассматривать, прежде всего, как комплекс живых организмов.

Влияние на состояние и качество зерновой массы в той или иной степени может оказывать каждая группа данных организмов при условии проявления их жизнедеятельности.

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

Наличие всех примесей отрицательно отражается на качестве продуктов, получаемых из зерна, уменьшает выход продукта при переработке. Многие примеси отрицательно влияют на сохранность зерновых масс. Семена сорных растений, попадающие в зерновую массу в период уборки, могут вызывать самосогревание, так как содержат влаги на 10...20 % больше, чем зерно основной культуры. При транспортировке и перемещении зерновых масс в результате встряхиваний и падений легкие примеси, щуплые зерна, семена сорных растений перемещаются к поверхности, а тяжелые уходят вниз, в связи с чем происходит самосортирование. В результате в зерновой массе образуются неоднородные по физиологической активности и скважистости участки.

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

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

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

К зерновой относят примесь, которая в меньшей степени отличается по химическому составу от основного зерна и поэтому менее отрицательно влияет на качество продуктов переработки зерна и его кормовые достоинства. Часть этой примеси может быть оставлена в зерновой массе, подготовленной для переработки или на фуражные цели. В состав зерновой примеси входит примесь неполноценных

зерен основной культуры (битые и изъеденные в количестве 50 % их массы, давленные, шуплые (сильно недоразвитые, сморщенные), незрелые (с зеленоватым оттенком), легко деформирующиеся при надавливании, проросшие (с вышедшими за пределы покровов корешками или ростками), поврежденные самоогреванием или сушкой) и зерна других культурных растений, которые по химическому составу и по использованию близки к зернам основной культуры. Например, в пшенице к этой фракции относят зерна ржи, ячменя.

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

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

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

Присутствие в зерновой массе различных компонентов придает ей специфические свойства, которые необходимо учитывать при обработке и хранении.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Вследствие дыхания зерна и низкой теплопроводности зерновой массы в ней может возникать повышение температуры – самоогревание. При этом температура может повышаться до 55...65 °С и

даже до 70...75 °С, что приводит к значительному ухудшению качества зерна. Самосогревание – комплексное явление, которое возникает в результате активной жизнедеятельности зерна основной культуры, семян сорных растений, микроорганизмов, насекомых и клещей.

Интенсивность самосогревания зависит от нескольких факторов.

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

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

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

Физиологическая активность зерновой массы. Партии свежесобранного зерна, не прошедшие послеуборочного дозревания, а также незрелое, проросшее зерно характеризуются повышенной физиологической активностью. Они менее устойчивы при хранении и в них раньше возникает самосогревание.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.6. Послеуборочная обработка зерна

Послеуборочная обработка – это комплекс взаимосвязанных технологических транспортных операций по приемке, очистке, сушке и активному вентилированию зерна. В настоящее время широкое распространение получила обработка зерна в потоке, которая представляет собой систему операций, проводимых в определенной последовательности и выполняемых одна за другой. При этом можно совмещать самые разнообразные операции обработки зерна в зависимости от особенностей культуры, исходного качества, метеорологических условий, целевого назначения и материально-технической базы предприятия.

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

Схема приемки и обработки зерна в потоке может включать следующие операции: определение качества (влажность, засоренность); взвешивание; разгрузка; предварительная очистка (удаление грубых примесей); временное хранение с активным вентилированием; сушка; первичная очистка (доведение зерна до заготовительных кондиций). Для семенных партий дополнительно: вторичная очистка (доведение зерна до посевных кондиций); специальная очистка (удаление трудноотделимых примесей); пневмосортирование.

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

Очистка зерна преследует следующие цели: повышение семенных качеств; улучшение условий хранения; снижение транспортных расходов на перевозку; снижение зараженности вредителями хлебных запасов; создание благоприятных условий для сушки. Очистка зерна считается эффективной, если содержание сорной примеси после нее составляет не более 2 %, зерновой – не более 5, вредной – не более 0,2 %.

Зерно очищают по следующим признакам: аэродинамическим свойствам; ширине и толщине зерна; длине зерна; плотности зерна; форме и состоянию поверхности зерна; металломагнитным свойствам. Если указанные свойства зерна и примесей различны, то их можно очень легко разделить на соответствующих зерноочистительных машинах. Если примеси по физико-механическим свойствам сходны с зерном основной культуры, то их называют трудноотделимыми. Полностью очистить зерновую массу от трудноотделимых примесей очень сложно.

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

По назначению зерноочистительные машины подразделяют на машины для предварительной очистки (ворохоочистители), машины для первичной и вторичной очистки и сортирования зерна, специальные машины для дополнительной обработки семян, универсальные (рис. 1).

Сушка. Зерно сушат для понижения его влажности до кондиционной, при которой его можно хранить длительное время без порчи и потерь. Все способы сушки зерна и семян основаны на их сорбционных свойствах. Кроме того, сушка зерна характеризуется важной особенностью: зерно – живой организм, и в процессе сушки его жизнедеятельность должна быть полностью сохранена.

Влагоотдающая способность зерна различных культур неодинакова. Так, зерно гречихи обладает большей влагоотдающей способностью, чем зерно пшеницы, овса, ячменя и ржи, которые, в свою очередь, отдают влагу легче, чем зерно кукурузы. Самой низкой влагоотдающей способностью обладают семена бобовых – в 5...7 раз ниже, чем зерно пшеницы.

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

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

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



Для предвари-
тельной очистки



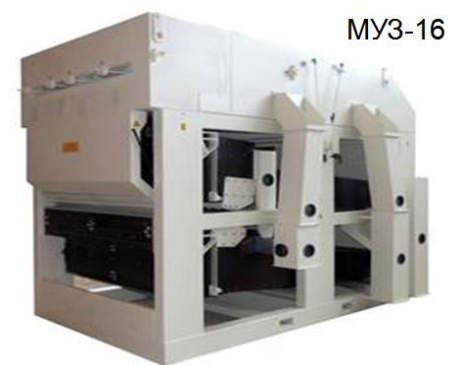
Для первичной
очистки



Для вторичной
очистки



Для специальной
очистки



Универсальные
машины

Рис. 1. Машины для очистки зерна

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

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

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

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

1. Зерносушилки должны обеспечивать полное сохранение и улучшение качества зерна. Нагрев и сушка должны происходить равномерно при надежном контроле температуры и влажности. Механическое травмирование зерна и его унос с отработавшим агентом сушки должны быть исключены.

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

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

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

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

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

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

По конструктивным особенностям сушильных камер различают сушилки напольные, барабанные, шахтные, колонковые (рис. 2).



Рис. 2. Типы зерносушилок:
а – напольная; б – барабанная; в – шахтная; з – колонковая

Поскольку важнейшим показателем правильности технологического процесса сушки является температура нагрева зерна, то ее проверяют систематически. Температура не должна превышать предельно допустимые нормы. Съем влаги за один проход через зерносушилку не должен превышать 6 % для большинства злаковых и 3...4 % для бобовых, а также кукурузы, риса, проса и гречихи. При несоблюдении этого требования зерна повреждаются.

Активное вентилирование зерна. Активным вентилированием называют принудительное продувание зерновой массы воздухом без ее перемещения, что возможно благодаря скважистости зерновой массы. В зависимости от назначения различают следующие виды вентилирования.

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

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

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

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

Вентилирование для ликвидации самосогревания зерна – основной способ борьбы с возникшим самосогреванием. Вентилировать согревающееся зерно атмосферным воздухом можно круглосуточно при любой погоде.

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

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

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

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

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

Для охлаждения зерна наружным воздухом в процессе активного вентилирования необходимо, чтобы температура воздуха была ниже температуры зерна. Организуя работу на установках для вентилирования, следует учитывать колебания температуры воздуха в течение суток. В то же время следует учитывать и то, что в процессе охлаждения зерна более холодным атмосферным воздухом происходит не только тепло-, но и влагообмен между воздухом и зерном. Содержание влаги в зерне всегда стремится прийти в соответствие с количеством влаги в окружающей среде – к равновесной влажности. Вентилировать зерно независимо от его влажности и относительной влажности воздуха

рекомендуется лишь в том случае, если наружный воздух холоднее зерна в ясную погоду на 4 °С, а в дождливую и туманную – на 8 °С. Во всех остальных случаях необходимо учитывать влажность зерна и относительную влажность воздуха и проверять целесообразность активного вентилирования. Следует иметь в виду, что только определенная интенсивность продувания зернового слоя обеспечивает сохранение семенных и продовольственных качеств зерна.

С наступлением морозов зерно можно охладить до отрицательных температур. Однако при этом следует учитывать, что низкая температура задерживает процесс физиологического дозревания зерна, а при влажности свыше 23 % приводит к снижению посевных качеств, поэтому влажное семенное зерно не рекомендуется охлаждать до температуры ниже 2...5 °С.

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

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

Для активного вентилирования зерна используются различные установки: стационарные (СВУ), телескопические (ТВУ), напольные сушилки, аэрожелоба, бункеры активного вентилирования различной конструкции и др. (рис. 3).

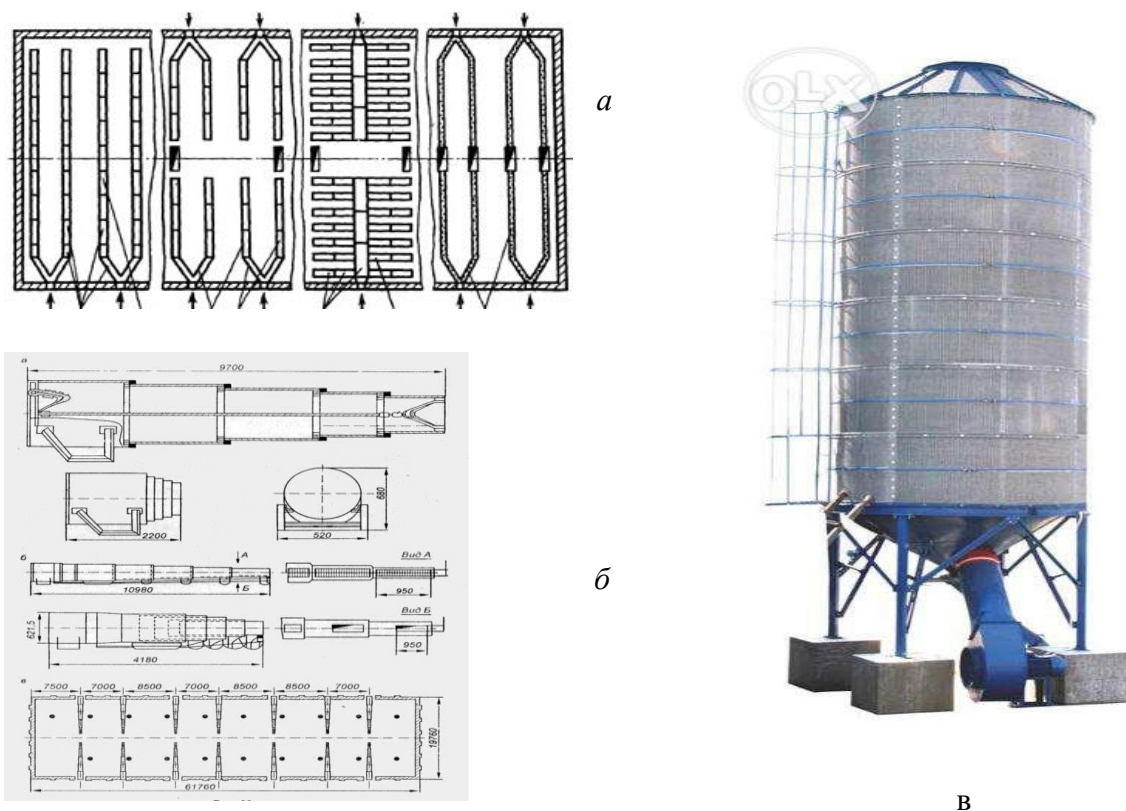


Рис. 3. Установки активного вентилирования:
а – стационарные; *б* – телескопические; *в* – бункер активного вентилирования

Современные зерноочистительно-сушильные комплексы и зернохранилища изначально имеют оборудование для активного вентилирования (бункеры для сырого зерна, вентилируемые силосы и др.).

2.1.7. Режимы хранения зерна

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

Хранение зерновых масс в сухом состоянии. Этот режим, базирующийся на принципе ксероанабиоза, основан на том, что в зерне с влажностью до критической все физиологические процессы протекают очень медленно и практически не имеют значения. Объясняется это отсутствием свободной воды, которая могла бы принимать участие в процессе обмена веществ в клетках зерна. Отсутствие свободной воды не дает возможности развиваться и микроорганизмам. В сухой зерновой массе из-за недостатка влаги прекращается также развитие клещей и в значительной степени замедляется жизнедеятельность многих насекомых. Это основной режим хранения зерна любого целевого назначения в течение нескольких лет (4...5).

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

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

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

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

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

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

С наступлением весеннего потепления во всех зернохранилищах принимают меры, обеспечивающие сохранение в зерновой массе низких температур. В складах с началом потепления следует закрывать окна, двери, а также вентиляционные каналы. Переходить на летние режимы хранения нужно постепенно, так как возможна конденсация водяных паров в верхних слоях насыпи, которая может привести к самосогреванию зерновой массы.

На каждом предприятии обязательно необходимо составлять план по переводу зерна на зимнее хранение. В этом плане определяют очередность обработки партий в зависимости от их состояния, намеченных сроков хранения и целевого назначения.

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

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

Бескислородные условия хранения достигаются несколькими методами.

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

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

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

Химическая консервация зерна – направленное замедление или прекращение жизненных функций отдельных компонентов зерновой массы при хранении путем обработки ее различными химическими средствами.

Химическая консервация зерна позволяет предохранить его от развития вредителей, подавить жизнедеятельность микрофлоры в зерновой массе повышенной влажности, ликвидировать самосогревание зерна.

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

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

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

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

2.1.8. Способы хранения зерна

Хранение зерна может быть временным (краткосрочным) и длительным (долгосрочным). Первое исчисляется в сутках или месяцах (1...3), второе длится от нескольких месяцев до нескольких лет. Хорошая сыпучесть зерновой массы позволяет хранить ее в различных емкостях, начиная от мешка и заканчивая большими силосами. Содержание зерна в мешках называется хранением в таре, а размещение в больших хранилищах – хранением насыпью (это основной способ хранения зерна).

Хранение в таре применяют лишь для некоторых партий посевного материала (элитные семена и семена первой репродукции). Также в таре хранят семена, обладающие хрупкой структурой (фасоль), содержащие эфирные масла, а также мелкосемянных культур. Обязательно хранят в таре калиброванные и протравленные семена кукурузы. Основные виды тары для зерна – тканевые и бумажные мешки.

Хранение зерна насыпью позволяет полнее использовать площадь и объем хранилища. При данном способе хранения имеется больше возможностей для механизированного перемещения зерновых масс, облегчается борьба с вредителями, удобнее организовывать наблюдение, отпадают дополнительные расходы на тару. Хранение насыпью может быть *напольным, закропным или силосным* в зависимости от конструкции хранилища (рис. 4). *Напольные зернохранилища* – это одноэтажные здания с механизмами для разгрузки и выгрузки зерна. Напольные зернохранилища строят с горизонтальными или наклонными полами. *Закропные зернохранилища* используют для хранения нескольких партий

или сортов зерна. *Силосом* называется емкость для хранения зерна, высота которой более чем в 1,5 раза превышает ее диаметр.



Рис. 4. Способы хранения зерна насыпью:
а – напольное; б – закромное; в – силосное

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

Способ хранения зерна и семян в значительной степени определяет конструктивные особенности зернохранилищ. Все они должны обеспечивать надежную сохранность зерновой массы, не допуская количественные потери и снижение качества. Для этого в каждом хозяйстве перед уборкой урожая, его обработкой и размещением необходимо провести определенные профилактические мероприятия. К ним относят тщательную механическую очистку всех объектов с последующим уничтожением (лучше всего сжиганием) сметок и отходов. Используемые отходы должны быть обеззаражены и размещены на хранение в отдельном месте. Все объекты обследуют на зараженность и проводят их дезинсекцию (уничтожение насекомых-вредителей). Перед дезинсекцией хранилища обязательно очищают с использованием промышленных пылесосов. При этом очищают стены, перегородки, полы, окна, двери, щиты и т. д. В складах со стационарными установками для активного вентилирования зерна и аэрожелобами очищают каналы и решетки этих установок. Одновременно со складами очищают все связанные с ними помещения и линии для обработки зерна. Очистку элеваторов и зерносушилок начинают с верхних этажей.

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