



664.7
М23

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В. И. МАНЖЕСОВ, И. А. ПОПОВ, Д. С. ЩЕДРИН

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ



МОСКВА «КолосС» 2005

664.7 (075.52)
664.8 (075.52)
УДК 633/635.004.4 (075.32)
ББК 41.47я723
М23
631.56.3 (075.32)

Редактор Л. Л. Кожина

Рецензент О. Н. Коваленко

Библиотека ГГАУ



1010036197

Манжесов В.И., Попов И.А., Щедрин Д.С.
М23 Технология хранения растениеводческой продукции. —
М.: КолосС, 2005. — 392 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия

ISBN 5—9532—0157—5

В учебном пособии с учетом передового отечественного и зарубежного опыта в области хранения растениеводческой продукции изложены сведения о процессах, протекающих в зерновых массах, картофеле, овощах и плодах в период хранения. Рассмотрены теоретические основы хранения растениеводческой продукции, режимы и способы хранения зерновых масс и сочных растительных объектов.

УДК 633/.635.004.4 (075.32)
ББК 41.47я723

ISBN 5—9532—0157—5

© Издательство «КолосС», 2005

Сохранение и рациональное использование всего выращенного урожая и получение максимума изделий из сырья — одна из основных государственных задач. Важнейший источник пополнения продовольственного фонда — сокращение потерь растениеводческой продукции при уборке, транспортировке, хранении и переработке. В области хранения растениеводческой продукции скрыты огромные резервы. Прибавка в ресурсах потребления может составить до 20 %, а по некоторым видам продукции и до 30 %. При этом затраты на устранение потерь растениеводческой продукции значительно ниже, чем на ее выращивание.

Овладение технологией сохранения урожая требует хорошей эрудиции, агрономических и технических знаний. Сейчас назрела необходимость целенаправленной и тщательной подготовки специалистов для этой специфичной и крайне ответственной отрасли.

Особенность дисциплины «Технология хранения растениеводческой продукции» состоит в том, что ее главная задача — научить студентов предупреждать и устранять потери сырья и получаемой из него продукции. Эта технология учит бережливому использованию растениеводческого сырья, такой его обработке, при которой всякий отход превращается в продукт высокой ценности.

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

Проблема повышения качества растениеводческой продукции — комплексная и очень сложная. В ее разрешении участвуют специалисты многих отраслей народного хозяйства. Особенно велика в этом деле роль науки (биологии, селекции, семеноводства, генетики, агрономии, технологии, экономики).

Проблемами повышения качества хранения и технологии растениеводческих продуктов занимались выдающиеся ученые К. А. Тимирязев, Д. Н. Прянишников, Н. И. Вавилов, С. В. Пустовойт, П. П. Лукьяненко, А. Л. Мазлумов и др. Причины потерь хорошо

показаны одним из основателей биохимической науки А. И. Опариним, который указывал, что так называемые потери продуктов, происходящие при хранении, являются по существу налогом на наше невежество и незнание внутренних биохимических процессов, происходящих в клетках и тканях зерна, свеклы, картофеля и другого растительного сырья.

Хранение большого количества продуктов потребовало изучения их свойств как объектов хранения. В связи с этим для разработки научных основ хранения, а также переработки сельскохозяйственных продуктов в нашей стране было создано много отраслевых научно-исследовательских институтов.

В настоящее время в арсенале науки существует много разработок, внедрение которых позволило бы сократить потери при хранении до минимума и значительно улучшить качество продукции. Так, на основе научных экспериментов и обобщения многолетнего производственного опыта разработаны научно обоснованные рекомендации по хранению зерна, картофеля и плодоовощной продукции, в частности определены оптимальные параметры температурного, влажностного и воздушного режимов хранения не только для отдельных культур, но и для многих распространенных сортов (это так называемые сортовые технологии хранения); в значительной степени изучено влияние условий выращивания продукции (удобрения, орошение, различие почв, сроки посева, посадки и уборки) на ее сохранность.

Рекомендованы определенные сорта для длительного хранения продукции в свежем виде и для переработки (консервирование, квашение, соление, изготовление соков, чипсов, крупы и т.д.). В настоящее время созданы проекты зернохранилищ, картофелехранилищ, овоще- и плодохранилищ для различных климатических зон страны. В них предусмотрены активное вентилирование, холодильные установки, средства механизации и другое оборудование, обеспечивающее оптимальные условия для сохранения продукции. Разработан и широко апробирован в производстве метод хранения плодоовощной продукции в регулируемой газовой среде (РГС), который практически без потерь обеспечивает ее длительную сохранность.

Разработана и рекомендована для внедрения в производство разнообразная тара (контейнеры, ящики, мешки из полимерных материалов, поддоны), необходимая для транспортирования продукции и хранения ее без механических повреждений и потерь.

Задача специалистов — применять на практике полученные знания в области хранения растениеводческой продукции с учетом условий конкретного предприятия.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ. ВИДЫ ПОТЕРЬ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ПРИ ХРАНЕНИИ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА

Под качеством растениеводческой продукции понимают совокупность свойств и признаков, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с назначением.

К качеству растениеводческой продукции предъявляют эстетические, физиологические и технологические требования.

Любой растениеводческой продукции присуще большое разнообразие свойств. Тем не менее все их можно разделить на три основные группы:

физические (форма, окраска, консистенция, плотность и т.п.); химические (содержание жиров, белков, углеводов, витаминов и др.);

биологические (способность сохраняться без больших потерь массы, улучшение товарных и пищевых качеств).

Свойство продукции — это ее объективная особенность, которая может проявляться при выращивании, подработке, хранении и потреблении. Для объективной оценки качества продукции ее свойства необходимо выразить количественно с помощью показателей качества.

Показатель качества — это качественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, рассматриваемая применительно к определенным условиям производства. Каждый показатель качества выражают в определенных единицах и баллах. По количеству характеризующих свойств показатели могут быть единичными и комплексными.

Единичный показатель качества характеризует одно из свойств продукции (всхожесть, влажность, натура и т.д.). К единичным относятся показатели: назначения; надежности; долговечности; технологичности; эргономичности; эстетические; экономические.

Показатели назначения характеризуют полезный эффект от использования продукции по назначению и определяют область ее применения. Показатели надежности и долговечности характеризуют способность сельскохозяйственных продуктов сохранять свое первоначальное качество в течение определенного промежутка времени. В частности, для плодов и овощей это свойство назы-

вают лежкостью. Показатели технологичности характеризуют возможность обеспечения высокой производительности труда при производстве данной продукции; эргономические — систему «Человек — изделие — среда». Они охватывают все факторы, влияющие на работающего человека, — санитарные и защитные требования, предъявляемые на всех стадиях производства. Экономические показатели характеризуют затраты на производство, хранение и потребление продукции.

Комплексный показатель качества продукции характеризует несколько ее свойств. К комплексным показателям, в частности, относят сортность продукции. Например, яблоки поздних сортов подразделяют на высший, 1, 2, 3 сорта в зависимости от размеров, внешнего вида и степени повреждения плодов. Комплексным показателем является и уровень качества — это степень соответствия оцениваемой продукции требованиям действующих стандартов.

Значение показателя качества может быть базовым (базисным), относительным, номинальным, предельным, оптимальным. Базовое или базисное значение показателя — это значение, принятое за основу при сравнительной оценке качества. Относительное значение — это отношение значения показателя качества оцениваемой продукции к базисному значению этого показателя.

РАЗНОВИДНОСТИ КОНТРОЛЯ И МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Контроль качества продукции — очень важный вопрос. Объекты контроля в данном случае — средства производства, технологические процессы и готовая продукция.

Контроль качества продукции — это контроль количественных и качественных характеристик свойств продукции. Различают производственный и эксплуатационный контроль. Производственный контроль осуществляют на стадии производства, эксплуатационный — на стадии потребления.

В зависимости от этапа процесса производства различают входной, операционный, приемочный и инспекционный виды контроля.

Входной контроль означает проверку соответствия технических данных продукции требованиям стандартов.

Операционный контроль — это контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения операции. Этот вид контроля применяют наиболее часто: контроль за очисткой и сушкой зерна, активным вентилированием, контроль условий хранения и т.д.

Приемочный контроль широко распространен в производстве. Это контроль продукции, по результатам которого принимают решение о ее пригодности к использованию.

Инспекционный контроль осуществляют с целью проверки.

В зависимости от полноты охвата контроль может быть сплошным, выборочным, летучим, непрерывным и периодическим.

Сплошной контроль — проверка каждой единицы продукции в партии.

Выборочный контроль — решение о качестве принимают по результатам выборки из партии. Эффективность его обусловлена внезапностью.

Непрерывный контроль — поступление информации о контролируемых параметрах — происходит непрерывно. Для этого используют различные приборы (гигрографы, термографы и др.).

Периодический контроль — поступление информации о контролируемых параметрах через установленные промежутки времени (например, раз в сутки).

В настоящее время существуют следующие способы определения качества сельскохозяйственной продукции: измерительный, регистрационный, расчетный, органолептический, социологический, экспертный.

Измерительный метод основан на измерении и анализе показателей при помощи приборов и выражается в количественных показателях. В зависимости от вида приборов и принципа их работы измерительные методы подразделяют на физические, химические, физико-химические, микроскопические, биологические, физиологические, технологические.

Регистрационный метод заключается в наблюдении и подсчете числа определенных событий, предметов или других факторов, например числа бракованных или дефектных изделий. Сюда же относится хронометраж — определение интенсивности и периодичности определенных факторов.

Расчетный метод осуществляется на основе теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров.

Органолептический метод определения показателей качества продукции осуществляется на основе анализа восприятия органов чувств человека (зрения, обоняния, слуха, осязания, вкуса). Этим методом определяют внешний вид, вкус, запах, цвет и другие показатели. Метод прост и быстр, но субъективен, т. е. связан с особенностями человека.

Социологический метод предусматривает определение показателей качества продукции на основе сбора и анализа мнений потребителей (устно или с помощью анкет).

Экспертный метод основан на определении числовых значений показателей качества продукции на базе решений специалистов — экспертов. Эксперта привлекают в исключительных случаях, когда другие методы не дают определенных результатов или когда проводится аттестация продукции.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ И ХРАНЕНИИ

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

Каждый из этих факторов можно разделить на субъективный и объективный. К субъективным факторам относят те, которые непосредственно связаны с деятельностью человека: уровень квалификации, общеобразовательный и культурный уровни, личные свойства и устремления, заинтересованность работника в результате труда и т.п. Сюда же следует отнести факторы, связанные с психологией человека, со сложившимися привычками и навыками.

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

Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства, различны на каждом этапе производства. Всего таких этапов семь.

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

2. *Условия выращивания* — географическое положение, почва, предшественники, удобрения, орошение, болезни и вредители, метеорологические условия года, состояние техники и пр. По-

чвенно-климатические условия, в которых развиваются растения, определяют размер урожая, химический состав и качество получаемой продукции. Например, выпадение осадков в предуборочный и уборочный периоды приводит к увлажнению зерна. В этом случае оно будет нестойким при хранении. Ранние заморозки или засушливая погода в период налива хлеба вызывает образование дефектного зерна (морозобойного, шуплого) с пониженными показателями качества и неустойчивостью при хранении. Повреждение растений на корню полевыми вредителями также снижает урожай и ухудшает его качество. Попадание в партии убираемой продукции различных растительных остатков, а иногда и вредных примесей требует срочной очистки и сортировки этих партий, а также раздельного их размещения. Иногда в период развития растений на них развиваются фитопатогенные микроорганизмы, вызывая различные болезни растений. Все это ограничивает использование продукции по прямому назначению и снижает срок ее хранения.

3. *Условия уборки* — сроки и способы уборки, состояние техники и погодные условия, урожайность и назначение убираемой продукции. В различных климатических зонах страны условия уборки разные. Кроме того, в пределах одной зоны погодные условия существенно влияют на качество продукции. Например, в дождливую погоду во время уборки зерно увлажняется, теряет свой естественный цвет (обесцвечивается), в нем усиливаются физиолого-биохимические процессы и жизнедеятельность микроорганизмов, что может привести к ухудшению качества зерновой массы при хранении вследствие самосогревания. Еще один пример — морковь. Убранная раньше срока, невызревшая, с меньшим количеством сахара и каротина, с повышенным содержанием влаги, она также обладает пониженной устойчивостью при хранении. Такие корнеплоды быстро увядают и поражаются болезнями. Если убрать морковь на месяц позже оптимального срока, корнеплоды перезревают, трескаются и также становятся нестойкими при хранении.

4. *Транспортирование урожая* — вид и состояние транспорта и тары, расстояние перевозок, время, погода, состояние дорог и пр. С момента после уборки и доставки потребителю происходят количественные и качественные изменения продукции. Степень этих изменений и величина потерь зависят от того, как проведены уборка, сортировка, калибровка, упаковка и перевозка продукции. При соблюдении всех правил качество и количество продукции изменяются незначительно. При нарушении правил качественные и количественные потери могут достигать огромных размеров, поэтому доставку продукции до потребителя следует считать одним из важнейших факторов снижения потерь. Низкое качество поступающих в торговую сеть овощей часто связано не с их низкими сортовыми показателями, а с тем, что они не прошли со-

ответствующую товарную обработку и неправильно транспортировались.

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

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

5. *Первичная обработка* — своевременность, вид и способ обработки, погодные условия, состояние и типы машин. Например, стойкость зерна при хранении в значительной степени зависит от тех условий, в которых оно находилось до момента поступления в хранилище. Состояние поступающего зерна ухудшается, если после уборки его не обрабатывают на токах, а хранят в открытых, незащищенных от внешних условий местах. Зерно при этом может увлажняться и даже прорасти. В зерновую массу проникают вредители хлебных злаков, обитающие в прошлогодних органических остатках. При отсутствии постоянного контроля зерно может полностью испортиться вследствие самосогревания.

6. *Хранение урожая* — подготовка к хранению, способы и режимы хранения. Большую роль играет организация контроля за хранящейся продукцией. Чтобы избежать необоснованных потерь, специалист должен знать, как правильно подготовить продукцию к длительному хранению, а хранилище — к приему нового урожая; изучить и применять на практике современные способы хранения; знать оптимальный режим хранения каждого вида продукции и уметь управлять им.

7. *Переработка на предприятиях* — переработка и консервирование (в широком смысле) растениеводческой продукции так же, как и хранение в свежем виде, направлена на ее сохранение и подготовку к использованию в пищу или для дальнейшей переработки. В переработанной продукции процессы обмена прекращаются. Основная задача при переработке состоит в том, чтобы не снизить качество поступающей продукции, а при определенных условиях — повысить его. Это зависит от таких факторов, как рецептура вырабатываемого продукта, применяемое оборудование, режим технологического процесса. Такие прогрессивные технологии переработки, как асептическое консервирование, сублимационная сушка, технология комплексного использования сырья с максимальным выходом продукции и другие позволяют получать продукцию высокого качества.

И наконец, на всех перечисленных этапах производства основ-

ными влияющими факторами являются квалификация специалистов и степень освоения техники и технологии.

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

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

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

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

Огромный вред хранящейся продукции наносит самонагревание. Под действием высоких температур интенсивность дыхания еще больше усиливается, начинают активно развиваться микроорганизмы и продукция портится. Такую продукцию нельзя использовать ни в пищу, ни на корм скоту, ни в переработку.

Однако одной из основных причин потери качества и количества продукции остаются болезни, которые вызываются микроорганизмами. В растениях и их плодах содержится много воды, в которой растворены легкодоступные питательные вещества. Благодаря этому убранный урожай служит прекрасным субстратом для развития микроорганизмов, поэтому на убранной продукции в период хранения поселяются и быстро развиваются возбудители различных заболеваний. Влияние болезней на продукцию в период

хранения особенно вредно. Это относится также и к вредителям продовольственных запасов. Борьб с ними в хранилищах труднее, чем в поле, по следующим причинам:

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

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

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

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

ПОТЕРИ ПРОДУКТА

Любая масса растениеводческой продукции — это созданная человеком экологическая система, в которой живые организмы и неживая окружающая среда взаимодействуют друг с другом. Порча продукции при хранении происходит в результате взаимодействия физических, химических и биологических факторов. В этой экологической системе наиболее важным живым организмом является сам объект хранения. Например, зерно и зерновая масса обладают несколькими физическими (например, сквашиваемость, самосортирование, сорбция) и биологическими (долговечность, дыхание, послеуборочное дозревание) свойствами, которые зависят в основном от условий окружающей среды. Абиотическая среда также включает различные факторы: физические (температура); неорганические химические (углекислый газ, кислород); физико-химические (влажность и множество органических соединений, которые являются побочными продуктами биологической активности). Важнейшие биотические факторы растительной массы — микроорганизмы, насекомые и теплокровные вредители.

Поскольку порча продукции происходит в результате экологических взаимодействий биотических и абиотических факторов на протяжении определенного периода времени, она может быть установлена и предотвращена. Таким образом, исходя из природы хранимых продуктов и возможных потерь, возникает необходимость защиты их от активного воздействия микроорганизмов и вредителей, а также создания условий, препятствующих интенсивному обмену веществ в клетках.

Различают два вида потерь продуктов при хранении: по массе и по качеству, которые в большинстве случаев взаимосвязаны.

По своей природе потери могут быть физическими и биологическими.

К *физическим* относят: травмы, распыл, просыпи, подвяливание.

Биологические потери — дыхание, прорастание, развитие микроорганизмов, насекомых и клещей, самосогревание, уничтожение продукции грызунами и птицами.

Потери массы. Уменьшение массы продукта при хранении может произойти вследствие физических явлений и биологических процессов. Пример физических потерь — испарение части влаги из продукта в окружающую среду. Однако в различных продуктах этот процесс оценивается по-разному. Так, если большую потерю влаги в картофеле, овощах и плодах без признаков их увядания признают закономерной и учитывают в общей норме потерь, то при хранении зерна и семян снижение их влажности вследствие испарения не считают потерей, а рассматривают как положительное явление.

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

Значительными могут быть потери массы вследствие различных биологических процессов, главным образом в результате потери питательных веществ при дыхании.

Еще большие потери бывают при размножении в продукте микроорганизмов и насекомых-вредителей. Однако правильная организация хранения обычно исключает активную деятельность микрофлоры и насекомых, поэтому потери под воздействием этих организмов нельзя признать закономерными. Потери в массе продуктов вследствие просыпей, уничтожения грызунами и птицами могут быть объяснены только неправильным хранением.

Практика и эксперименты, специально поставленные в условиях производства, показали, что при соблюдении правил хранения потери зерновых составляют за год хранения от 0,03 до 0,07 % массы сухого вещества. Картофель, морковь и многие другие продукты плодовоовощной группы можно сохранить с потерей 2...4 % массы за весь сезон хранения. Чем больше отклоняются условия хранения от оптимальных, тем больше потери массы. Так, при самосогревании зерна потери массы могут достигать более 10 % при значительном снижении или полной потере качества. Доступ гры-

зунов и птиц к местам хранения вообще делает потери беспредельными. При плохом хранении картофеля, овощей и плодов потери достигают 20...30% и более. Таким образом, потери растительных продуктов по массе при хранении неизбежны, но при правильном режиме они не превышают установленных норм и даже могут быть значительно меньше.

Потери качества. При правильной организации хранения продукта понижение его качества исключается. Оно возможно лишь при длительном сроке хранения, превышающем долговечность продукта. Долговечность продукта — это период времени, в течение которого продукт сохраняет свои семенные, технологические и продовольственные свойства. Устойчивость некоторых продуктов (овощей, картофеля, плодов) при хранении и связанную с этим возможную продолжительность хранения называют лежкостью.

Природа многих растительных объектов такова, что при правильном хранении в начальный период происходят процессы созревания, улучшающие их пищевые, семенные или технологические свойства. Хорошо известно, например, послеплодочное созревание семян, плодов томатов, зимних сортов яблок и т.д. Понижение качества продуктов при хранении (за исключением превышения предела долговечности) происходит главным образом вследствие нежелательных процессов: прорастания, действия микроорганизмов и насекомых, порчи и загрязнения грызунами и птицами, травмирования.

Лабораторная работа № 1

Отбор точечных проб, составление объединенной и средней пробы зерна

Цель работы. Научиться применять на практике правила отбора образцов зерна, по которым оценивают весь объем продукции.

1. Ознакомиться с устройством и зарисовать зерновые шупы различных конструкций (вагонный, конусный, мешочный, цилиндрический, ковшовый). Изучить устройство и работу делительного аппарата БИС-1.

2. Записать правила отбора точечных проб, составления объединенной пробы, выделения среднего и среднесуточного образца.

3. Зарисовать схему отбора точечных проб от партий зерна, находящихся в автомобиле, вагоне или на складе. Дать определение терминам: точечная проба зерна, объединенная проба, навеска для анализа зерна.

4. Изложить порядок проведения анализа среднего образца зерна.

5. Выделить среднюю пробу зерна. Зарегистрировать пробу, выделенную для анализа. Заполнить лицевую сторону аналитической карточки.

Аналитическая карточка № ____ на зерно

« ____ » _____ месяц 200 ____ г.

Пункт _____ Удостоверение № _____

Область (край), республика _____

Род зерна _____ урожай _____ года Проба отобрана _____

_____ дата отбора пробы _____ проба № _____ масса пробы _____
 Станция отправления _____ Отправитель _____
 Вагон № _____ накладная № _____ пароход (название) _____
 Масса партии _____ кг, число мест _____ (или насыпью).
 Местонахождение, № склада, силоса _____
 Складская марка _____
 Станция назначения _____

Адрес _____

Что требуется определить _____

Наружный осмотр партии

Однородность _____

Зараженность _____

Состояние вагона, судна, тары _____

Подпись лица, производившего осмотр партии
и отобравшего образец _____

6. Исходя из конкретной партии зерна и способа ее транспортирования или хранения (выдается преподавателем) заполнить таблицу:

Условия расположения партии	Число мешков	Вид шува	Количество пунктов	В каких слоях	Всего точечных проб	Масса объединенной пробы
-----------------------------	--------------	----------	--------------------	---------------	---------------------	--------------------------

Автомашина
длинной до 3,5 м
Автомашина
длинной 3,5—4,5 м
Автомашина
длинной более 4,5 м
Вагон двухосный
Вагон четырехосный
Вагон-зерновоз
Склад насыпью
Силос элеватора
Мешки
Бунт

7. Указать правила оформления партий зерна различного целевого назначения.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие требования предъявляют к качеству сельскохозяйственных продуктов? 2. Какие виды контроля качества продукции применяют в настоящее время? 3. Какие факторы влияют на качество сельскохозяйственной продукции? 4. Какие

существуют виды потерь продукции по массе и качеству? 5. Укажите пути повышения качества растениеводческой продукции в условиях современного сельского хозяйства

2

ГЛАВА

НОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

НОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА И СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ, ЗЕРНОБОБОВЫХ, МАСЛИЧНЫХ И ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

В нынешних условиях на свободный рынок зерна кроме традиционных продавцов и покупателей (колхозы, совхозы, фермеры и хлебоприемные предприятия) устремились тысячи новых торговцев, которые плохо знают или совсем не знакомы с требованиями, предъявляемыми к качеству зерна в зависимости от его целевого назначения. В результате этого появилось много партий зерна, по качеству совершенно непригодных для выработки требуемой продукции.

Между тем известно, что чем выше качество зерна, тем легче и с меньшими затратами оно хранится и тем больше можно получить из него доброкачественных продуктов. Нормирование качества зерна в России вошло в систему стандартизации.

Стандарт — нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил и требований, предъявляемых к объекту стандартизации и утвержденный соответствующим компетентным органом.

В нашей стране разработана система кондиций (норм), которые строго регламентируют нормы качества зерна в зависимости от его назначения. В практике производства, торговли, обработки, хранения и переработки зерна применяют кондиции посевные, общеторговые (базисные и ограничительные), промышленные (подразделяемые по отраслям промышленности), экспортные и специальные.

Посевные кондиции — нормы качества на семена и посевной материал. Лучшими являются семена, отвечающие требованиям 1-го класса стандарта. Высшие посевные кондиции уменьшают потребность в посевном материале, способствуют повышению урожайности и улучшению качества урожая. При отклонении качества семян от этих кондиций в худшую сторону делаются скидки с цены, сокращаются или совсем не выплачиваются сортовые надбавки. При значительном снижении качества семян считаются непригодными для посева.

Общоторговые кондиции — нормы качества зерна при торговле им на внутреннем рынке. Они подразделяются на базисные и ограничительные.

Базисные кондиции — основные нормы качества. Зерно, отвечающее этим нормам, принято считать эталоном, т.е. оно в весовом выражении засчитывается полностью. Оплата такого зерна осуществляется по полной закупочной цене без каких-либо скидок. Базисные кондиции служат не только основой для расчетов за зерно, но и его учета.

Зерно, отвечающее требованиям базисных кондиций, имеет полноценные пищевые, кормовые, технические и технологические достоинства. Из такого зерна вырабатывают высококачественную продукцию, соответствующую требованиям стандартов. Это зерно можно хранить и перевозить без дополнительных затрат на сушку и очистку. Если на рынке оказывается зерно по качеству лучше, чем предусмотрено базисными кондициями, то полагаются надбавки к закупочным ценам, а по влажности и сорной примеси — надбавки к физической массе.

Ограничительные кондиции — низшие нормы качества зерна и семян масличных культур, определяющие возможность закупки их в государственные ресурсы.

В новых условиях рынка зерна придерживаться ограничительных кондиций нет необходимости. Возможность покупки такого зерна будет определяться наличием у покупателя сушилок и зерноочистительных машин для обработки и доведения зерна до потребительских кондиций.

Зерно по качеству хуже ограничительных кондиций закупалось раньше в государственные ресурсы по разрешениям правительства с соответствующими повышенными скидками с цены. В условиях свободного рынка возможность покупки зерна пониженного качества будет определяться имеющимися у покупателя возможностями его обработки и реализации на технические цели, поскольку на продовольственные и сортовые нужды его использовать нельзя.

Промышленные кондиции — нормы качества зерна, содержащие конкретные требования, предъявляемые к зерну как к сырью соответствующих зерноперерабатывающих отраслей промышленности: мукомольной, крупяной, комбикормовой, пивоваренной, спиртовой, крахмало-паточной. Выход продукции из зерна в каждой из этих отраслей рассчитывают на основании установленных норм качества.

Специальные кондиции на зерно предусматривают нормы качества при закладке его в госрезерв, закупке в федеральный фонд, поставках специальным потребителям (военным, в районы Крайнего Севера, для выработки детского и диетического питания) и другие цели.

В зависимости от назначения зерна показатели его качества делятся на три группы.

1. Обязательные для всех партий зерна — признаки свежести и зрелости (внешний вид, запах и вкус), зараженность хлебными вредителями, влажность и содержание примесей.

2. Обязательные при оценке партий зерна некоторых культур для определенного целевого назначения — натура пшеницы, ржи, ячменя, овса; для крупяных культур — выровненность, содержание ядра и цветочных пленок; для пивоваренного ячменя — всхожесть и энергия прорастания (эти показатели обязательны для ржи, овса и проса, предназначенных на солодоращение в спиртовом производстве); в пшенице продовольственной необходимо определять стекловидность, количество и качество клейковины.

3. Дополнительные показатели качества, определяющие безопасность для людей и животных — токсические свойства зерна, остаточное количество пестицидов, содержание микотоксинов и др.

Свежесть. Нормально вызревшее, не подвергшееся неблагоприятным воздействиям зерно имеет свойственные ему форму, размеры, состояние покровных тканей, окраску и другие признаки. Состояние зерна по этим признакам имеет общее название свежести.

Внешний вид (цвет и блеск). Включает признаки изменений в результате неблагоприятных условий в период формирования и созревания зерна, поражения насекомыми-вредителями, активного развития микроорганизмов, неправильной обработки.

Зерно с измененным цветом обычно относят к зерновой, а иногда и сорной примесям. Обесцвечивание зерна ведет к снижению таких показателей качества, как натура, масса 1000 зерен, стекловидность, количество и качество клейковины. На таком зерне активно развиваются микроорганизмы, повышается интенсивность дыхания и активность ферментов, увеличивается кислотность. Это снижает стойкость зерна при хранении и резко ухудшает мукомольные, хлебопекарные и макаронные свойства зерна пшеницы.

Пшеницу, потерявшую свой естественный цвет, определяют как «потемневшая» (при наличии темных оттенков) или как «обесцвеченная» с указанием степени обесцвеченности.

1-я степень — начальная потеря блеска и обесцвечивания зерна со стороны спинки (появляется во время нахождения зерна в колесе или на токах при незначительном увлажнении);

2-я степень — потеря блеска, обесцвечивание зерна в области спинки и бочков (при более длительном увлажнении);

3-я степень — полное обесцвечивание всей поверхности зерна.

Обесцвечиванию зерна иногда сопутствует появление фузариозных зерен. Фузариоз пшеницы не только ухудшает ее хлебопе-

карные свойства, но и приводит к загрязнению зерна микотоксином — дезоксиниваленолом, содержание которого из-за высокой токсичности строго ограничено (предельно допустимое количество 0,7 мг/кг).

Ухудшение качества зерна может произойти не только в поле, но и при послеуборочной обработке на зерносушилках из-за несоблюдения установленных режимов сушки или при хранении сырого и влажного зерна, когда возникает его самосогревание. Это приводит к появлению в зерне вредных для здоровья людей афлатоксинов, а из-за денатурации белков снижается качество и количество клейковины в пшенице.

Запах. Запахи, также возникающие в результате неблагоприятных воздействий, делятся на две группы: сорбционного происхождения (появляющиеся в результате сорбции зерном пахучих посторонних веществ — головневый, полынный, кориандра и др.) и разложения, возникающие в результате образования продуктов распада органических веществ (типичные запахи этой группы — амбарный, солодовый, плесневый, затхлый, гнилостный). Солодовый, затхлый и гнилостный запахи характеризуют степень порчи зерна.

Вкус. Его определяют, когда возникают сомнения при определении запаха, например если зерно имеет солодовый или полынный запах.

Зараженность хлебными вредителями. Значительный вред качеству зерна, и в частности, пшеницы, наносит повреждение его в поле вредителями, особенно клопом-черепашкой. Бывает достаточно 1...2% поврежденных зерен, чтобы хлебопекарные свойства пшеницы резко снизились: тесто теряет упругость, разжижается при замесе, хлеб при выпечке расплывается, поэтому о степени повреждения конкретной партии зерна пшеницы необходимо судить не только по количеству поврежденных зерен, но и по качеству клейковины.

Большие потери массы и качества зерна и продуктов его переработки возможны от других хлебных вредителей. Партии зерна, зараженные насекомыми-вредителями, считаются некондиционными. Наибольшую опасность как по области распространения в России, так и по причиняемому ущербу представляют амбарный и рисовый долгоносики, рыжий мукоед, хлебная моль и мельничная огневка.

Зараженность выражают количеством живых вредителей в одном килограмме зерна. Базисные кондиции наличие хлебных вредителей не допускают.

Влажность. Это один из наиболее важных показателей состояния зерна, характеризующий отношение массы влаги к массе зерна, выраженное в процентах. В зависимости от влажности зерно основных культур классифицируют следующим образом: сухое —

влажность до 14%; средней сухости — 14...15,5%; влажное — 15,5...17%; сырое — свыше 17%. Влажность зерна необходимо знать на всех этапах работы с ним. Повышенная влажность чрезвычайно вредна при хранении, так как способствует усилению дыхания зерна и приводит к его прорастанию, самосогреванию и порче.

Влажность зерна как показатель качества имеет двойное значение: технологическое и экономическое. По показателю влажности рассчитывают количество зерна в зачетной массе и выход продукции при его переработке. За отклонения влажности от базисных кондиций применяют скидки или надбавки к физической массе, кроме того, взимают плату за сушку.

Чтобы зерно надежно хранилось длительное время с минимальными потерями, оно должно быть сухим. Для переработки зерна требуется определенная влажность, которая для злаковых и бобовых культур обычно находится в пределах 14...16%, а для масличных — еще ниже.

Сорная и зерновая примеси зерна. Классификация примесей в товарном зерне основана на степени влияния данного вида примесей на выход и качество вырабатываемых продуктов. В связи с этим зерновую массу делят на три части: основное зерно, сорная и зерновая примеси.

Основное зерно — нормальные зерна основной культуры, изъеденные зерна — до 50% от их массы, поврежденные и не относящиеся к сорной или зерновой примесям. Сорная примесь зерна — примесь органического и неорганического происхождения, подлежащая удалению при использовании зерна по целевому назначению. Зерновая примесь — примесь неполноценных зерен основной культуры, а также зерен других культурных растений, допускаемая при торговле зерном. Засоренность примесями выражается отношением массы примесей к массе зерна в процентах. Конкретно состав сорной и зерновой примесей для каждой культуры приведен в соответствующих стандартах, которыми следует руководствоваться при анализах зерна.

Товарная характеристика. Торговля зерном во всем мире ведется с учетом его качества. Зерно каждой культуры имеет свои нормы качества, которые зафиксированы в соответствующем нормативном документе, с присвоением номеров классов этим нормам. В основу товарной классификации зерна в большинстве стран мира положены его биологические свойства и состояние как объекта хранения и транспортировки. В некоторых странах товарная классификация базируется на признаках технологических свойств и целевом назначении зерна. Технологически значимыми признаками являются те, которые прямо или косвенно характеризуют состояние белкового и углеводного комплексов. В России, например, мягкая пшеница подразделяется на 6 классов: высший, 1-й и 2-й классы («сильная пшеница») предназначены для исполь-

зования в качестве улучшителя «слабых» пшениц, т.е. 3-го, 4-го и 5-го классов.

Классификация качества твердой пшеницы предусматривает деление ее на 5 классов. В связи с недостатком высококачественного зерна твердых пшениц требования к ним по качеству снижены, поэтому для выработки всего ассортимента макаронных изделий пригодна только твердая пшеница 1-го класса. Пшеница 2-го класса идет на изготовление ограниченного ассортимента макаронных изделий. Твердую пшеницу остальных классов частично используют в подсортировке к мягкой пшенице при выработке хлебопекарной муки, а в основном — на выработку комбикормов.

Натура зерна. Она характеризуется массой 1 л зерна в граммах или 1 Гл в килограммах. Натура — один из главных показателей технологических мукомольных достоинств зерна — его выполненности. В России натура регламентирована в стандартах на пшеницу, рожь, ячмень и овес. Чем выше натура зерна, тем более выполнено зерно, т.е. оно содержит больше эндосперма и меньше оболочек, что обуславливает получение большего количества муки или крупы. Для мукомольной промышленности установлена единая базисная натура пшеницы — 750 г/л. Пшеницу с натурой ниже 690 г/л на сортовые помолы не используют.

При формировании партий, хранении и переработке пшеницу по натуре подразделяют на высоконатурную при натуре 785 г/л и выше; средненатурную — при 745...784; низконатурную — при 745 г/л.

Выравненность зерна — это однородность партий по его крупности. Если в партии зерно в основном одинаковое по размерам, то партию считают выравненной. Выравненное зерно легче очищать от примесей, так как проще подбирать сита и регулировать воздушный поток зерноочистительных машин. При переработке выравненного зерна общий выход продукции и ее качество будут выше, чем при переработке невыравненного зерна. Например, при шелушении на крупозаводах невыравненного зерна более крупные зерна дробятся и попадают в отходы, что снижает выход, а мягкие остаются в пленках, что ухудшает качество продукции. Учитывая важность выравненного зерна в технологических процессах мукомольно-крупяного, пивоваренного и спиртового производства, выравненность и содержание мелких зерен в ячмене (для пивоварения, крупяного, мукомольного и спиртового производства), а также в зерне крупяного овса и семян бобовых культур строго нормируют.

Содержание ядра. В тесной связи с показателями выполненности, крупности и выравненности находится соотношение между массой цветочных пленок и остальной частью зерна (ядра). Общий выход крупы и ее отдельных сортов при переработке зерна пленчатых культур зависит прежде всего от процентного содержа-

ния чистого ядра, поэтому в стандартах на зерно крупяных культур указывают минимально допустимое для кондиционного зерна содержание ядра: для овса крупяного — не менее 63%, для выработки детского и диетического питания — 73%; проса 1-го класса — 76%; 2-го класса — 74%.

Стекловидность зерна. В зависимости от консистенции эндосперма различают технологическую и пищевую ценность зерна некоторых культур. Зерно с мучнистой консистенцией эндосперма хрупкое и ломкое. При этом снижается выход крупы высоких сортов, поэтому стекловидность зерна пшеницы, риса, кукурузы и проса также является технологическим признаком.

Особое значение имеет стекловидность зерна пшеницы. По внешнему виду стекловидность зерна отличается однообразной полупросвечивающейся консистенцией, напоминающей воск. Белки стекловидной пшеницы обычно образуют клейковину хорошего качества. Из низкостекловидной пшеницы редко удается выработать муку с хорошими хлебопекарными свойствами.

По отечественным стандартам общая стекловидность определяется как сумма стекловидных и половины общего количества частично стекловидных зерен, а в большинстве зарубежных стран стекловидность характеризует количество полностью стекловидных зерен.

Хлебопекарная оценка пшеницы. Получение хорошо разрыхленного мякиша хлеба и его объем зависят прежде всего от количества и качества клейковины. Содержание клейковины в зерне пшеницы колеблется от 10 до 50%. Высококлейковинными считаются пшеницы, содержащие более 28% сырой клейковины.

Качество клейковины характеризуется ее цветом, физическими свойствами (упругостью и растяжимостью) и способностью к набуханию. По цвету клейковина бывает светлой и темной. Первая чаще обладает наиболее хорошими растяжимостью и упругостью. Темный цвет клейковина приобретает вследствие неблагоприятных воздействий на зерно при созревании, хранении и обработке. В зависимости от упругости и растяжимости клейковину подразделяют на 3 группы:

I группа — клейковина с хорошей упругостью, длинной (более 20 см) и средней (10...20 см) растяжимостью. Из нее можно получать тесто с хорошей формоустойчивостью и достаточно разрыхленное, что позволяет изготавливать хлеб с большим объемным выходом и пористостью.

II группа — клейковина с хорошей или удовлетворительной упругостью, с короткой (до 10 см), средней или длинной растяжимостью. При такой клейковине тесто обычно обладает меньшей газодерживающей способностью, хлеб получается с меньшим объемным выходом и пористостью, но доброкачественный.

III группа — клейковина очень крепкая или со слабой упругостью, сильно тянущаяся, разрывающаяся на весу под действием

собственной тяжести, а также крошащаяся. Хлеб получается низкопористым, плохо разрыхленным, с малым объемным выходом, не отвечающий требованиям стандарта.

Для получения стандартной сортовой хлебопекарной муки пшеница должна содержать не менее 25% сырой клейковины, не ниже II группы качества; при соответствии качества пшеницы мельничным кондициям по другим показателям.

Хотя количество и качество клейковины служат важнейшими показателями ее хлебопекарных достоинств, но они еще зависят и от состояния углеводно-амилазного комплекса зерна, который у нас и за рубежом характеризуется показателем «число падения», который наиболее важен для зерна ржи и пшеницы. Этот показатель имеет особое значение в тех зонах производства товарного зерна, где оно часто прорастает. При этом происходит распад крахмала и частичный переход его в сахар. Амилолитическая активность зерна усиливается, что резко снижает его хлебопекарные достоинства.

Число падения может колебаться от 60 до 600 с. Чем меньше значение показателя, тем выше степень пророслости зерна и тем хуже его качество.

Гигиенические требования к безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов приведены в табл. 1.

1. Гигиенические требования к безопасности зерна и продуктов его переработки

Индекс, группа продуктов	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
1.4.1. Зерно продовольственное, в т. ч. пшеница, рожь, тритикале, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза, сорго	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
	Микотоксины:		
	Афлатоксин В1	0,005	Пшеница
	Дезоксиниваленол	0,7	Ячмень
	Т-2 токсин	1,0	Пшеница, ячмень
	зеараленон	0,1	Кукуруза
	Нитрозамины: сумма НДМА и НДЭА	0,015	Пивоваренный солод
	Пестициды:		
	гексахлорцикло-гексан	0,5	Пшеница
	ДДТ и его метаболиты	0,02	
	гексахлорбензол	0,01	
	ртутьорганические	Не допускаются	
	2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не допускаются	

Продолжение

Индекс, группа продуктов	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
1.4.2. Семена зернобобовых, в т. ч. горох, фасоль, маш, чина, чечевица, нут	Радионуклиды: цезий-137	70 Бк/кг	Суммарная плотность живых и мертвых вредителей, экз/кг, не более
	стронций-90	40 Бк/кг	
	Загрязненность и зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	15,0	
	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,3	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,02	
	Микотоксины: афлатоксин В1	0,005	
	Пестициды: гексахлорцикло-гексан	0,5	
	ДДТ и его метаболиты	0,05	Не допускаются
	ртутьорганические	Не допускаются	
	2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не допускаются	
	Радионуклиды: цезий-137	50 Бк/кг	
	стронций-90	60 Бк/кг	
1.4.3. Крупа, толокно, хлопья	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
	Микотоксины: афлатоксин В1	0,005	
	дезоксиниваленол	0,7	Пшеничная
	Т-2 токсин	1,0	Ячменная
	зеараленон	0,1	Пшеничная, кукурузная
	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
1.4.4. Мука пшеничная, в т. ч. для макаронных изделий, ржаная, тритикалевая, кукурузная, ячменная, просяная, рисовая, гречневая, сорговая	Микотоксины: афлатоксин В1	0,005	Пшеничная
	дезоксиниваленол	0,7	Ячменная
	Т-2 токсин	1,0*	Пшеничная, кукурузная, ячменная
	зеараленон	0,1	
	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
	Микотоксины: афлатоксин В1	0,005	Пшеничная
	дезоксиниваленол	0,7	Ячменная
	Т-2 токсин	1,0*	Пшеничная, кукурузная, ячменная
	зеараленон	0,1	
	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	

Индекс, группа продуктов	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
	Пестициды:		
	гексахлорцикло-гексан	0,5	Из зерновых Из зернобобовых
	ДДТ и его метаболиты	0,02	
	гексахлорбензол	0,05	
	ртутьорганические	0,01	
	2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не допускаются	Пшеничная
	Радионуклиды:		
	цезий-137	60 Бк/кг	
	стронций-90	30 Бк/кг	
	Вредные примеси: загрязненность, зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	Не допускается	

НОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СОЧНОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Требования к качеству плодов и овощей зависят от назначения продукции — для немедленного потребления или для хранения и переработки.

В связи с тем, что плоды, овощи и картофель неоднородны по качеству, эту продукцию делят на товарные сорта и характеризуют качество этих сортов. Нестандартной должна считаться только та часть урожая, которая непригодна в пищу и переработку. Число товарных сортов возможно от двух до четырех в зависимости от вида плодов и овощей. В высший или первый сорт выделяют безупречную в качественном отношении продукцию, к низшим сортам относят экземпляры, слегка поврежденные, невыравненные по форме или окраске.

Все показатели качества плодоовощной продукции подразделяют на качественные и количественные. Качественные характеризуются словами, определениями или сравнениями. Они включают описание внешнего вида, степени зрелости, свежести. Например, ягоды малины должны быть свежие, зрелые, чистые, без постороннего запаха и вкуса.

Все показатели качества плодоовощной продукции характеризуются числом. Они включают следующие нормы: предельные, ограничительные, запретительные. Предельные нормы указывают пределы колебаний показателя (от ... до ...). Например, размер корншонов I группы (небольшие огурчики) по длине установлен

от 51 до 70 мм. Ограничительные нормы выражаются словами «не менее», «не более». Запретительные нормы гарантируют безвредность и необходимое санитарное состояние продукции и выражаются словами «не допускается». Например, в продовольственном картофеле не допускается содержание клубней, более 1/4 поверхности которых позеленело.

Стандарты на плодоовощную продукцию отличаются от других сельскохозяйственных стандартов наличием «допусков». Допуски — это допустимые отклонения от требований стандарта по отдельным качественным показателям. Они обычно выражаются в процентах массы или как отношение к числу экземпляров продукции. Обычно на плодоовощную продукцию устанавливают общий допуск, т.е. совокупность всех допусков. Общий допуск меньше арифметической суммы отдельных допусков в данном стандарте и составляет 15 % массы партии.

Для отдельных видов плодов и овощей предусмотрены показатели для оценки скрытых заболеваний и степени зрелости. Например, в стандарты на кабачки, огурцы, дыни, баклажаны введен показатель качества — внутреннее строение, характеризующий степень зрелости продукции.

В стандартах на плодоовощную продукцию предусмотрено 4 степени зрелости. В съемной зрелости убирают осенние и зимние сорта семечковых (яблоки, груши, айва), персики, абрикосы, дыни, томаты. Плоды и овощи в потребительской зрелости характеризуются наиболее высоким качеством по внешнему виду, вкусу и консистенции мякоти. В начале потребительской зрелости убирают черешню, вишню, сливы, арбузы, которые не дозревают. Для плодов и овощей, предназначенных для промышленной переработки, установлена техническая зрелость, при которой продукция отвечает требованиям технологии переработки. Для любых целей и назначения не допускаются незрелые или переспелые плоды и овощи. Незрелыми считаются плоды, которые после съема не могут приобрести внешний вид, консистенцию и вкус, свойственные плодам данного сорта. Переспелыми считают плоды, потерявшие признаки потребительской зрелости. Мякоть их размягчена, появляется неприятный привкус, пустоты в мякоти плода и т.д. Переспевание обычно свидетельствует о достижении биологической зрелости, т.е. о созревании семян.

При нормировании качества плодоовощной продукции предусматривают определенные требования к калибровке продукции. Под калибровкой понимают разделение плодов и овощей по размерам. При этом продукцию разделяют: по наибольшему поперечному диаметру; по наименьшей массе; по длине плода.

В последние годы утверждены требования к плодоовощной продукции по остаточному содержанию в ней пестицидов, нитратов, солей тяжелых металлов (их количество не должно превы-

шать максимально допустимых уровней и норм, утвержденных Министерством здравоохранения РФ) и радиоактивному заражению.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ ЗАГОТОВЛЯЕМЫХ КОРМОВ

Увеличение производства продуктов животноводства требует значительного улучшения качества кормов. К основным видам кормов, заготавливаемых в сельскохозяйственных предприятиях, относят солому, сено, сенаж, силос и травяную муку. В условиях хозяйств с успехом вырабатывают некоторые виды комби-кормов.

Солома — сухие стебли зерновых культур, остающиеся после обмолота. Различают солому яровую и озимую, мятликовых и бобовых растений. Ее используют в основном для кормления крупного рогатого скота. Вследствие невысокой питательности (в 100 кг содержится 22...40 корм. ед.) и переваримости солому используют главным образом как добавку к рационам с большим количеством сочных кормов. Скармливать можно все виды соломы, кроме гречишной, которая иногда вызывает у животных покраснение кожи, опухоли суставов и сыпь.

Сено — грубый обезвоженный корм, получаемый воздушно-солнечной сушкой скошенной травы. В зависимости от ботанического состава и условий произрастания различают четыре вида сена — бобовое, злаковое, бобово-злаковое и сено естественных сенокосов. Сено каждого вида в зависимости от качества подразделяют на три класса. Влажность сена всех видов и классов не должна превышать 17 %. Классность сена снижается при снижении содержания сырого протеина и каротина и увеличении клетчатки и минеральной примеси. В сене естественных сенокосов допускается содержание ядовитых и вредных растений в количестве 0,5 % для I и 1 % для II и III классов. При определении качества сена учитывают цвет, запах, пыльность, мягкость. Хорошее сено имеет зеленый цвет. При нарушении технологии заготовки и хранения сена оно приобретает цвет от зеленовато-желтого до темно-коричневого. Запах сена должен соответствовать данному виду. Сено не должно пахнуть плесенью, горелым, гнилью, нефтепродуктами и другими химическими веществами.

Корма травяные, искусственно высушенные включают травяную муку, гранулы, брикеты и резку. В зависимости от качества их подразделяют на 3 класса. Качество оценивают по цвету, запаху, содержанию каротина и клетчатки, влажности, крупности размола, размеру и прочности гранул, токсичности, наличию металломагнитной примеси и песка. Влажность для всех классов травяной

муки должна быть в пределах 9...12 %, гранул и брикетов — 9...14 %, резки — 10...15 %. Содержание металлопримесей в 1 кг корма не должно превышать 50 мг, песка — не более 0,7 %. При подозрении на недоброкачественность, повышение влажности, а также в случае хранения свыше 3 мес определяют токсичность искусственно высушенных кормов.

Сенаж — корм из провяленных трав, консервированный в герметических условиях.

Силос — сочный корм, приготовленный консервированием зеленой массы растений без доступа воздуха. В стандартах на сенаж и силос установлены оптимальные фазы развития растений, наиболее благоприятные для уборки. Запоздывание по срокам уборки ведет к ухудшению качества зеленой массы и снижению ее кормовой ценности. На сенаж и силос нормируют также влажность закладываемых на хранение трав. Для получения сенажа бобовые травы провяливают до 45...55 %. Силос готовят из свежескошенной подвяленной до влажности 60...78 % массы растений. Сенаж и силос различного ботанического состава подразделяют на три класса и неклассный. В основу деления на классы положены органолептические и химические показатели качества (цвет, запах, содержание сухих веществ, протеина, каротина и клетчатки). Сенаж и силос признаются качественными, если их кислотность не превышает 4,6. Важный показатель качества силоса и сенажа, свидетельствующий о правильности протекания процесса консервирования, — содержание масляной кислоты, которое не должно превышать 0,1...0,3 %.

Лабораторная работа № 2

Определение качественных показателей зерна

Цель работы. Научиться определять качественные показатели зерна.

1. Дать понятие термина «качество».
2. Дать классификацию методов определения качества растениеводческой продукции.
3. Заполнить таблицу классификации показателей качества зерна.

Обязательные показатели качества для всех культур	Обязательные показатели качества для отдельных культур определенного целевого назначения	Дополнительные показатели качества

4. Записать методику определения цвета и блеска зерна.
5. Определить цвет зерна и заполнить таблицу.

Культура	Цвет зерна
Пшеница	
Рожь	
Овес	

Культура	Цвет зерна
Ячмень	
Гречиха	
Просо	
Горох	

6. Возможные причины отклонения от нормального цвета
7. Мероприятия, направленные на недопущение или устранение постороннего цвета
8. Заполнить таблицу классификации запахов зерна.

Запахи	Причины возникновения	Возможность использования	Условия реализации
--------	-----------------------	---------------------------	--------------------

Сорбционные
Разложения

9. Записать методику определения запаха зерна.
10. Определить запах зерна предложенных образцов и заполнить таблицу.

Культура	№ образца	Запах	Природа его изменения

11. Возможные пути устранения постороннего запаха.
12. Описать краткую методику определения вкуса зерна. Заполнить таблицу.

Культура	Вкус зерна
Рожь	
Пшеница	
Ячмень	
Овес	
Подсолнечник	

13. Перечислить возможные причины отклонения вкуса от нормального.
14. Указать мероприятия, направленные на предотвращение или устранение постороннего вкуса.

Контрольные вопросы и задания

1. Как классифицируют показатели качества зерна и семян зерновых, зернобобовых, масличных и эфиромасличных культур? 2. Какие виды кондиций применяют в практике хранения зерна? 3. В чем заключается значение показателей свежести при оценке качества зерна? 4. Как влияют влажность и засоренность на расчеты за зерно при продаже? 5. Какие существуют показатели мукомольных и хлебопекарных достоинств мягкой и твердой пшеницы? 6. Какие показатели нормируют при гигиенической оценке зерна? 7. В чем заключаются особенности нормирования сочной растениеводческой продукции? 8. Назовите степени зрелости плодов и овощей. 9. Какие требования предъявляют к качеству заготавливаемых кормов?

Состав зерновой массы как комплекс живых организмов и механических примесей. Зерно и семена различных культур, используемых на разнообразные цели и нужды, 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, поскольку зерновая масса служит для них средой обитания. 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 формируемых партиях зерна продовольственного, кормового и технического назначения всегда содержится то или иное количество примесей и менее ценных зерен основной культуры. Количество примесей, выявленных в партии зерна, выраженное в процентах от ее массы, называют засоренностью.

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

Присутствие трудноотделимых примесей вызывает необходимость сложной многоступенчатой очистки зерна с привлечением целого комплекса зерноочистительных машин, производственных площадей, рабочей силы и требует дополнительных затрат энергии.

Классификация примесей. 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 (комочки земли, гальку, частицы шлака и т.д.); органическую примесь (части листьев, стеблей, ости, пленки и т.д.); семена диких и культурных растений (кроме отнесенных к основному зерну, зерновой и вредной примеси); вредную примесь. Сорную примесь определяют просеиванием навески через набор сит. Для каждой культуры составляют свой набор сит с отверстиями разного диаметра.

В состав сорной примеси входит весь проход при просеивании через сито с отверстиями диаметром, мм: пшеницы, ржи — 1; овса и сорго — 1,5; риса — 2,0; кукурузы — 2,5; гречихи, подсолнечника и сои — 3,0. Если в процессе просеивания обнаруживается вредная примесь, то выделяют дополнительную более крупную навеску, чтобы с большей точностью установить присутствие примеси.

Вредной примесью считают главным образом семена сорняков, содержащих ядовитые вещества (вязель разноцветный, горчак ползучий и розовый, софора лисохвостная, мышатник, плевел опьяняющий, триходесма седая, куколь, костер ржаной, марьянник), а кроме этого, склеротии спорыньи, головню в мешочках и галлы утрицы.

Семена вязаля, попадая в муку придают ей горький вкус и при этом трудно отделяются от ржи, семена марьянника придают горький вкус муке и хлебу, так как в их состав входит глюкозид ринантин. В процессе брожения он разлагается с образованием ринантоцианина, который вызывает раздражение кишечника и паралич мозга.

Плевел опьяняющий дает ядовитые семена, так как в них имеется грибка паразитирующего грибка, который вызывает головокружение, головную боль, рвоту и расстройство зрения. Семена куколя содержат сильный яд сапонин, который сохраняется в размоленном зерне, но в процессе выпечки хлеба токсичность яда уменьшается. Костер ржаной снижает выход муки и ухудшает ее качество.

Кроме указанных фракций сорной примеси, к последней относят зерно основной культуры с явно испорченным ядром, загнившие, заплесневевшие, обуглившиеся, поджаренные. У таких зерен полностью обесцвечен эндосперм, они могут быть токсичны и обладают неприятным запахом и вкусом. Эта фракция способствует дальнейшей порче зерна при хранении, снижает его технологические качества и резко ухудшает свойства вырабатываемых продуктов.

Внешним признаком испорченного зерна является измененный цвет не только оболочек, но и ядра, которое чаще всего бывает бурым, буро-коричневым, темно-коричневым или черным. К сорной примеси относят также зерна основной культуры, полностью изъеденные вредителями и от которых осталась одна оболочка.

У отдельных культур в составе сорной примеси содержатся включения. Так в ячмене, кроме указанных фракций, добавляется

овес со светлым, но рыхлым, легко рассыпающимся эндоспермом; в гречихе — плоские зерна этой культуры, а также сильно недоразвитые и светлоокрашенные, с минимальным содержанием ядра; в рисе — изъеденные, недозрелые, сильно недоразвитые, шуплые и зеленые на срезе, полностью мучнистые или со стекловидным пятном в центре зерна.

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 входят примесь неполноценных зерен основной культуры, а именно: битые и изъеденные, независимо от характера и размера повреждений, в количестве 50% их массы, давленные, шуплые (сильно недоразвитые, сморщенные), недозрелые (с зеленоватым оттенком), легко деформирующиеся при надавливании, проросшие (с вышедшими за пределы покровов корешками или ростками), поврежденные самосогреванием или сушкой.

К зерновой примеси относят 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 и полбы; в ячмене — пшеницы, полбы и т. п.

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, являются ее компонентом. Поселяясь в местах хранения зерна и зернопродуктов, они используют их в качестве пищи и как среду обитания, при этом нанося большой ущерб, уменьшая массу продукции и ухудшая ее качество.

Известно более 300 видов животных, повреждающих хлебные запасы, однако, наибольшую опасность представляют несколько десятков видов. Так долгоносики, повреждая зерновые культуры, выедают полость зерна, заполняют ее личиночными шкурками, экскрементами, изгрызанными частицами зерна. Зерновой точильщик оставляет от зерна одни оболочки, зерновая моль повреждает зерно в верхнем слое насыпи (д. 5...8 см), выедавая его полость, загрязняя паутиной и экскрементами. Мучные хрущаки, мавританская козявка, гусеницы огневка, выедают зародыш и оплетают зерно паутиной.

Наибольший вред зерновым массам наносят особенно те насекомые, которые развиваются внутри зерна и поедают его содержимое (долгоносики, зерновой точильщик, зерновая моль,

СЫПУЧЕСТЬ, САМОСОРТИРОВАНИЕ, СКВАЖИСТОСТЬ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВЫХ МАСС

зерновка). За свою жизнь амбарный долгоносик потребляет до 43 мг сухого вещества, а зерновой точильщик — 116 мг.

При сильной зараженности вредители снижают всхожесть зерна, ухудшают его мукомольные свойства и пищевую ценность, засоряют зерновую массу, повышая ее температуру и влажность.

Постоянным и существенным компонентом зерновой массы являются микроорганизмы. В 1 г ее обычно присутствуют десятки и сотни, а иногда и миллионы представителей мира микробов.

После образования на растении плодов и семян на их поверхности расселяются эпифитные микроорганизмы. В обычных условиях они развиваются на здоровом растении, не оказывая влияния на покровные ткани, питаясь продуктами жизнедеятельности клеток и тканей растения. Видовой состав эпифитной микрофлоры довольно однообразен и состоит почти исключительно из бактерий. Типичные представители таких эпифитов — бактерии родов *Ps. herbicola*, *Ps. fluorescens*. В небольшом количестве на зерне находятся дрожжи и некоторые плесневые грибы.

Дальнейшее накопление микроорганизмов на зерне происходит во время уборки урожая. При уборке и послеуборочной обработке зерновых масс вместе с органическими примесями и минеральными пылевидными частицами, семенами сорняков и другими частями растений в них попадают многие сапрофитные микроорганизмы, находящиеся в почве: бактерии, споры плесневых грибов, актиномицеты и т.д. Накоплению микроорганизмов на поверхности плодов и семян способствуют их морфологические особенности: складчатая и шероховатая поверхность, бороздка, бородка и т.д. В связи с этим микрофлора зерновой массы может представлять собой скопление сапрофитных, фитопатогенных и патогенных для животных и человека микроорганизмов.

Структура оболочек плодов и семян позволяет микроорганизмам проникать в разные слои покровных тканей и зародыш. Таким образом в семенах появляется субэпидермальная микрофлора. Ее накоплению способствует повышенная влажность воздуха и значительные осадки, а при хранении зерна — его повышенная влажность.

Состав грибной субэпидермальной микрофлоры дает представление о воздействии микроорганизмов на зерновую массу. Первоначально субэпидермальная микрофлора представлена типичными плеснями (*Cladosporium* и *Alternaria*), менее опасными для зерна. В дальнейшем они заменяются представителями рода *Aspergillus* и *Penicillium*, семейства мукоровых, относимых к плесням хранения. Развиваясь на зерне, они губительно действуют на зародыш и резко ухудшают товарные качества зерна.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте общую характеристику зерновой массы. 2. Охарактеризуйте состав зерновой примеси и входящих в нее компонентов. 3. Дайте характеристику вредной примеси. Как ее компоненты влияют на качество зерна? 4. Что такое зерновая примесь и каковы ее отличия от сорной? 5. Какие живые компоненты входят в зерновую массу? Дайте их краткую характеристику.

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 физические и физиологические.

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

Сыпучесть — это способность зерновой массы перемещаться по какой-либо поверхности, расположенной под углом к горизонту. Обычно сыпучесть зерновой массы характеризуют углом трения или углом естественного откоса. Под углом трения понимают наименьший угол, при котором зерновая масса начинает скользить по какой-либо поверхности. 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, пневмотранспортеров, а также, используя принцип самотека, загружать в различные по размерам и форме хранилища.

На сыпучесть зерновой массы влияет много факторов. Основные из них: 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 шероховатее их поверхность, тем меньше сыпучесть зерновой массы. Примером может служить относительно низкая 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 утрачена. Такую зерновую массу без предварительной очистки нельзя загружать в силосы элеватора.

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

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

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

Самосортирование — следствие 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 зерновой массой во время перевозок, частицы с малой удельной массой (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 масса — тем больше сопротивление падению зерна оказывает воздух.

В пределах, не имеющих практического значения, самосортирование происходит при перелопачивании зерна, 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 большую удельную плотность. 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. 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 токсических веществ для обеззараживания. Запас воздуха в межзерновых пространствах необходим для сохранения жизнеспособности семян.

Для практики хранения зерновых масс имеют значение как общая величина скважистости, так и ее структура: чем больший объем в зерновой массе занимают скважины, тем меньше ее объемная масса. Следовательно, для размещения зерновых масс с большой скважистостью необходима и большая вместимость зернохранилищ (табл. 2).

Размер и форма скважины влияют на воздухо- и газопроницаемость, сорбционные свойства и сопротивляемость воздуху зерновых масс при активном вентилировании.

2. Скважистость зерновой насыпи и ее масса

Культура	Масса 1 м ³ , кг		Скважистость, %		Культура	Масса 1 м ³ , кг		Скважистость, %	
Подсолнечник	325	440	60	80	Горох	750	800	40	45
Овес	400	550	50	70	Кукуруза	680	820	35	55
Рис	440	550	50	65	Просо	680	730	30	50
Гречиха	560	650	50	60	Рожь	680	750	35	45
Ячмень	580	700	45	55	Пшеница	730	840	40	45

Скважистость зерновой массы (%):

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

где V_1 — насыпной объем зерновой массы, м³, V — истинный объем самого зерна, м³

Скважистость зерновой массы зависит от формы, упругости, размеров и состояния поверхности зерен, качества и характера примесей, массы и влажности зерна, а также от формы и размеров хранилища. Зерновая масса обладает меньшей скважистостью и укладывается более плотно, если в ее составе есть 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, в связи с чем зерновая масса несколько уплотняется. В результате значительно снижается сыпучесть и создаются предпосылки к слеживанию.

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

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 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 и абсорбцию, хемосорбцию и капиллярную конденсацию. В зерновой массе наблюдаются все виды сорбционных явлений 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, это явление 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 хорошо развитой поверхностью. Между отдельными клетками и тканями зерна существуют макро- и микрокапилляры и поры. Диаметр макропор составляет 10⁻³...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 составляет 200...250 м²/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 и 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 газов и паров. Зерно интенсивно сорбирует различные газы и пары, в среде которых находится, и обратно удалить их очень трудно. Оно способно поглощать пары и газы нефтепродуктов, фенола, эфирных масел семян, сорняков, почти все фумиганты. Последние вступают в химические взаимодействия с веществами зерна, т.е. 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 для устранения постороннего запаха, что увеличивает расходы на хранение. Чтобы избежать

ухудшения качества зерновых масс в результате сорбции паров различных веществ, хранилища и транспортные средства должны быть чистыми, без посторонних запахов.

Сорбция и десорбция паров воды. Способность зерновой массы поглощать пары воды из воздуха или выделять их в воздушное пространство называется гигроскопичностью. Практика показывает, что при хранении зерна в производственных условиях наблюдается самопроизвольное изменение влажности зерна. При хранении его во влажной атмосфере происходит увлажнение, а в сухой — подсыхание. В результате взаимодействия зерновой массы с окружающей средой влажность зерна непрерывно изменяется до установления равновесной. Равновесная влажность зерна — это влажность, при которой наступает состояние равновесия между влажностью зерна и окружающей средой, после чего изменение влажности хранящейся массы зерна прекращается.

Равновесную влажность используют для выбора режимов активного вентилирования и сушки зерна, а также для выявления условий его безопасного хранения, при которых жизнедеятельность всех живых компонентов зерновой массы незначительна. 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 нижний предел влажности зерна в производственных условиях.

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

Равновесная влажность зависит от температуры окружающего воздуха, так как изменение температуры воздуха влечет за собой изменение его относительной влажности. Повышение температуры на 10 °C при постоянной относительной влажности воздуха вызывает уменьшение равновесной влажности на 0,6...0,7 %. Поскольку атмосферные условия меняются в течение суток, месяца и года, то и влажность зерна колеблется, поэтому контроль за влажностью в течение суток при приемке, хранении и обработке зерна — обязательное условие предотвращения потерь.

На величину равновесной влажности зерна влияет явление *сорбционного гистерезиса*. Смысл этого явления в том, что равновесная влажность зерна в процессе сорбции всегда меньше равновесной влажности при десорбции. Эта разница колеблется в пределах от

1 до 2 %. По этой причине 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 свежесобранного зерна для удаления примесей, влажность некоторых из них во много раз превышает влажность самого зерна. Промедление с очисткой приводит к увлажнению зерна в результате перераспределения влаги. Влажность — основной фактор сохранности зерновой массы — различна в отдельных местах насыпи. Наличие в зерновой массе более увлажненных участков с повышенной физиологической и микробиологической активностью ухудшает сохранность зерна. Изучение причин такого различия показывает, что большинство из них носит объективный характер и неустранимо, другие можно устранить.

Различная влажность анатомических частей зерна, обладающих неодинаковой гигроскопичностью вследствие своего 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 влажность лузги больше, чем ядра.

Распределение влаги в зерновой массе зависит от выполненности и крупности зерна. У мелких, щуплых и битых зерен большая активная поверхность и высокая влажность. Они более гигроскопичны, дышат интенсивнее, чем выполненные, и служат 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 атмосфера по времени и по характеру воздействует иначе, поэтому влажность зерна, находящегося в различных слоях насыпи, неодинакова. Она постоянно меняется вследствие изменения параметров наружного воздуха и других причин.

Выделение влаги и теплоты всеми живыми компонентами в результате жизнедеятельности повышает влажность зерновой массы и воздуха межзерновых пространств.

Вследствие самосортирования в разных участках насыпи эта жизнедеятельность различна, поэтому и влажность отдельных участков зерновой массы может быть неодинаковой.

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

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

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И МАССООБМЕННЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ

Отдельные зерна и зерновая масса в целом обладают несколькими теплофизическими свойствами, из которых для зерна как объекта хранения наибольшее значение имеют теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, термовлагопроводность. Эти свойства характеризуют сложный процесс тепломассообмена в зерновой массе, происходящий 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, т. е. частицами воздуха межзерновых пространств в хранящемся зерне.

Теплоемкость зерна показывает, какое количество теплоты требуется для нагревания его на 1°С, и выражается удельной теплоемкостью C_z [Дж/(кг · К)]. Теплоемкость зерна почти вдвое больше теплоемкости воздуха и значительно меньше теплоемкости воды. С увеличением влажности зерна его теплоемкость возрастает, так как теплоемкость сухой части зерна составляет 1550 Дж/(кг · К), а теплоемкость воды — 4190 Дж/(кг · К). Поэтому теплоемкость зерна обычно рассчитывают как средневзвешенную величину между теплоемкостью сухого вещества зерна и воды:

$$C_z = C_c + \frac{1 - C_c}{100} w,$$

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

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

Теплопроводность характеризует теплопроводящую способность зерна и выражается коэффициентом теплопроводности λ . Для зерновой массы он составляет (0,13...0,2) Вт/(м · К), что указывает на низкую теплопроводность (например, для меди $\lambda = 300...390$ Вт/(м · К)). Низкая теплопроводность зерновой массы обусловлена ее органическим составом и присутствием воздуха. С увеличением влажности зерновой массы теплопроводность возрастает, но все же остается низкой.

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

$$\alpha = \frac{\lambda}{C\rho},$$

где C — удельная теплоемкость, Дж/(кг · К); λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К); ρ — плотность зерна, м³/кг.

Зерновая масса характеризуется низким коэффициентом температуропроводности, который составляет (1,7...1,9)10⁻⁷ м²/с, поэтому при хранении передача теплоты в зерновой массе от верхних слоев к нижним происходит очень медленно. Благодаря этому 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 есть 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 температуро- и теплопроводности состоит 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, т. е. самонагреванию.

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 тех участках силосов, которые непосредственно соприкасаются с воздухом.

Термовлагопроводность — это перемещение влаги в зерновой массе, обусловленное градиентом температуры. Интенсивность термовлагопроводности характеризуется градиентным коэффициентом η (%/К), показывающим, какой градиент влажности соответствует температурному градиенту, равному 1°С/м. В результате термовлагопроводности влага в зерновой массе перемещается в направлении теплового потока — от более нагретых слоев к менее нагретым.

Перемещение влаги в зерновой массе при хранении имеет большое практическое значение. Оно возникает всегда при пере-

падах 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 более теплых слоев к более холодным.

При охлаждении влажного воздуха в этих слоях до температуры ниже точки росы из него будет выпадать влага в виде капель, т.е. произойдет конденсация влаги. Таким образом, в результате термовлагопроводности отдельные слои насыпи увлажняются и их жизнедеятельность усиливается. В результате может произойти самосогревание и даже прораствание зерна.

Лабораторная работа № 3

Определение натурной массы зерна

Цель работы. Изучить методику определения натурной массы зерна и уметь определять ее в конкретных образцах.

1. Дать определение понятия «натура зерна». Описать методику определения натурной массы зерна.
2. Записать факторы, влияющие на величину натурной массы зерна.
3. Заполнить таблицу категорий зерна по натурной массе.

Культура	Высоконатурное зерно	Средненатурное зерно	Низконатурное зерно
----------	----------------------	----------------------	---------------------

Пшеница

Рожь

Ячмень

Овес

4. Определить натуру зерна. Данные занести в таблицу.

Культура	Натура зерна, г/л			При закупке зерна		Категория по натурной массе
	I определение	II определение	среднее	скидка, %	надбавка, %	

Пшеница:
мягкая
твердая

Рожь:
очищенная
с мин. прим.

Ячмень:
сухое зерно
сырое зерно

Овес:
очищенный
с орг. прим.

Сделать заключение, каким кондициям отвечает зерно по натурной массе
5 С учетом натуры зерна определить необходимую вместимость складского помещения при ожидаемом валовом сборе зерновых в количестве ____ т, в т ч пшеницы — ____ т, ячменя — ____ т и ржи — ____ т
Вместимость рассчитать по формуле

$$V = \frac{M}{P}$$

где V — вместимость складского помещения, m^3 , M — масса партии зерна, т, P — объемная масса зерна, t/m^3

Данные занести в таблицу

Культура	Масса зерна, т	Натура, г/л	Объемная масса зерна, t/m^3	Высота насыпи, м	Емкость хранилища, m^3	Площадь хранилища, m^2
----------	----------------	-------------	-------------------------------	------------------	--------------------------	--------------------------

Пшеница

Ячмень

Овес

Рожь

Итого

Примечание Пшеница с содержанием недоразвитых или морозобойных зерен, а также щуплых, поврежденных клопом-черепашкой с натурой менее 650 г/л оплачивается со скидкой 15%, с натурой менее 600 г/л — 30%

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте общую характеристику зерновой массы как объекта хранения
2. Как классифицируют физические свойства зерновой массы?
3. В чем заключается практическое значение сыпучести и самосортирования зерна при хранении?
4. Какие факторы влияют на сыпучесть зерна?
5. Что такое сорбционные свойства зерна?
6. Какое значение имеет равновесная влажность зерновой массы?
7. В чем заключается явление термовлагопроводности и его влияние на сохранность зерна?

5

ГЛАВА

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЕГО ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ

СТРОЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

На качество зерна как сырья для различных отраслей промышленности влияет как химический состав, определяющий его пищевую ценность, так и показатели, от которых зависит выход про-

дукта и возможность максимального извлечения из зерна наиболее ценных питательных частей. К таким показателям относятся, например, такие признаки, как бороздка, форма зерна и стекловидность эндосперма пшеницы, т. е. морфологические и анатомические особенности зерна

На практике часто семена и плоды, такие, как зерновка, семянка, орех, называют одним термином — зерно. Таким образом, под зерном понимают продукцию зернового производства. Если плоды сельскохозяйственных культур предназначены для посева, то к ним применяют термин семена

Типичный представитель зерновок злаковых культур, относящихся к классу однодольных, — плод пшеницы. Строение зерновки пшеницы типично для всех хлебных злаков. Плод пшеницы удлинённой формы. Выпуклая сторона плода называется спинкой. Противоположная сторона — брюшко — имеет бороздку. На верхушке плода располагается хохолок, состоящий из выростов эндосперма. В нижней части находится зародыш.

Величина зерновки пшеницы, а также других плодов и семян определяется тремя измерениями: шириной — наибольшим расстоянием между боковыми сторонами, длиной — расстоянием от основания до вершины и толщиной — расстояниями между брюшком и спинкой.

Злаки, у которых плоды похожи на зерновку пшеницы, относят к настоящим злакам (первая группа). У просовидных злаков (вторая группа) зерновка не имеет ни бороздки, ни хохолка. К ним относят просо, рис, кукурузу и сорго.

По анатомическому строению злаковые культуры различаются незначительно. Зерновка состоит из трех основных частей: зародыша, эндосперма и оболочек: верхней — плодовой и под ней — семенной. Внутренняя часть зерновки называется эндоспермом. Слой эндосперма, прилегающий к семенной оболочке, называется алейроновым. Он состоит из клеток с сильно утолщенными стенками. Этот слой представлен одним рядом клеток у пшеницы, ржи, овса, кукурузы и проса или несколькими — у ячменя (рис. 1).

За алейроновым слоем располагаются крупные тонкостенные клетки, заполненные крахмальными зёрнами. Между крахмальными зёрнами размещаются прослойки белка. Белок может быть плотно прикреплен к крахмальным зёрнам и не удаляться с них при механической обработке (прикреплен-

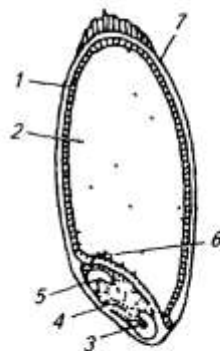


Рис. 1. Строение семени злаковых культур:

1 — спермодерма, 2 — эндосперм, 3 — корешок, 4 — стебелек, 5 — почечка, 6 — семядоля, 7 — околоплодник

ный белок). Другая часть белка легко отделяется, это так называемый промежуточный белок.

У основания зерновки расположен зародыш, состоящий из щитка, почечки и зачаточного корешка.

Части пшеничного зерна, как и части зерновок других культур, имеют различное биохимическое назначение и поэтому значительно различаются по химическому составу. Химические вещества эндосперма состоят на 80 % из крахмала и на 13 % из белков, а содержание клетчатки и зольных веществ незначительно (соответственно 0,15 и 0,45 %). В зародыше содержится много белков (40 %), сахара (25 %) и жира (15 %). В нем больше, чем в эндосперме, зольных веществ. Зародыш наиболее богат витаминами. Однако присутствие в муке зародыша, несмотря на его высокую пищевую ценность, считается нежелательным, так как он с трудом измельчается, а высокое содержание жира может ускорить порчу муки — ее прогоркание, поэтому зародыш при сортовых помолах удаляют.

Оболочки зерновки образованы из плотных одревесневших клеточных стенок, состоящих из клетчатки и гемицеллюлозы — веществ, неусваиваемых человеком.

Клетки алейронового слоя богаты белками и жиром, но мощные клеточные оболочки делают их недоступными для пищеварительных ферментов, поэтому алейроновый слой при переработке зерна в белую муку вместе с оболочками отделяют в отруб.

Таким образом, от количественного соотношения анатомических частей зерна, имеющих различную пищевую ценность, зависит выход сортовой муки и круп. О соотношении частей зерна можно судить по таким показателям, как пленчатость, натура, размеры и форма.

Семена бобовых культур разнообразны по форме и окраске, но однотипны по строению. Они 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 6...14 % массы семени, почечка с корешком — 1...2 %, семядоли — около 90 % (рис. 2).

К группе зерновых бобовых культур относят: горох, чину, нут, чечевицу, фасоль, люпин, кормовые бобы, вику, сою, арахис и некоторые другие. Семена бобовых

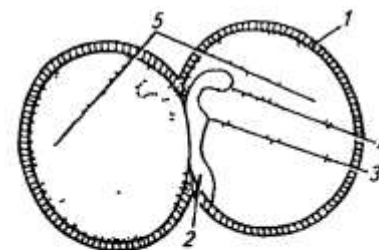


Рис. 2. Строение семян бобовых культур:

1 — спермодерма, 2 — корешок, 3 — стебелек, 4 — почечка, 5 — семядоля

растений богаты белками, содержание которых колеблется от 20 до 40 %, что в среднем в 2 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 %.

К масличным культурам относят растения, плоды и семена которых богаты жиром. Эти растения используют для получения масла и на другие цели. По характеру использования масличные культуры условно делят на три группы.

1. Культуры, возделываемые для получения плодов и семян, богатых жиром: подсолнечник, сафлор, клещевина, лен-кудряш, горчица, рапс, сурепка, кунжут, мак. К этой же группе культур часто относят арахис и сою.

2. Культуры, возделываемые для получения волокна, но из плодов и семян которых получают жир: лен-долгунец, конопля, хлопчатник, кенаф.

3. Культуры, возделываемые для получения плодов, богатых эфирными маслами, из которых получают и обычные растительные жиры — кориандр, анис, тмин, фенхель и др.

Масличные культуры имеют очень большое значение как сырье для получения пищевого и технического масла. В пищу употребляют растительные масла из семян подсолнечника, кунжута, горчицы, хлопчатника, мака, льна и др. По вкусовым качествам лучшими считают кунжутное, горчичное, подсолнечное и маковое масла. Часть растительных масел используют как сырье для получения твердых жиров, например маргарина. Растительные масла находят разнообразное применение во многих отраслях промышленности: мыловаренной, кожевенной, лакокрасочной и др.

На маслозаводах после извлечения масла остаются побочные продукты — жмыхи и шроты. Они богаты белками, минеральными веществами, содержат углеводы, витамины, некоторое количество жира и являются ценным концентрированным кормом для животных. Принадлежность культур к разным семействам обуславливает большие различия в морфологическом и анатомическом строении плодов и семян, а также в их химическом составе и качестве жира.

Поскольку основная масличная культура в России — подсолнечник, рассмотрим его более подробно. Семена подсолнечника богаты жиром, содержание которого (на сухое вещество) колеблется в среднем от 40 до 50 %, а в новых селекционных сортах достигает 54...58 %. Из общего количества растительного масла, вырабатываемого в нашей стране, на долю подсолнечного приходится 60...65 %. Стебли, лузга и вымолоченные корзинки богаты солями калия, поэтому из них получают поташ.

Плод подсолнечника — семянка разных цвета и размеров. Культивируют один вид подсолнечника — *Helianthus cultus*, кото-

рый делится на три группы в основном по размеру семян, их форме, соотношению лузги и ядра: масличный, грызовый и межеумок. У масличного подсолнечника семянки мелкие, длиной 7...13 мм. Наружная оболочка плотно прилегает к ядру, лузжистость колеблется от 35 до 45 %, масса 1000 семян — 40...80 г. Грызовый имеет крупные семечки длиной 12...25 мм с очень толстой наружной оболочкой. Ядро занимает только часть пространства под оболочкой. Лузжистость обычно выше 50 %, иногда достигает 65 %. Масса 1000 семян — 100...200 г. Межеумок — промежуточная форма между масличным и грызовым подсолнечником.

Семянка состоит из околоплодника (лузги) и заключенного в нем семени (ядра). Околоплодник имеет эпидермис, который у черноокрашенных семян содержит пигмент. Под эпидермисом находится пробковая ткань, ниже которой расположены в несколько слоев одревесневшие клетки склеренхимы. Верхние клетки склеренхимы могут содержать вещество черного цвета — фитомелан, состоящий на 76 % из углерода. Это так называемый панцирный слой. Он предохраняет семянки от повреждения гусеницей подсолнечниковой моли, которая прогрызает оболочку семени и поедает ядро. Процентное содержание семян, имеющих в плодовых оболочках панцирный слой, называется панцирностью подсолнечника. Панцирность районированных сортов подсолнечника составляет не менее 95...96 %. Семя и ядро семянки подсолнечника состоят из тонкой семенной оболочки и зародыша.

В состав семян (в % на сухое вещество) входит: белков 12; жира 25...50; клетчатки 23...27; других углеводов 23...27; минеральных веществ 1,8...5,0. Ядро, очищенное от лузги, содержит 26...29 % белков, 50...60 % жира и всего 1,5...4,0 % клетчатки.

Таким образом, в зерне злаковых, семенах бобовых и масличных культур содержатся различные вещества: белки, углеводы, жиры, а также ферменты, витамины, пигменты, зола, вода, которые определяют энергетическую и строительную функции пищи. Химический состав зерна может значительно меняться в зависимости от сорта, почвенно-климатических условий и применяемой агротехники. Однако при значительном колебании в содержании той или иной группы веществ сохраняются специфические особенности, свойственные семенам данного рода и вида. По химическому составу все зерновки и семена можно разделить на четыре группы: богатые крахмалом (хлебные злаки); богатые белком (бобовые культуры); богатые маслом (масличные культуры); содержащие наряду со значительным количеством жирного масла эфирные масла (эфиромасличные культуры).

К первой группе относят зерно злаковых культур и семена гречихи. Они содержат в среднем в пересчете на сухое вещество 70...80 % углеводов, основную часть которых составляет крахмал; 10...16 % белков и 2...5 % жира.

Во вторую группу входят семена бобовых культур, содержащие 20...30 % белков и 60...65 % углеводов при содержании жира 2...4 %.

Третья группа объединяет масличные культуры, семена и плоды которых богаты жиром. Они содержат в среднем около 25...35 % жиров и 20...40 % белков.

Четвертая группа включает эфирно-масличные культуры. Кроме жирных масел (около 20 %) они содержат эфирные масла: кориандр — 1,5...1,2 %; анис — 2,5...4 %; тмин — 4...6 %.

В практической деятельности часто применяют классификацию, основанную на использовании той или иной культуры по определенному целевому назначению. Так, зерно принято делить на мукомольное, крупяное, фуражное, техническое и посевное. Для получения муки используют главным образом зерно пшеницы и ржи, в значительно меньших количествах — зерно кукурузы и ячменя. К крупяным культурам относят просо, гречиху, рис, ячмень, овес, горох, чечевицу, пшеницу; к фуражным — овес, ячмень, кукурузу, сорго; к техническим — кукурузу, семена масличных культур. Из этого краткого перечня видно, что классификация по направлению использования носит условный характер.

Ценность семян и плодов различных культур прежде всего обуславливается их химическим составом, так как содержание тех или иных веществ и соотношение их во многом определяют пищевые и технологические качества зерна, поэтому химический состав зерна контролируют на всех этапах работы с ним: при выведении новых сортов, разработке приемов агротехники, хранении, обработке и переработке. В состав зерна, семян и продуктов их переработки входят неорганические и органические вещества. К неорганическим относят воду и минеральные вещества, к органическим — углеводы, азотистые вещества, липиды, витамины, ферменты, пигменты и др. (табл. 3).

3. Химический состав зерна различных культур, %

Продукт	Вода	Белки	Жиры	Углеводы (общие)	Клетчатка	Зольность
Пшеница:						
мягкая	14	11,2	2,1	68,7	2,4	1,7
озимая	14	12,5	1,6	66,6	3,4	1,7
яровая	14	13,0	1,9	67,5	2,3	1,6
твердая						
Рожь	14	9,9	1,6	70,9	2,9	1,7
Ячмень	14	11,5	2,0	65,8	4,3	2,4
Кукуруза	14	10,3	4,9	67,3	2,1	1,2
Овес	13,5	10,1	4,7	57,8	10,7	3,2
Рис	14	7,3	2,0	63,1	9,0	4,6
Просо	13,5	11,2	3,8	60,7	7,9	2,9
Сорго	13,5	11,1	3,3	66,4	3,5	2,2

Продолжение

Продукт	Вода	Белки	Жиры	Углеводы (общие)	Клетчатка	Зольность
Гречиха	14	11,6	2,3	59,5	10,8	1,8
Горох	14	23	1,2	53,3	5,7	2,8
Фасоль	14	22,3	1,7	54,5	3,9	3,6
Чечевица	14	24,8	1,1	53,7	3,7	3
Соя	12	34,9	17,3	26,5	4,3	5
Подсолнечник	8	20,7	49,4	5	14	2,9
Рапс	12	22,3	37,5	18,3	5,3	4,6

Вода. Все физико-химические процессы, происходящие в зерне во время созревания, дозревания и хранения, тесно связаны с присутствием воды. В зерне, как и в корнеплодах, плодах и овощах, вода находится в трех состояниях: химически связанная, физико-химически связанная и механически связанная или свободная. Содержание воды в зерне колеблется от 7...9 до 25...30 %.

Свободная вода обладает всеми обычными свойствами воды, т. е. является растворителем, замерзает при 0°C, легко удаляется испарением. Связанная вода не замерзает даже при низких температурах и удаляется из зерна с большим трудом. В зерне, содержащем только связанную воду, все физиологические процессы сведены к минимуму, наступает так называемое состояние покоя.

Химически связанная вода входит в состав молекул веществ в строго количественных соотношениях, например в состав углеводов, белков, жиров и других органических веществ. Выделить такую воду можно только прокаливанием или химическим воздействием на вещества зерна. При этом структура вещества разрушается. Ни на биохимические, ни на микробиологические процессы, протекающие в зерне при хранении, эта вода влияния не оказывает.

Влажность зерна, которую определяют приборами и показателем которой входят в стандарты, представляет собой процентное содержание физически связанной с тканями зерна влаги, удаляемой в конкретных условиях ее определения. Она включает всю свободную воду и часть связанной. Влажность, ниже которой биохимические процессы в зерне резко ослабляются, а выше — начинают бурно нарастать, называют *критической*. Это такое состояние зерна, в котором появляется свободная вода. Для основных хлебных культур критическая влажность находится в пределах 14,5...15,5%. Для семян масличных культур она значительно колеблется в связи с высоким содержанием липидов.

Минеральные вещества. Все минеральные вещества по содержанию делят на макро-, микроэлементы и ультрамикроэлементы. К макроэлементам относятся: Na, K, P, Ca, Mg, Cl, S,

Si, Fe и др., находящиеся в довольно больших количествах. Содержание их выражается в процентах к массе продукта. К микроэлементам относятся: Ba, B, Br, Co, Mn, Cu, Mo, Zn, F и др. Содержание их выражают в миллиграммах и граммах в 100 или 1000 г продукта. К ультрамикроэлементам относят радиоактивные элементы: U, To, Ra и др.

Содержание минеральных веществ в зерне и зернопродуктах обычно определяют по количеству золы, полученной в результате сжигания и прокаливания навески при температуре 600...1000 °С. Общее количество золы в зерне хлебных злаков невелико: в пшенице и ржи — 1,4...2,5 %, в ячмене и овсе — 2,65 %, в просе — 2,95 %, в рисе — 6 %. Количество золы, выраженное в процентах к массе навески в пересчете на сухое вещество, называется зольностью зерна.

Состав золы разных культур неодинаков и колеблется в зависимости от сорта, района и условий произрастания, почвы, удобрений, орошения и других факторов. Особенно резкие колебания наблюдаются у одного и того же сорта по зольности между выполненными и щуплыми зернами: у первого — зольность всегда ниже средней, характерной для сорта; у второго — выше. В зерне пленчатых культур содержится значительно больше зольных веществ, особенно кремния, чем в зерне голозерных культур. Различная зольность пленчатых и голозерных культур, выполненного и щуплого зерна одной и той же культуры объясняется неравномерным распределением минеральных веществ по частям зерна. Все части зерна с толстыми стенками клеток, мелкие клетки или клетки, незаполненные питательными веществами, имеют более высокую зольность. Например, в зерне злаков больше всего минеральных веществ содержится в оболочках, алейроновом слое и зародыше, меньше всего — в эндосперме.

Зольность зерна имеет значение как относительный показатель качества при использовании зерна в мукомольном производстве. По зольности муки можно судить о том, из каких частей зерна она получена. Зольность является признаком, характеризующим сорт муки. Например, зольность пшеничной муки высшего сорта установлена на уровне 0,5 %, первого — 0,7, второго — 1,1, обойной — 1,5 %. Если зольность превышает норму, то считают, что в муку попало больше периферийных частей зерна, чем должно быть направлено в данный сорт.

У г л е в о д ы. Углеводы составляют примерно 80 % сухой массы растений. В состав плодов и семян входят разнообразные углеводы: крахмал, сахар, клетчатка, гемицеллюлоза и др. В живом организме они служат источником энергии, а также выполняют роль строительного материала, составляя основную часть стенок клеток. Количество и соотношение различных групп углеводов влияют на технологические свойства зерна и качество хлеба, так как сахара и крахмал необходимы для развития дрожжей в

тесте, а крахмал вместе с белками составляет формирующую основу теста.

Углеводы делятся на две группы: простые — моносахариды и сложные — полисахариды.

Из моносахаридов наибольшее значение имеют гексозы ($C_6H_{12}O_6$) и пентозы ($C_5H_{10}O_5$). К гексозам относятся глюкоза, фруктоза, галактоза, к пентозам — арабиноза, ксилоза.

Полисахариды подразделяются на две группы: сахароподобные и несакхароподобные. Первые состоят из двух, трех и четырех молекул моноз (сахароза, мальтоза, рафиноза и др.) Вторые имеют более сложную структуру (крахмал, клетчатка, гемицеллюлоза). По физиологической роли в растительных организмах углеводы условно делят на три группы:

сахара — монозы и сахароподобные полисахариды;

запасные вещества — несакхароподобные полисахариды (крахмал);

строительные вещества, такие, как клетчатка и гемицеллюлоза.

Из сахаров в состав зерна входят: монозы — ксилоза, арабиноза, глюкоза, фруктоза, галактоза; полисахариды — сахароза, мальтоза, лактоза, рафиноза.

Сахара имеют много общих свойств, из которых наиболее важны следующие:

сладкий вкус (если сладость сахарозы принять за 100, то по сравнению с ней сладость других сахаров следующая: фруктоза — 173, глюкоза — 74, мальтоза — 32, рафиноза — 24);

способность легко растворяться в воде;

способность кристаллизоваться из насыщенных растворов;

гигроскопичность;

способность вращать плоскость поляризованного света;

карамелизация — при нагревании выше температуры плавления они превращаются в вещества темного цвета с горьковатым вкусом;

способность сбраживаться.

В нормально созревшем зерне содержание сахаров невелико (пшеница 2...4 %; рожь, ячмень 2...7; просо, гречиха 1...3; рис, горох, подсолнечник 3...6 %). Преобладающей по количеству сахаров является сахароза. Сахара расходуются при дыхании зерна, а также влияют на питательность, вкус и качество продуктов переработки.

Сахара распределяются по частям зерна неравномерно. У зерен злаков наиболее богат ими зародыш — 20...25 % его массы. С точки зрения хранения зерна этот фактор определяет ряд моментов, связанных с деятельностью микроорганизмов. Зерно начинает покрываться плесенью с зародыша, а на битых зернах плесень располагается по периферии излома. Недостаточно зрелое зерно с повышенным содержанием сахаров более подвержено поражению плесневыми грибами. Повышенная сахаристость в недозревшем и

морозобойном зерне объясняется незаконченностью образования сложных углеводов. В проросшем зерне содержание сахаров также повышается, но в результате разложения сложных углеводов под действием ферментов. Несмотря на ценность сахаров как продуктов питания повышенное содержание их в зерне и в зернопродуктах нежелательно, так как свидетельствует о дефектах зерна.

Важнейшим несхароподобным полисахаридом, входящим в состав зерна, является крахмал ($C_6H_{10}O_5$)_n. Крахмал — главный запасной углевод зерна. Откладывается крахмал в растительных клетках в виде крахмальных зерен. У разных плодов и семян они имеют различную форму и размер, который колеблется от 2 до 180 мкм. Крахмальное зерно состоит в основном из крахмала (96...98 %) и примесей: небольшого количества минеральных веществ (0,1...0,8 %) и жирных кислот (до 0,6 %). Содержание крахмала в зерне различных культур (% на сухое вещество): пшеница — 58...74; рожь, ячмень — 54...66; рис — 65...80; кукуруза — 60...72; горох, фасоль — 36...50 %. В выполненном зерне крахмала больше, чем в щуплом. Крахмал образуется в эндосперме зерна или в семядолях семян, в других частях зерна он обычно не содержится. Однако и в эндосперме он распределяется неравномерно, наиболее богата им центральная часть. Крахмал при хранении расходуется в процессе дыхания и при прорастании.

В состав углеводного комплекса зерна входят еще клетчатка (целлюлоза) и гемицеллюлоза, которые являются главным опорным материалом растительных клеток и тканей. В зерне пленчатых культур клетчатки значительно больше, чем в голозерных. Так, зерно пшеницы и ржи содержит клетчатки 1,9...3,4 % сухих веществ, овса и ячменя — 6...16,5 %. В мелком и щуплом зерне содержится всегда больше клетчатки, чем в крупном и выполненном. Клетчатка не имеет пищевой ценности, поэтому содержание ее в продуктах переработки зерна снижает их питательные свойства. При сортовых помолах зерна и выработке круп все части зерна, содержащие много клетчатки, направляют в отруби и отходы.

Азотистые вещества. В состав семян и плодов входят азотистые вещества: белки, аминокислоты, азотистые основания аминокислот, соли азотной и азотистой кислот. Основную часть в зерне и зернопродуктах составляют белковые вещества.

По форме молекул белки делятся на глобулярные и фибриллярные. Глобулярные белки состоят из шаровидных и шарообразных молекул и характерны для большинства растительных и животных белков. Молекулы фибриллярных белков имеют нитевидную форму — это белки волос, шелка.

Характерные свойства и ценность белков определяются их аминокислотным составом. Всего изучено свыше 40 разных аминокислот, входящих в состав белков. Однако постоянными составными частями одной белковой молекулы являются 20. Некоторые

аминокислоты, необходимые для образования белка, могут синтезироваться в организме человека и животных из других аминокислот. Их называют заменимыми. Другие в организме не синтезируются. Их называют незаменимыми. К ним относятся: лейцин, лизин, триптофан, фенилаланин, метионин, треонин, валин, аргенин, а для детского организма нужна еще девятая кислота — гистидин.

Белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, называют полноценными. Если белок не содержит одной или нескольких незаменимых аминокислот, его называют неполноценным. В полноценных продуктах питания соотношение незаменимых аминокислот должно быть следующим: триптофан 1; треонин 2; лизин 3; изолейцин 3; лейцин 3,4; фенилаланин 2; валин 3; аргенин 3. Достаточно полноценны белки семян бобовых и гречихи. Из зерна злаковых наибольшей биологической ценностью обладают белки ржи, овса и риса.

Белки подразделяют на группы также по растворимости.

Альбумины — белки, растворимые в воде и солевых растворах. Их представителем является лейкозин пшеницы. Альбумины — полноценные белки, так как содержат все незаменимые аминокислоты.

Глобулины — белки, растворимые в слабых растворах солей (3...5%-ный раствор NaCl, K₂SO₄ и др.), содержатся в зерне всех культур, но в большом количестве в семенах масличных и бобовых и являются полноценными.

Проламины — белки, растворимые в 60...80%-ном этиловом спирте. Они в большом количестве встречаются в зерне злаковых: в пшенице, ржи, ячмене, овсе, кукурузе. В биологическом отношении они менее ценны, чем альбумины и глобулины, так как содержат мало или совсем не содержат лизина, а иногда и триптофана.

Глютенины — белки, растворимые в слабых (0,2%-ных) растворах щелочей. В пищевом отношении глютенны также уступают белкам первых двух групп. Белки этой группы в зерне пшеницы образуют клейковину.

В состав зерна входят также **нуклеопротеиды** — белковые вещества, содержащие кроме простого белка и нуклеиновые кислоты. Это так называемые рибонуклеиновые (РНК) и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК).

Содержание белков в зерне разных культур неодинаково. В зернах злаков содержание белков колеблется от 5 до 24 %, а в семенах бобовых — от 20 до 40 %. Из злаковых культур наиболее богато белками зерно пшеницы, наиболее бедно зерно риса.

Из четырех классификационных групп белков в состав злаков входят проламины и глютенны, а остальные представлены в незначительном количестве.

Из всех белков, входящих в состав зерна злаков, наибольший

интерес представляют белки пшеницы. При замесе теста они способны образовывать клейковину, что обуславливает газодерживающую способность теста. Сильная пшеница должна содержать белка не менее 14 % и сырой клейковины не менее 28 %, а мука первого сорта — 32 %. Пшеница средней силы способна давать хороший хлеб, но не способна улучшать слабую пшеницу. Слабой называют пшеницу с содержанием белка 8...10 % и клейковины — менее 20 %.

Жировые вещества. Жиры представляют собой смесь сложных эфиров — глицеридов, образующихся в результате соединения трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. Они относятся к запасным питательным веществам.

В состав растительных жиров входят следующие кислоты: пальметиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая и др. Пальметиновая и стеариновая кислоты — насыщенные (предельные), олеиновая, линоленовая и линолевая — ненасыщенные (непредельные), т. е. имеющие двойные связи между атомами углерода.

Наиболее богаты жиром семена масличных и эфиромасличных культур — 30...70 %. Содержание жира в зернах овса и кукурузы составляет 5...6 %, в остальных — 1,2...2 %.

Растительные жиры делятся на жидкие и твердые. К жидким относятся жиры из зерен злаковых и семян бобовых и масличных культур. К твердым относятся масла какао, пальмовое, кокосовое, содержащие в основном насыщенные, следовательно, твердые жирные кислоты.

Жидкие жиры по способности к высыханию делятся на три группы: а) *высыхающие* (льняное, конопляное), содержащие 50...60 % линолевой и 17...45 % линоленовой кислот. По месту двойных связей этих кислот легко присоединяется кислород, в результате чего жир превращается в твердый продукт; б) *полувысыхающие* жиры (подсолнечное, маковое, хлопковое, кукурузное масло и др.). Эти масла на воздухе высыхают медленно; в) *невысыхающие* масла состоят в основном из насыщенных олеиновой (до 83 %) и эруковой кислот. Эти масла на воздухе не высыхают. К ним относятся кунжутное, клещевинное, горчичное, рапсовое и др.

Для характеристики свойств жира применяют так называемые числа — кислотное, йодное и омыления. Кислотное число выражается количеством миллиграммов КОН, необходимым для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира, и характеризует свежесть жира. У свежего жира оно колеблется от 1 до 6 мг. Кислотное число масла в семенах масличных культур нормируется стандартом.

Йодное число выражается количеством граммов йода, необходимым для насыщения непредельных кислот, содержащихся в 100 г жира. Йодное число дает возможность судить о содержании в жире непредельных жирных кислот. По этому числу растительные

жиры делят на высыхающие (с числом более 130) и невысыхающие (с числом менее 85). Полувысыхающие занимают промежуточное положение.

Число омыления выражается количеством миллиграммов КОН, необходимым для нейтрализации свободных и связанных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Чем выше число омыления, тем больше в жире жирных кислот.

Роль жировых веществ в хранении зерна отрицательная. Объясняется это тем, что жирные кислоты, входящие в состав зерна, обладают высокой степенью непереносимости (их исходное число 105...140). По этой причине в продуктах переработки зерна они легко окисляются и прогоркают. При прогоркании жира он разлагается на глицерин и жирные кислоты, затем происходит более глубокий распад с образованием альдегидов и оксикислот. Скорость процесса прогоркания зернопродуктов зависит от их влажности, температуры хранения, доступа воздуха, наличия антиокислителей. Прогоркание жира приводит к изменению его химического состава, снижает пищевую ценность, ухудшает органолептические показатели зерна (появляется горький вкус и неприятный запах).

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЩЕСТВ ПРИ СОЗРЕВАНИИ ЗЕРНА

Урожай и его качество определяются соотношением и совокупностью действия внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относят климат, состав почвы и комплекс агротехнических мероприятий; к внутренним — природные особенности хлебных растений, их наследственные признаки (генотип). Совокупность всех внешних и внутренних структур и функций организма, которая может быть описана, называют фенотипом.

Общее направление изменения химического состава зерна при созревании можно охарактеризовать как переход растворимых веществ с небольшой молекулярной массой в нерастворимые, высокомолекулярные соединения. Эти синтетические процессы наблюдаются при созревании культуры.

Химический состав зерна не может быть постоянным. Он сильно колеблется по сортам, а в пределах сорта зависит от почвы и агротехники возделывания, климатических и метеорологических условий. На химический состав зерна оказывают влияние вредители и болезни. Все это необходимо учитывать специалистам при формировании партий и хранении зерна.

Лабораторная работа № 4

Определение влажности зерна

Цель работы. Освоить основные методы определения влажности зерна

1. Дать определение понятия «влажность зерна»
2. Дать характеристику форм связи воды с зерном
 - а) химически связанная вода,
 - б) физико-химически связанная вода,
 - в) механически связанная вода
3. Записать уровни влажности зерна
 - а) критическая,
 - б) равновесная
4. Заполнить таблицу состояния зерна по влажности основных культур

Культура	Влажность, %			
	сухое	средней сухости	влажное	сырое
Пшеница				
Рожь				
Ячмень				
Овес				
Просо				
Гречиха				
Горох				
Нут				
Подсолнечник				

5. Перечислить методы определения влажности зерна
 - а) прямые,
 - б) косвенные (химический, электрофизический, ядерно-физический)
6. Определить влажность зерна стандартным методом
- 6.1 Предварительное подсушивание зерна

№ бюкса	Масса навески зерна, г	
	до высушивания	после высушивания

6.2 Высушивание размолотого зерна

№ бюкса	Масса бюкса, г	Масса бюкса с навеской, г	Величина навески, г	Масса бюкса с навеской после высушивания, г	Масса навески после высушивания, г	Влажность, %	
						отдельной навески	среднее

Влажность зерна, %:

$$W = 100 \left(1 - \frac{M_2 \cdot M_4}{M_1 \cdot M_3} \right) + K,$$

где M_1 — масса навески размолотого зерна до высушивания, г; M_2 — масса навески размолотого зерна после высушивания, г; M_3 — масса навески целого зерна до предварительного подсушивания, г; M_4 — масса навески целого зерна после предварительного подсушивания, г; K — поправочный коэффициент.

6.3. Определение влажности без предварительного подсушивания

Повторность	№ бюкса	Масса бюкса, г	Масса навески, г	Масса бюкса с навеской, г		Потери массы, г	Влажность, %
				до высушивания	после высушивания		

Влажность зерна, %:

$$W = \frac{A - B}{B} \cdot 100 + K,$$

где A — масса навески муки до высушивания, г; B — масса навески муки после высушивания, г; K — поправочный коэффициент.

7. Сделать заключение о состоянии зерна по влажности.

Лабораторная работа № 5

Изучение показателей качества, характеризующих технологические достоинства зерна (стекловидность, количество и качество клейковины)

Цель работы. Научиться определять стекловидность, содержание и качество клейковины.

1. Дать определение понятия «стекловидность зерна».
2. Указать факторы, влияющие на стекловидность зерна.
3. Описать методику определения стекловидности зерна по результатам осмотра среза зерна и с помощью диафаноскопа.
4. Определить стекловидность зерна пшеницы выданного образца. Установить тип и подтип зерна. Данные занести в таблицу.

Вид зерна	Группа зерна по стекловидности	Количество зерен		Общая стекловидность, %
		штук	%	

5. Дать определение понятия «клейковина зерна». Состав и свойства клейковины.

6. Категории зерна по содержанию клейковины

Высокое	Среднее	Ниже среднего	Низкое

7. Изучить и кратко записать методику определения клейковины.

8. Определить содержание клейковины в предложенных образцах. Заполнить таблицу.

№ образца	Вариант	Количество сырой клейковины		Качество сырой клейковины			
		г	%	цвет	растяжимость, см	показания ИДК	группа клейковины
1	Нормальное зерно						
2	Перегретое при сушке						
3	Поврежденное клопом-черепашкой						
4	Проросшее зерно						

9. Указать в таблице группу качества и характеристику клейковины в зависимости от показателей прибора ИДК.

Показания прибора	Группа клейковины	Характеристика клейковины
0...15		
20...45		
45...75		
80...100		
105...120		

10. Указать факторы, влияющие на количество и качество клейковины. Сравнить образцы по количеству и качеству клейковины и сделать заключение о пригодности зерна разных партий для хлебопекарных целей.

11. Описать значение сырой клейковины для технологической оценки качества зерна и продуктов его переработки.

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите строение зерна злаковых, бобовых и масличных культур. 2. Как классифицируют зерновые культуры по химическому составу зерна? 3. Дайте характеристику основных веществ, входящих в состав зерна. 4. Какие изменения происходят в липидах при хранении зерна? 5. Как зависит химический состав зерна от условий выращивания и хранения зерновых масс?

6

ГЛАВА

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЗЕРНА И СЕМЯН ПРИ ХРАНЕНИИ

Зерновая масса — сложная биологическая система, представляющая собой биоценоз, т.е. совокупность живых организмов с более или менее одинаковыми условиями жизни. Процессы, протекающие в зерновой массе в результате жизнедеятельности входящих в нее живых компонентов (зерно, семена сорняков, микроорганизмы, насекомые и клещи), называют физиологическими. Жизнедеятельность зерновой массы при хранении проявляется в виде дыхания, послеуборочного дозревания, прорастания. Эти процессы имеют большое практическое значение, так как умение регулировать их ход позволяет сохранить зерно и сократить потери сухих веществ при хранении.

При организации хранения зерновых масс прежде всего возникает вопрос о возможных сроках их хранения. Период, в течение которого зерно и семена сохраняют свои потребительские свойства, называют долговечностью. Различают долговечность биологическую, хозяйственную и технологическую.

Биологическая долговечность — промежуток времени, в течение которого сохраняют способность к прорастанию хотя бы единичные семена.

Хозяйственная долговечность — период хранения, в течение которого семена остаются кондиционными по всхожести и отвечают требованиям государственных стандартов к посевным качествам семян.

Технологическая долговечность — срок хранения зерновой массы, обеспечивающий ее полноценные свойства для использования на пищевые, кормовые и технологические цели. Технологические свойства зерна сохраняются дольше, чем семенные.

По биологической долговечности семена всех растений делят на три группы: микробиотики, мезобиотики и макробиотики. Первые сохраняют всхожесть от нескольких дней до 3 лет, вторые — от 3 до 15 лет, третьи — от 15 до 100 лет. Большинство семян сельскохозяйственных растений относят к группе мезобиотиков, которые сохраняют всхожесть при благоприятных условиях в течение 5...10 лет. Однако высокую всхожесть партии семян сохраняют чаще всего 3...5 лет. Наиболее долговечны семена бобовых, овса, сорго, пшеницы. Менее долговечны семена ячменя

и кукурузы. Наименьшей долговечностью обладают семена ржи и проса.

Долговечность зерна и семян зависит от многих факторов, к основным из которых относятся: принадлежность к тому или иному ботаническому виду; условия подработки (очистка и сушка); условия хранения. Долговечность семян и зерна при хранении может быть кратковременной, если в зерновой массе создаются условия для развития нежелательных процессов. В этом случае пищевые, технологические и посевные качества партии зерна могут быть утрачены за несколько дней.

Установлено, что семена с плотными плодовыми оболочками (пшеница, рожь) всегда хранятся дольше, чем семена с рыхлыми оболочками (рис, просо, гречиха). Высококачественные сортовые семена зерновых и масличных культур способны в течение длительного срока сохранять семенные свойства без существенных изменений, поэтому очень важно при закладке в семенные фонды выделять партии сортовых семян не ниже норм I класса посевного стандарта.

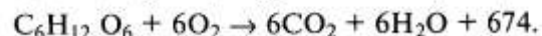
Технологическая долговечность зерна и семян обычно значительно больше биологической и хозяйственной долговечности. Оценка по мукомольно-хлебопекарным качествам партий пшеницы и ржи, хранившихся в складах 7...10 лет, показывает, что выход муки, расход энергии при помоле и качество печеного хлеба, полученного из такого зерна, не отличаются от соответствующих показателей, получаемых при переработке зерна с малыми сроками хранения.

Технологические свойства зерна при долгосрочном хранении сохраняются в зависимости от его исходных свойств и признаков. Так, мягкие стекловидные сорта пшеницы обладают большей устойчивостью, чем мягкие мучнистые. Хорошо созревшие, просушенные и охлажденные партии зерна выдерживают 10 и более лет хранения без существенных изменений мукомольно-хлебопекарных качеств.

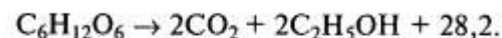
Однако резкие температурные и механические воздействия вызывают значительные изменения качества зерна при хранении. У крупяных культур ядро становится более хрупким и выход доброкачественной крупы уменьшается. В масличных культурах происходят распад и окисление жиров. Полученное из таких семян масло менее пригодно для пищевых и некоторых технических целей.

Дыхание зерна. При дыхании происходят преобразование и распад органических веществ и прежде всего сахаров. В результате выделяется энергия, необходимая организму для поддержания жизненных реакций.

Различают аэробное и анаэробное дыхание зерновой массы. При свободном доступе кислорода к зерну процесс *аэробного* дыхания описывается следующим уравнением (ккал):



В условиях отсутствия кислорода зерновая масса переходит на *анаэробное* дыхание, которое описывается следующим уравнением (кДж):



Характер процесса дыхания зерна оценивается дыхательным коэффициентом CO_2/O_2 . Если процесс аэробного дыхания зерна происходит в точном соответствии с уравнением аэробного дыхания, то соотношение объемов выделяемого CO_2 и поглощаемого O_2 равно единице. Часто дыхательный коэффициент не равен единице. В случае, если на дыхание расходуются вещества, более богатые кислородом, чем сахар (например, щавелевая или винная кислота), то дыхательный коэффициент будет больше единицы. И наоборот, если процесс дыхания происходит за счет веществ с наибольшим содержанием O_2 (например, жирных кислот) и при этом жир превращается в сахар (как у семян масличных культур), то объем потребляемого кислорода превышает объем выделенного CO_2 и дыхательный коэффициент будет меньше единицы.

В результате дыхания уменьшается масса сухих веществ зерна; увеличивается влажность зерна и относительная влажность межзернового пространства; изменяется состав воздуха межзернового пространства; в хранящейся зерновой массе накапливается теплота.

Уменьшение массы зерна при хранении в результате дыхания может быть значительным. Хранящееся зерно не может восполнить вещества, затраченные на дыхание, как оно восполняет их, находясь в колосе зеленого растения в процессе фотосинтеза. Эти потери составляют основу естественной убыли зерна при хранении, которая зависит от культуры, способа и срока хранения.

Дыхание зерновой массы сопровождается увлажнением зерна, что приводит к увеличению относительной влажности воздуха межзернового пространства и к дальнейшему усилению интенсивности дыхания зерновой массы.

На окисление гексоз при дыхании зерновой массы из межзернового пространства потребляется O_2 и выделяется CO_2 . Если хранящуюся зерновую массу не проветривать, то CO_2 как наиболее тяжелый газ может накапливаться и в зерновой массе (создаются условия для анаэробного дыхания). Анаэробное дыхание, в свою очередь, приводит к образованию этилового спирта, угнетающего жизненные функции клеток зерна и приводящего к потере его жизнеспособности.

В результате дыхания зерновой массы (зерна, семян, микроорганизмов, вредителей) выделяется довольно значительное количество энергии. Вся теплота, выделенная при дыхании, поступает в окружающую среду, и вследствие плохой тепло- и теплопроводности зерновой массы может задерживаться и быть

причиной самосогревания. Таким образом, обеспечить лучшую сохранность можно, если зерновая масса в период хранения находится в состоянии анабиоза, т.е. интенсивность ее дыхания понижена.

Интенсивность дыхания зерна и семян зависит от таких факторов, как влажность; температура; доступ к зерну воздуха; состояние зрелости; выполненность, крупность и целостность зерна; ботанические особенности.

Влажность зерновой массы. Сухое зерно обладает замедленным газообменом. Зерно средней сухости дышит в 2...4 раза интенсивнее сухого, влажное — в 4...8 раз, сырое — в 20...30 раз. Усиление интенсивности дыхания зерновой массы с увеличением ее влажности обусловлено ослаблением связи сорбированной воды с зерном и изменением уровня ее активности. Влажность зерна, начиная с которой резко усиливаются физиолого-биохимические и микробиологические процессы и зерно становится нестойким при хранении, называют критической.

Зерновая масса переходит от состояния покоя к активной жизнедеятельности в относительно узких пределах влажности: 13...16 % — для основных зерновых и бобовых культур и 7...12 % — для семян масличных культур.

Таким образом, зерновая масса в сухом состоянии, т.е. с влажностью ниже критической, устойчива при хранении и требует меньшего ухода, чем влажное и сырое зерно, которое интенсивно дышит и может испортиться при хранении вследствие самосогревания.

Температура зерновой массы. Интенсивность дыхания зерна при хранении увеличивается с повышением температуры до 50...55 °C. Дальнейшее повышение температуры приводит к коагуляции белков, инаktivированию ферментов и гибели зерна, поэтому интенсивность дыхания зерна при температуре выше 55 °C уменьшается.

При пониженных температурах (0...10 °C) интенсивность дыхания зерна очень мала. Низкая температура консервирует даже влажное и сырое зерно.

Существенное влияние на интенсивность и характер дыхания зерновой массы при хранении оказывает *доступ к зерну воздуха*. Вентиляция зерновой массы повышает интенсивность дыхания. Хранение зерна без проветривания сопровождается увеличением в воздухе межзернового пространства содержания CO₂, который оказывает отрицательное действие на микрофлору зерна и вынуждает микроорганизмы и зерно переходить на анаэробное дыхание — интенсивность дыхания зерновой массы снижается.

При длительном нахождении зерна, особенно влажного и сырого, в воздухе с повышенным содержанием CO₂ и небольшого количества O₂ оно теряет свою жизнеспособность и всхожесть,

поэтому семенное зерно при хранении систематически проветривают, а партии продовольственного и кормового зерна во влажном и сыром состоянии подвергают активному вентилированию для снижения влажности или температуры зерновой массы.

Состояние зрелости. Недозрелые зерна и семена дышат значительно интенсивнее, чем нормально вызревшие. Зерновая масса, в которой содержится много незрелых семян, крайне неустойчива и легко подвергается порче. Недозрелые семена в первый период хранения обладают повышенной влажностью, энергично дышат и служат благоприятной средой для развития микроорганизмов и клещей.

Условия уборки и транспортирования. Зерно, подмоченное при уборке или во время транспортирования, даже после высушивания обладает при хранении большей интенсивностью дыхания по сравнению с зерном такой же влажности, но неподмоченным. Проросшее, а затем высушенное зерно также характеризуется повышенной интенсивностью дыхания.

Меньшая стойкость подмоченных и начавших прорастать зерен — следствие активации ферментов в начальных стадиях прорастания и развития на зерне микроорганизмов.

Выполненность и крупность зерна. Щуплые зерна дышат значительно интенсивнее, чем выполненные и крупные. Это объясняется наличием у них сравнительно большей активной поверхности, чем у выполненных зерен. Кроме того, обладая большей гигроскопичностью, щуплые зерна обычно более влажные, чем выполненные. Таким образом, партии, содержащие щуплые зерна, при прочих равных условиях хранения всегда менее стойки, чем партии выполненного зерна.

Следует также отметить, что интенсивность дыхания различных частей зерна также неодинакова. Зародыш дышит интенсивнее, чем другие части зерна. Это объясняется повышенной физиологической активностью клеток и тканей зародыша и большим содержанием в нем влаги.

Целостность зерен. Повреждение оболочек зерна, раздробление его на части и т.п. способствуют увеличению интенсивности дыхания. Объясняется это механическим раздражением клеток, большей пораженностью битых зерен микроорганизмами, а также более свободным доступом воздуха к клеткам.

Удаление различными методами битых и поврежденных зерен увеличивает стойкость всей партии при хранении.

Интенсивность дыхания зерна при хранении зависит также от его *ботанических особенностей*. Например, при одинаковых условиях хранения наибольшая энергия дыхания наблюдается у сортов кукурузы с более крупными зародышами. Интенсивность дыхания мягкой пшеницы выше, чем твердой, и т.п.

Итак, зерновая масса, содержащая много незрелых, щуплых, дробленных, подмоченных зерен, начавших когда-то прорастать и

с другими дефектами, обладает повышенной интенсивностью дыхания, менее устойчива при хранении и требует тщательного наблюдения.

ПОСЛЕУБОРОЧНОЕ ДОЗРЕВАНИЕ ЗЕРНА

Под послеуборочным дозреванием понимают биохимические процессы, происходящие в свежесобранном зерне и приводящие к нарушению покоя. Состояние покоя — это полное отсутствие прорастания семян или низкая их всхожесть. Различают покой *вынужденный*, вызванный внешними условиями — отсутствием влаги и необходимой температуры, а также *органический, или глубокий*, покой, когда задержка прорастания связана с внутренними свойствами семян. В состоянии покоя жизненные процессы в зерне не прекращаются, но идут очень медленно, поддерживая только жизнь зародышевой ткани. Свежесобранное зерно многих культур находится в неглубоком физиологическом покое, который по времени обычно совпадает с периодом послеуборочного дозревания.

Для зерна, собранного с поля, обычно характерны пониженные семенные и технологические достоинства. Наиболее полно семенные и технологические качества зерна проявляются лишь через некоторое дополнительное время. Это дополнительное время и называют периодом послеуборочного дозревания.

Ход послеуборочного дозревания суммарно характеризуется двумя показателями: увеличением всхожести семян и снижением интенсивности дыхания.

Основная направленность изменений в зерне при послеуборочном дозревании — продолжение биохимических процессов биосинтеза, начавшихся в колосе, и превращение низкомолекулярных органических веществ в высокомолекулярные.

При дозревании зерна заканчиваются процессы синтеза полисахаридов, белков и жиров. Уменьшается содержание небелкового азота. Белки клейковины уплотняются, качество ее улучшается. Возрастает количество жира при одновременном уменьшении количества свободных жирных кислот. Одновременно ослабевает ферментативная активность, что свидетельствует об ослаблении окислительно-восстановительных процессов в зерне в ходе послеуборочного дозревания.

Важнейшее значение для процессов послеуборочного дозревания при хранении имеют влажность, температура зерновой массы, степень ее аэрации и состав воздуха межзернового пространства.

Значение влажности в том, что для дозревания необходимо преобладание процессов синтеза над гидролитическими, что возможно только при низкой влажности зерна, поэтому для скорейшего прохождения периода послеуборочного дозревания

зерно должно иметь влажность ниже критической. Наиболее быстро дозревание семян происходит при температуре 15...30 °С и выше.

Послеуборочному дозреванию семян способствует их активное вентилирование. Кислород ускоряет, а накопление диоксида углерода замедляет дозревание.

В настоящее время разработаны меры по созданию наиболее благоприятных условий дозревания зерна. Это сушка зерна на солнце, в сушилке или активным вентилированием. Сушка свежесобранного зерна пшеницы при 45 °С дает наилучшие результаты. Активное вентилирование зерна следует проводить сухим воздухом при 20 °С.

При благоприятных условиях хранения процессы послеуборочного дозревания зерна пшеницы заканчиваются в течение 1...1,5 мес. Искусственной сушкой этот срок можно сократить до 2...3 нед.

Непродолжительный период послеуборочного дозревания у ржи — 10...15 дней, овса — 20 дней. Самый продолжительный период у ячменя — до 6...8 мес. Семена масличных культур также имеют период послеуборочного дозревания. А вот семена кукурузы после удаления из них избытка влаги сразу становятся физиологически полноценными.

На продолжительность периода послеуборочного дозревания влияют сортовые различия. Например, более быстрое дозревание наблюдается у краснозерных сортов пшеницы.

В период послеуборочного дозревания улучшаются некоторые технологические свойства зерна и семян. Так, например, у пшеницы увеличивается выход сырой клейковины и улучшается ее качество. В семенах масличных наблюдается дальнейший синтез жира и увеличение его выхода при переработке маслосемян.

ПРОРАСТАНИЕ ЗЕРНА

При хранении зерна возможно его прорастание, которое возникает только в результате небрежного или неправильного хранения. При прорастании зерна в процессе хранения происходит потеря сухих веществ; выделяется значительное количество теплоты, что приводит к усилению всех процессов жизнедеятельности; в результате активных гидролитических процессов ухудшается его качество.

Вследствие всех этих явлений семена утрачивают свои посевные свойства, резко ухудшаются мукомольно-хлебопекарные качества зерна и уменьшается выход продуктов при переработке, поэтому прорастание зерна при хранении недопустимо и при правильной организации хранения его всегда можно предотвратить.

Необходимое условие для исключения прорастания зерна — предотвращение попадания в зерновую массу капельно-жидкой влаги.

САМОСОГРЕВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ МАСС ПРИ ХРАНЕНИИ

Повышение температуры зерновой массы вследствие протекающих в ней физиологических процессов и низкой теплопроводности называют самосогреванием. При этом температура зерновой массы может повышаться до 55...65 °C и даже до 70...75 °C, 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.

Семена сорняков и вредители принимают косвенное участие в самосогревании, но их роль в этом процессе огромна. Семена сорняков, обладая более интенсивным дыханием по сравнению с основным зерном, способствуют большему накоплению теплоты. Особенно много теплоты выделяется в неочищенном зерне с повышенной влажностью и содержащем зеленые части растений и семена сорняков.

В случае большой обсемененности зерна микроорганизмами, скопления вредителей в ограниченных участках насыпи они также выделяют огромное количество теплоты, что может вызвать самосогревание, так как в результате низкой теплопроводности зерна теплоты образуется больше, чем отдается в окружающую среду.

Интенсивность, с которой возникает и развивается процесс самосогревания, зависит от следующих причин: состояния зерновой массы и зернохранилищ, их конструкций; условий содержания зерна в хранилищах и методов ухода за ним.

Состояние зерновой массы зависит от исходной влажности, температуры, физиологической активности и состава микрофлоры. Эти факторы наиболее существенно влияют на процесс самосогревания зерновой массы.

При влажности менее критической интенсивность дыхания зерна невелика, а микроорганизмы развиваются очень медленно, поэтому самосогревание чаще всего наблюдается в партиях зерна, заложенных на хранение во влажном и сыром состоянии. При наличии капельно-жидкой влаги в зерновой массе происходит поверхностное увлажнение, что особенно усиливает жизнедеятельность микроорганизмов.

Возможность самосогревания зерна с повышенной влажностью зависит также и от его температуры. Так, при температуре 10...15 °C начальные стадии самосогревания развиваются очень медленно, а ниже 8...10 °C оно обычно не возникает. После достижения максимальной температуры самосогревания (60...65 °C) на-

чинается медленное естественное охлаждение зерновой массы из-за гибели всех живых компонентов под действием высоких температур. Однако естественное прекращение процесса самосогревания не имеет практического значения, так как зерно и семена к этому времени полностью утрачивают пищевые, кормовые и посевные качества. Самосогревание ни в одной зерновой массе само по себе не прекращается раньше, чем будет достигнута максимальная температура.

Физиологическая активность зерновой массы — один из факторов, влияющих на процесс самосогревания. 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 также могут способствовать самосогреванию: 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. Причинами возникновения гнездового самосогревания могут быть увлажнение какого-то участка зерновой массы в результате неисправности крыши или плохой гидроизоляции стен хранилища; засыпка в одно хранилище зерна с различной влажностью и образование очага с повышенной влажностью; образование участка с повышенным содержанием примесей, пыли и микроорганизмов; скопление насекомых и клещей в одном участке насыпи. Таким образом, гнездовое самосогревание возникает только при нарушении основных правил размещения зерна и ухода за ним.

Пластовое самосогревание может возникнуть в зерновой массе при хранении ее в складах, элеваторах и бунтах. В зависимости от расположения греющегося пласта различают самосогревание верховое, низовое, вертикально-пластовое. Обязательное условие пластового самосогревания — увлажнение отдельных слоев насыпи.

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

Горизонтальный пласт греющегося зерна размещается на глубине 0,7...1,5 м, а если толщина зернового слоя в складе 1,0...1,5 м, то на глубине 15...25 см от поверхности.

Данному виду самосогревания зерновой массы способствует такое ее свойство, как термовлагопроводность. Осенью потоки теплого и влажного воздуха перемешаются в зерновой массе вверх и встречаются в верхнем участке насыпи с уже охлажденным атмосферным воздухом. В результате их взаимодействия верхний слой зерновой массы увлажняется, при этом возможно появление конденсационной влаги. Влага с поверхности насыпи испаряется в окружающее пространство. Остальная масса увлажненного зерна (на глубине 0,7...1,5 м) превращается в интенсивный источник теплоты.

Весной атмосферный воздух теплый, а зерновая масса после зимнего хранения имеет отрицательную температуру. Обогрев верхнего слоя идет сверху вниз по направлению потока теплоты. Вместе с теплотой из верхнего слоя насыпи мигрирует и влага. Теплый и увлажненный воздух встречается с холодной зерновой массой, и создаются условия для конденсации влаги. В результате усиливаются физиологические процессы, что приводит к самосогреванию в указанном слое. Верховое самосогревание в весенний период, как правило, наблюдается в партиях переохлажденного зерна.

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. Низовое самосогревание может развиваться и при размещении зерновой массы на сырой грунт или площадку без должной гидроизоляции. Такое самосогревание сопровождается прорастанием и слеживанием зерна в нижнем слое насыпи. Самосогревание может быстро захватить и верхние слои насыпи, так как теплота легко перемещается в вышележащие слои.

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.

Самосогреванию зерновой массы в вертикальном пласте способствует перепад температур в насыпи около стен и в остальных участках. В результате около стен хранилища сосредотачиваются легкий сор, пыль, семена сорняков и другие компоненты с повышенной физиологической активностью.

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. Такие партии зерна нестойки при хранении, так как интенсивные физиологические процессы протекают во всей зерновой массе, вследствие

чего она за короткий промежуток времени может быть охвачена самосогреванием. Для спасения зерна в этом случае необходимы срочные меры.

СЛЕЖИВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ МАСС

Частичную или полную потерю сыпучести зерновой массы называют слеживанием. Оно сопровождается изменением свойств и качества зерна. Причины слеживания: давление зерна на нижние слои насыпи и участки, прилегающие к стенам хранилища; замерзание влажного и сырого зерна при его значительном охлаждении; самосогревание; отдельные физиологические процессы.

Уплотнение зерна чаще всего наблюдается в силосах элеваторов, причем более тяжелые культуры (пшеница) уплотняются меньше, чем легкие (овес).

Слеживание зерновой массы возникает не всегда, а при хранении зерна без перемещения более 1 года. Влажное и сырое зерно слеживается довольно легко даже при непродолжительном хранении, поэтому такое зерно нельзя размещать в элеваторах. Смерзание сырого зерна превращает массу зерна в прочные глыбы. Особенно сильно слеживается зерновая масса в процессе самосогревания.

Потере сыпучести и слеживанию зерновой массы способствует нарушение структуры зерна. Под действием микроорганизмов, вредителей и прорастания разрушаются оболочки и деформируются внутренние ткани зерна. Склеивание зерен происходит также из-за накопления продуктов жизнедеятельности микроорганизмов на их поверхности. Слеживание зерна недопустимо.

Лабораторная работа № 6

Определение свежести зерна по титруемой кислотности

Цель работы. Научиться определять свежесть зерна по показателю титруемой кислотности.

1. Описать методику определения свежести зерна по болтушке.
2. Дать определение титруемой кислотности.
3. Определить титруемую кислотность образцов зерна различного качества (свежее зерно, греющееся зерно, порченное зерно и проросшее зерно). Данные записать в таблицу.

№ образца	Масса навески, г	Время отстойки, мин	Количество щелочи, пошедшей на титрование, см ³	Поправка к титру	Титруемая кислотность, град

4. Рассчитать титруемую кислотность, град:

$$T = \frac{100V}{m} K,$$

где V — количество щелочи, пошедшей на титрование, см³; m — масса навески муки, взятой для анализа, г; K — поправка к титру.

5. Сделать заключение о состоянии свежести зерна анализируемых образцов, если кислотность свежего зерна до 3 град, лежалого — 3...4; греющегося — 4...5; порченного и проросшего — более 5 град.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие процессы протекают в зерновой массе при хранении? 2. Какие факторы влияют на долговечность зерна? 3. Как зависит интенсивность дыхания зерна от условий окружающей среды? 4. Какие явления наблюдаются в результате дыхания зерна при хранении? 5. Какие процессы протекают в зерне при дозревании? 6. Назовите причины прорастания зерна при хранении. 7. В чем заключается сущность самосогревания зерновых масс? 8. Какие виды самосогревания зерна при хранении вы знаете? 9. Каковы причины слеживания зерна при хранении? В чем заключаются меры по его предупреждению?

7

ГЛАВА

МИКРОФЛОРА ЗЕРНА. МЕРЫ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ ПРИ ХРАНЕНИИ

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФЛОРЫ ЗЕРНОВЫХ МАСС

На поверхности зерна и семян любой культуры находится большое количество микроорганизмов. 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 становится еще больше при уборке и обмолоте из-за того, что микробы скапливаются на шероховатой поверхности зерна. На поверхности зерна и семян различных культур содержится разное 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 условий его хранения. Микрофлора продуктов переработки зерна определяется ее составом в зерновой массе и способом переработки.

Микроорганизмы, населяющие зерно, подразделяют на эпифитные, свойственные каждому роду и виду растений; паразитирующие на растениях; 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.

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 в результате деятельности сапрофитных и некоторых полупаразитных микроорганизмов.

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

Бактерии преобладают среди других видов микроорганизмов в свежесобранном зерне и в партиях доброкачественного зерна. Основные представители бактерий относятся к родам *Ervinea* 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 и *E. herbicola* — антагонисты. 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.

Другой значительно менее многочисленный представитель эпифитных бактерий на зерне — *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 резко возрастает при самосогревании зерна. Интенсивное развитие этих бактерий приводит к быстрой порче зерна и муки, хлеб из которой оказывается непри-

годным в пищу — мякиш теряет упругость, делается липким и тянущимся. Этот порок получил название тягучей, или картофельной, болезни. Споры картофельной палочки отличаются высокой 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 присутствуют и бактерии, вызывающие различные кислотные брожения (молочнокислые, маслянокислые), и бактерии, способные интенсивно развиваться при самосогревании зерна. Основное условие их активного развития — 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, цвет и вкус зерна также изменяются. Все плесневые грибы не требовательны к условиям окружающей среды и способны размножаться в широком диапазоне влажности и температуры.

В зерновой массе насчитывается 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 — 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 зерно-

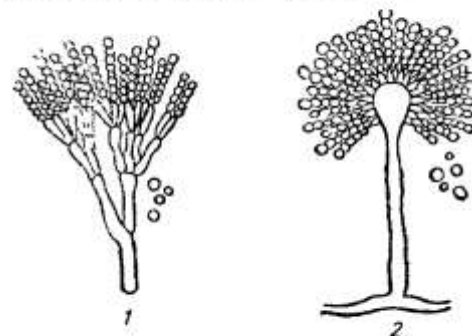


Рис. 3. Типы спор сапрофитных грибов:

1 — пеницилл (*Penicillium glaucum* Link.),
2 — аспергиллус (*Aspergillus niger* V)

вой массе и служат одним из источников появления в ней амбарного запаха.

Фитопатогенные микроорганизмы зерновой массы представлены бактериями, грибами и вирусами. Они вызывают различные заболевания растений: бактериозы (возбудители бактерии); микозы (возбудители грибы). Возбудители болезней попадают на растения главным образом с помощью насекомых, ветра и с каплями дождя. Пораженные фитопатогенными микроорганизмами растения либо погибают, либо дают низкий урожай плохого 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 последующем использовании.

При бактериозах бактерии поражают поверхностные ткани с образованием «ожогов». Типичный представитель бактерий этой группы — *Pseudomonas translucens*. Они вызывают «ожог» у пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и риса. Зерно становится шуплым, 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 стать ядовитыми. 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 (рис. 4).

Микроорганизмы, патогенные для животных и человека, 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 их бактерионосителей. Почва также может быть источником опасных заболеваний. Переносчиками инфекций также служат грызуны.

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

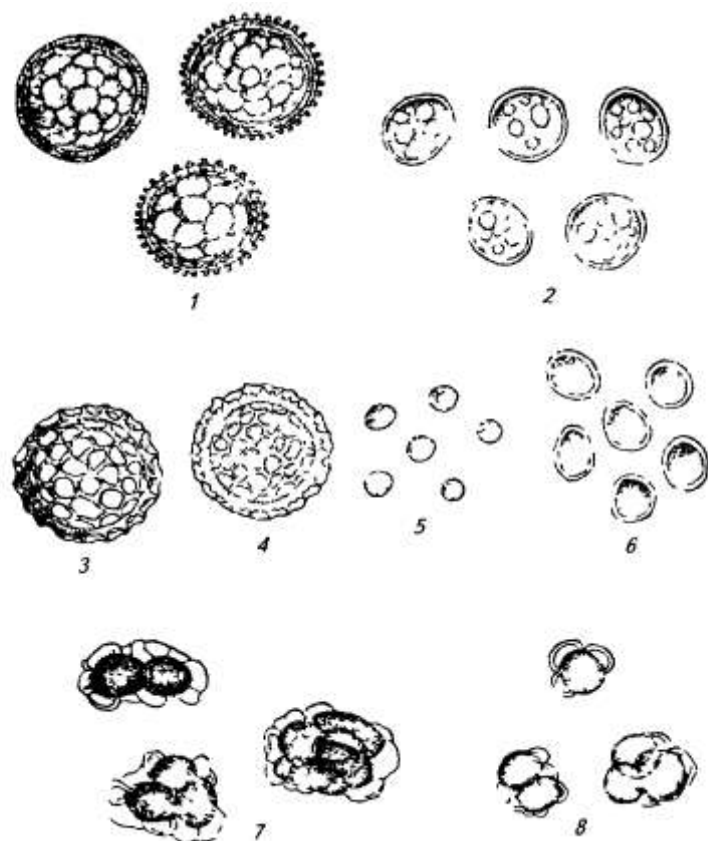


Рис. 4. Споры головневых грибов:

1 — мокрая (твердая) головня пшеницы (*Tilletia tritici* Winter), 2 — мокрая (твердая) головня пшеницы (*Tilletia levis* Kuhn), 3 — мокрая головня ячменя (*Tilletia panicea*), 4 — черная (твердая) головня риса (*Tilletia horrida* Tak), 5 — твердая головня сорго (*Ustilago sorghi*), 6 — головня Морара (*Ustilago crameri* Korn), 7 — стеблевая головня пшеницы (*Urocystis tritici* Korn), 8 — стеблевая головня ржи (*Urocystis occulta* Rabh).

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА НА РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ

При хранении микрофлора зерновых масс может изменяться в зависимости от их состояния и условий хранения.

Если в зерновой массе отсутствуют благоприятные условия для активной жизнедеятельности микроорганизмов, то по мере хране-

ния численность микрофлоры снижается и изменяется соотношение 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 хранившемся длительное время быстро размножаются микроорганизмы и одни виды заменяются 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.) имеют второстепенное значение. Это объясняется специфическими особенностями зерна как субстрата и методами его хранения. Нормальное по качеству зерно имеет довольно постоянный pH 5,6...6,4, заметные отклонения от которого 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 относится к факторам, ограничивающим развитие микробов в зерновой массе.

Влажность зерновых масс — важнейший фактор, определяющий стойкость их при различных условиях хранения. Одной из основных причин плохой сохранности зерновых масс с повышенной влажностью является доступность их воздействию 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 относятся к гидрофитам. Большинство грибов, распространенных в зерновых массах, относятся к мезофитам и ксерофитам.

Нижшая граница влажности зерна, при которой становится возможным развитие плесневых грибов в зерновой массе различных культур, приближается к величине критической влажности. Ми-

нимальная 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 значение зависит от химического состава и особенностей анатомического строения зерна. Так, для пшеницы, ржи и ячменя критическая влажность находится в пределах 14,5...15,5 %, для семян кукурузы — 13,0...14,0, проса — 12,0...13,0, семян кормовых трав — 11,0...13,0 %. Критическая влажность низкомасличных семян подсолнечника 10...11 %, высокомасличных — 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 соответствии с законами сорбционного равновесия происходит 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, чем при низкой температуре.

Учитывая потребность микроорганизмов во влаге, критическую влажность и значения 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 значения равновесной влажности зерна, соответствующего относительной влажности воздуха 65 % (14 %) при температуре 15...21 °С. Относительная влажность воздуха 70...75 % допускается лишь для кратковременного хранения.

В России влажность зерна нормируют также с учетом стойкости его при хранении. Так, в силосы элеваторов на хранение разрешается загружать зерно сухое или средней сухости, что для пшеницы, ржи и ячменя в первом случае соответствует влажности в пределах 14 %, 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 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 массы и снижение качества зерна за счет микробиологического фактора.

Возможность жизнедеятельности 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, максимальная — 25...30 °С. Минимальная температура для развития термофильных микроорганизмов находится в пределах 25...40 °С, оптимальная — 50...60 и максимальная — 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 замедляется 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 — 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, жизнедеятельность которых при недостатке

кислорода в воздухе межзернового пространства прекращается. При доступе воздуха и благоприятных влажности и температуре в зерновой массе активно развиваются микроорганизмы, и прежде всего плесневые грибы. 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 диоксида углерода. Вместе с тем микроорганизмы погибают в результате отсутствия кислорода, необходимого для их жизнедеятельности. Таким образом, при хранении зерновой массы необходимо правильно регулировать 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 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.

Покровные ткани предохраняют зерно от воздействия микроорганизмов. Некоторые сапрофиты не способны разрушить клетчатку и проникнуть внутрь зерна. Кроме того, жизнеспособные зерна, обладая механическим и активным иммунитетом, препятствуют проникновению паразита в глубь 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; единичные трещины; сетка трещин и крупноколотые зерна.

Наиболее уязвимое место для нападения микроорганизмов — 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 присутствие 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.

Количество микроорганизмов в зерновой массе в значительной степени зависит от *количества и состава* 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 становится ядовитым.

Под действием микроорганизмов изменяются прежде всего основные показатели свежести зерна: цвет, блеск, запах и вкус. Изменение цвета 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 содержания аминокислот и аммиака. Повышение титруемой кислотности зерна при хранении служит показателем его свежести. 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, от-

носятся 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, считается больным.

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, зеараланон и другие, среди которых из-за особой токсичности и канцерогенности наибольшую опасность представляют афлатоксины, выделяемые *A. flavus*.

Одной из причин, снижающих качество сильной и твердой пшеницы, является развитие фузариоза, вызываемого грибами из рода *Fusarium*. Фузариоз пшеницы приводит к загрязнению зерна микотоксином дезоксиноваленолом, представляющим серьезную опасность для здоровья людей. Человек, получивший в пищу продукты из ядовитого зерна, заболевает алейкией, приводящей к резкому уменьшению в крови лейкоцитов. По внешним признакам заболевание сходно с ангиной.

Таким образом, все изложенное свидетельствует о недопустимости активного развития микроорганизмов в зерновых массах при хранении.

МЕРЫ БОРЬБЫ С МИКРООРГАНИЗМАМИ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗЕРНА

Защита зерна при хранении от активного воздействия микроорганизмов предусматривает комплекс мероприятий.

1. Профилактические меры, предупреждающие активное развитие микроорганизмов.

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

2. Снижение влажности зерна в пределах до критической путем тепловой сушки.

3. Солнечная сушка зерна, особенно семенного назначения.

4. Достаточная гидроизоляция хранилищ.

5. Уменьшение относительной влажности воздуха в межзерновых пространствах зерновой массы до 70...75 % для предотвращения «отпотевания» зерна. Особенно важное значение это мероприятие имеет для партий свежесобранного зерна с влажностью в пределах или несколько выше критической. Рациональный способ снижения влажности — активное вентилирование.

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

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

8. Соблюдение правил активного вентилирования. Правильные монтаж и эксплуатация установок во избежание образования застойных мест в насыпях. Подача достаточного количества воздуха на тонну зерновой массы в зависимости от целей вентилирования.

9. Профилактическая газация зерна, если существуют условия для достаточной герметизации хранилища.

II. Мероприятия, направленные на ликвидацию развивающихся микробиологических процессов.

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

2. 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.

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

Контрольные вопросы и задания

1. На какие виды подразделяют микроорганизмы, поражающие зерно при хранении? 2. Какие условия благоприятны для развития микроорганизмов в зерновой массе? 3. Почему нормируют количество патогенных микроорганизмов в зерновой массе? 4. Как влияют влажность и температура зерна на развитие микроорганизмов в зерновой массе? 5. Как влияет аэрация при хранении зерновой массы на состояние микрофлоры? 6. Какое воздействие оказывают микроорганизмы на качество зерна при хранении? 7. Какие профилактические мероприятия проводят для предупреждения развития микроорганизмов? 8. Перечислите меры борьбы, направленные на ликвидацию микробиологических процессов в зерне при хранении.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕДИТЕЛЕЙ ХЛЕБНЫХ
ЗАПАСОВ

Вредители хлебных запасов известны давно и распространены очень широко. 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, хрущак). Другие способны размножаться и существовать как в природе, так и в хранилищах (рисовый долгоносик, зерновая моль, фасолевая 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 их 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 насыпи зерна и могут быть причиной самосогревания зерновой массы с невысокой влажностью. Некоторые вредители являются переносчиками инфекционных заболеваний человека и животных. Они способны портить здания хранилищ, оборудование, тару.

По степени причиняемого ущерба различными видами вредителей хлебных запасов наиболее опасны мышевидные грызуны и птицы.

Среди беспозвоночных наибольший ущерб зерну наносят на-

секомые. В настоящее время известно до 1 млн различных видов насекомых, объединяемых в один класс — Insekta.

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 и использованию в пищу зерновых продуктов приспособилась небольшая их часть. Основные из них по частоте встречаемости: рисовый долгоносик — 45 %; булавовусый 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*). Длина тела 3...5 мм, окрашено в коричневый цвет и блестящее (рис. 5). Нижние крылья атрофированы — 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.

Одно поколение при благоприятных условиях (температура 27 °С и влажность зерна выше 14 %) развивается 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 называется «тонатоз». Прижимая усики и ноги во время перемещения зерна, насекомые таким образом спасаются от механических повреждений.

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 долгоносик в зерне проса, семенах масличных и бобовых культур.

Рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae*). На надкрыльях четыре симметрично расположенных рыжевато-желтых пятна. Жук хорошо летает. Размножается как в хранилищах, так и в зерне на корню. Более плодовит и теплолюбив, чем амбарный долгоносик (см. рис. 5).

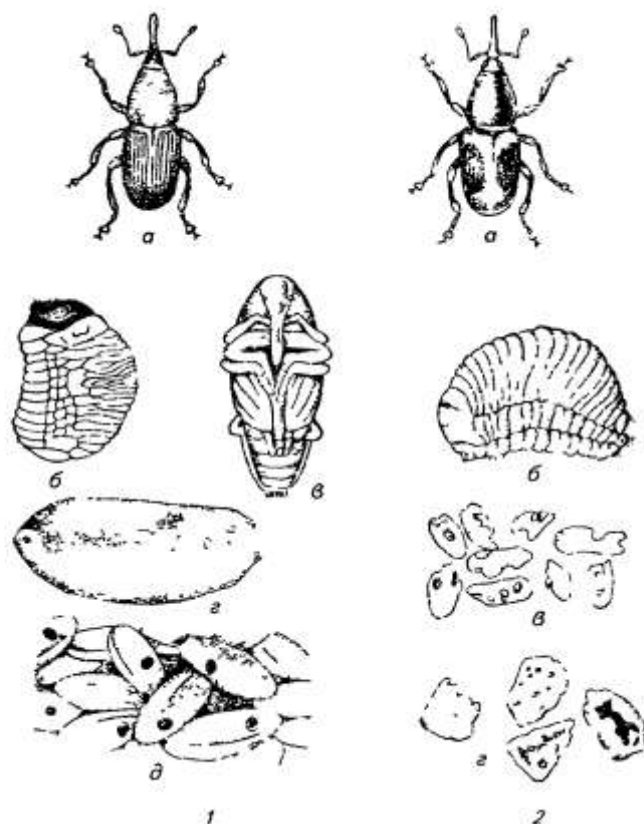


Рис. 5. Амбарный и рисовый долгоносики:

1 — амбарный долгоносик а — жук, б — личинка, в — куколка, г — зерно пшеницы с ямкой для откладки яйца, д — поврежденные зерна пшеницы, 2 — рисовый долгоносик а — жук, б — личинка, в — зерно риса, поврежденные рисовым долгоносиком, г — зерна кукурузы, поврежденные рисовым долгоносиком

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 хрущак.

Малый мучной хрущак (*Tribolium confusum*). Тело рыжевато-коричневого цвета. Длина 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, питаются мукой, зерном, крупами, хлебом и другими продуктами. Поврежденные продукты приобретают неприятный вкус и запах, мука становится комковатой и непригодной в пищу.

Большой мучной хрущак (*Tenebrio molitor*). Самый крупный среди всех жуков-вредителей хлебных запасов. Длина его тела бурого цвета достигает 12...16 мм. Самка откладывает примерно 600 яиц.

Вредят жуки и личинки. Питаются главным образом продуктами переработки зерна, а также самим зерном. На грудных и брюшных сегментах расположены пахучие железы, которые выделяют жидкость с острым, раздражающим запахом. В результате этого продукты приобретают неприятные вкус и запах, пищевые достоинства снижаются.

Среди вредителей зерновых продуктов известны также жуки из семейства точильщиков. Жуки этого семейства имеют выпуклое тело и голову, покрытую капюшоном так, что при осмотре сверху голова не видна.

Типичный представитель точильщиков — хлебный точищик (*Stegobium paniceum*). Жук маленький, длина тела — 1,8...3,8 мм. Окрашен в коричневый или бурый цвет. 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, проделывая 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 зерновку.

Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum*). Тело темного цвета с белыми полосами, длина — 4...5 мм. Горошины, поврежденные зерновкой, лишаются 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, т.е. повреждает только семена гороха полевого и кормового.

Жук фасолевой зерновки (*Acanthoscelides obtectus*). Он похож на жука гороховой зерновки. Вредитель повреждает в основном фасоль, но не отказывается также от семян гороха, вики и других бобовых. В одном семени фасоли может развиваться не-

сколько личинок. Этот вредитель заражает семена не только в поле, но и при хранении.

Бабочки. Некоторые из 80 тыс. известных видов бабочек также 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 — ротовой аппарат сосущего типа, поэтому бабочки не способны грызть твердую пищу. Основной вред причиняют гусеницы.

Бабочки — вредители хлебных продуктов относятся к семействам молей, огневок и совок.

Амбарная моль (*Nemapogon granellus*). 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 моль (*Sitotroga cerealla*). Это небольшая бабочка серовато-желтого цвета, длина тела 4...6 мм. 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 них, выедая эндосперм. За время развития гусеница выедает 3/4 эндо-

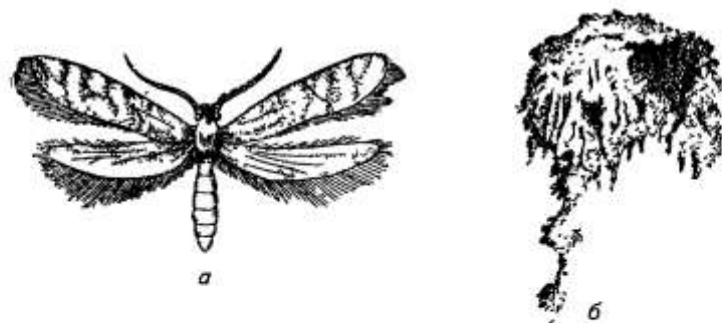


Рис. 6. Амбарная моль (*Nemapogon granellus*):

а — бабочка, б — ком из зерен пшеницы, скрепленных паутиной гусениц амбарной моли

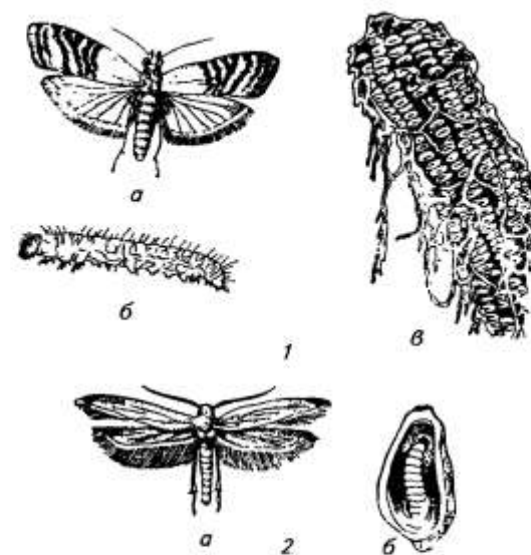


Рис. 7. Мельничная огневка и зерновая моль:

1 — мельничная огневка: а — бабочка; б — гусеница; в — початок кукурузы, поврежденный южной амбарной огневкой; 2 — зерновая моль: а — бабочка; б — гусеница в зерне

сперма зерна. Перед окукливанием она подготавливает для бабочки выход, надгрызая оболочку зерна (рис. 7, 2).

Мельничная огневка (*Ephestia kuehniella*). Относится к семейству огневок (рис. 7). Это важнейший вредитель продуктов переработки зерна. Гусеницы очень подвижны, прожорливы и способны питаться самыми разнообразными зерновыми продуктами, обитая в верхних слоях насыпи 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, и 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. Относятся к классу паукообразных (Acarina). В зерновых продуктах и хранилищах встречается 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, удлинённый, обыкновенный, волосатый, гладкий и бурый.

2. Клещи, питающиеся только жидкой пищей. У клещей этой группы 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 этой группе 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 нимфу I. Нимфа I линяет и переходит в нимфу II, из которой после линьки выходит взрослый клещ-самец или самка. При наступлении неблагоприятных условий существования у некоторых клещей из нимфы I образуется гипопус, который очень устойчив к неблагоприятным условиям (рис. 8).

Цикл развития клещей занимает в зависимости от окружающих условий от двух недель до нескольких месяцев. Оптимальная температура для их развития 18...27 °C, 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 способны питаться зерном. Так, в очень влажном зерне они могут выесть 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 самосогревания зерновых продуктов.

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

6. Понижают всхожесть семян, разрушают их зародыш.

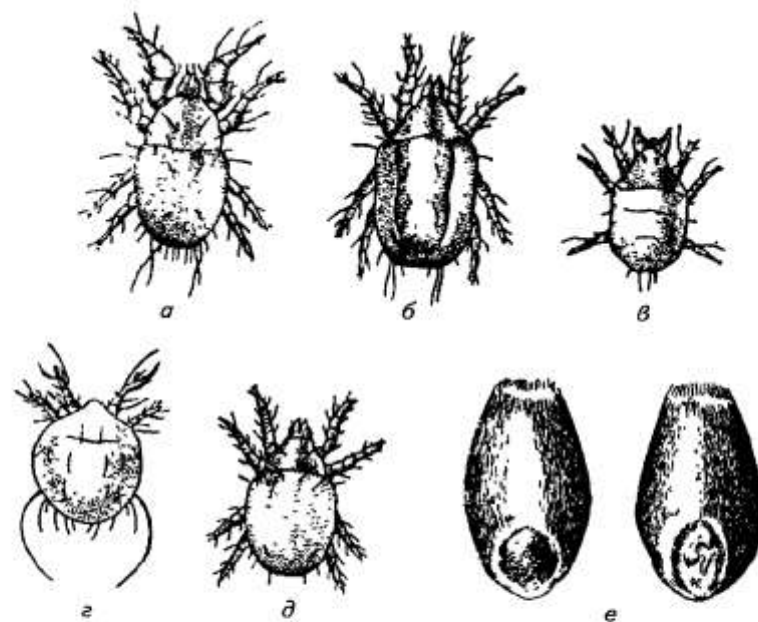


Рис. 8. Мучной клещ (*Tyroglyphus farinae* L.):

a — самец; б — самка; в — личинка; г — гипопус; д — нимфа, е — зерна пшеницы, поврежденные клещом

Мышевидные грызуны. К этой группе животных относят крыс, мышей, хомяков, полевок — опаснейших вредителей, наносящих 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: одна пара крыс может произвести на свет до 800 особей. 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 захлмленных и покрытых сорной растительностью участках.

Птицы. Они 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.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВРЕДИТЕЛЕЙ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ

Поиск эффективных методов борьбы с вредителями хлебных запасов должен базироваться на закономерных связях этих живых существ с условиями их жизни. Важнейшие из таких условий: наличие пищи, ее химический состав и количество в ней влаги; влажность и температура воздуха в хранилище; освещенность помещения; состав воздуха.

Пределы способности насекомых и клещей переносить те или иные колебания каждого фактора называют экологической пластичностью. Благодаря подвижности и развитым органам чувств насекомые активно отыскивают благоприятные условия и уходят от неблагоприятных. Реакцию живого организма на воздействие среды обитания называют таксисом. Различают термо-, гидро-, светотаксис и др. Таксисы имеют большое значение в жизни вредителей, что необходимо учитывать при хранении зерна.

Наличие пищи. Насекомые и клещи питаются готовыми органическими веществами. Причем у насекомых наиболее прожорливы личинки и гусеницы. Взрослые особи у отдельных видов не питаются, а живут за счет веществ, накопленных еще личинкой. Однако большинство вредителей хлебных запасов нуждается в пище.

Особенности питания насекомых и клещей нашли отражение в строении ротового аппарата, форме тела, способах движения и особенностях поведения. Типы повреждения разнообразны и постоянны у каждого вида вредителей, поэтому характер повреждения зерновых продуктов может служить диагностическим признаком вида вредителя.

Продолжительность жизни вредителя зависит от его вида и условий окружающей среды. Они быстро погибают в сухом воздухе, так как это приводит к значительной трате запаса веществ и обезвоживанию организма. При определенных условиях вредители могут длительное время существовать без пищи, и поэтому самообеззараживания пустых зернохранилищ, где хранилось зараженное зерно, не происходит. Они должны быть подвергнуты дезинфекции.

Влажность зерновых продуктов. Содержание воды у различных видов вредителей колеблется 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 разная влажность продукта. Для существования насекомых необходима меньшая влажность продукта, чем для завершения нормального цикла их развития.

Влажность зерна и продуктов его переработки при хранении 13...14 %, а часто и выше. Низшая граница влажности продукта для существования наиболее вредоносных вредителей 8...20 %, оптимальная 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. Температура тела у насекомых и клещей непостоянна, и способность регулировать ее у них очень ограничена, поэтому активность физиологических процессов насекомых и клещей также непостоянна и зависит от температуры окружающей среды.

Для каждого вида существуют свои границы активности, есть зона смертельно высоких и смертельно низких температур, зона теплового и холодового окования и зона нормальной активности. Нижний температурный порог активного существования насекомых и клещей — 6...12 °C, верхний — 36...42 °C. Оптимальные температуры развития 18...32 °C. За пределами границ активности насекомые и клещи впадают в состояние окования. Они становятся почти неподвижными, прохождение всех фаз развития удлиняется или приостанавливается. Температура 35 °C неблагоприятна для вредителей: они прекращают откладывать яйца. Тепловое окование наступает при температуре выше 38 °C, а гибель — при 48...55 °C.

От переохлаждения насекомые гибнут при температуре минус 12 °C и ниже, когда в их организме образуется лед. Кладка яиц, питание и передвижение прекращаются при температуре 10... минус 10 °C, а удлинение сроков прохождения фаз развития наступает при 12...16 °C. Клещи более стойки к пониженной температуре. При 10 °C 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 используют 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 O₂ и увеличением содержания CO₂. Условия жизни вреди-

телей 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 радиации они уходят в затемненные места, что следует учитывать.

Механические воздействия. Насекомые и клещи выработали некоторые защитные реакции от механических воздействий. Явление танатоза предохраняет их от травм и гибели. Однако сильные механические воздействия все же приводят их к гибели. В частности, пропускание зерна по конвейерам вызывает гибель до 70 % клещей.

МЕРЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ

Комплекс мер борьбы, разработанный с учетом биологии вредителей, позволяет довольно успешно проводить работу, направленную как на 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 качества и потерь в массе. Истребительные меры применяют к уже зараженным объектам, и направлены они на уничтожение вредителей различными способами и средствами.

Профилактические мероприятия включают: соблюдение санитарного режима; создание условий, неблагоприятных для развития и размножения вредителей.

Соблюдение санитарного режима — обязательное условие профилактики, которое заключается в ликвидации очагов резервации вредителей и предотвращении их расселения в незараженные объекты.

Вредители могут размножаться в кучах мусора, поэтому первым делом 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. Зараженное зерно необходимо размещать отдельно от незараженного.

Необходимо создавать условия, неблагоприятные для размножения и развития вредителей, путем регулирования факторов, влияющих на их жизнедеятельность: это влажность, температура и состав атмосферы. Соблюдение режимов хранения зерна — важнейшее условие профилактики хлебных запасов.

При подготовке зерна к хранению его очищают и сушат до критической влажности или на 1,0...1,5 % ниже критической при подготовке к длительному хранению.

Необходимо охлаждать зерно. Охлаждение рекомендуется осуществлять в два этапа: до 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, которую осуществляют биологическими, физико-механическими и химическими способами.

Биологические способы борьбы относятся к перспективным, так как они исключают применение ядовитых веществ и загрязнение зерна. Биологическую систему защиты хлебопродуктов предлагается осуществлять путем применения бактериальных препаратов, вызывающих болезни насекомых, а также феромонов, стерильных 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. Используют также очистку 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 относятся к физическим методам 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 облучение продукции β - и γ -лучами.

Химические способы борьбы основаны на применении

различных пестицидов — химических отравляющих веществ. Для дезинсекции хлебных запасов предпочтительно использовать пестициды, токсичные в небольших дозах при малой экспозиции.

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

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

Для фумигации используют: квикфос, фостек, фоском (в дозе 5...9 г на 1 т зерна) и др. Необходимое условие для фумигации — 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 применяют фуфанон (5 мг/м²), сумитион (2...5 г/м²), каратэ (1...3 мг/м²) и другие препараты. Сущность влажной дезинсекции состоит в том, что ядовитые вещества в виде водных растворов при помощи опрыскивания наносят на зараженную вредителями поверхность.

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

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

Чаше всего применяют метод отравленных приманок. Для этого пищевые продукты смешивают с фосфидом цинка и другими ядохимикатами.

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

Лабораторная работа № 7

Определение зараженности зерна вредителями хлебных запасов

Цель работы. Научиться определять зараженность зерна вредителями хлебных запасов.

1. Дать определение зараженности партии зерна.
 2. Описать видовой состав основных вредителей хлебных запасов и особенности их биологии: мышевидных грызунов и птиц.
- Меры борьбы с птицами и грызунами.

Клещи (Acarina):

- а) хлебные;
- б) волосатые;
- в) хищные;
- г) пузатые.

Предупредительные и истребительные меры борьбы с клещами.

Насекомые (Insecta):

- а) жуки (жесткокрылые, Coleoptera)

Семейство	Представители	Повреждаемый продукт	Источник заражения и характер повреждений
Долгоносики	Амбарный Рисовый		
Чернотелки	Малый мучной хрушак Большой мучной хрушак Хлебный точильщик		
Зерновки	Гороховая зерновка Фасолевая зерновка		
б) бабочки (чешуекрылые, Lepidoptera)			

Представители	Повреждаемый продукт	Источник заражения и характер повреждений
Амбарная (хлебная) моль		
Зерновая моль		
Мельничная огневка		
Зерновая совка		

Предупредительные и истребительные меры борьбы с насекомыми.

3. Записать методику определения явной и скрытой форм зараженности зерна.
4. Заполнить таблицу степени зараженности зерна

Вид вредителей	Число вредителей в 1 кг зерна		
	I степень	II степень	III степень
Клещи			
Долгоносики			

5. Определить зараженность зерна вредителями хлебных запасов в представленных образцах. Данные занести в таблицу.

Образец	Вид вредителей	Обнаружено живых экземпляров вредителей в 1 кг зерна	Степень зараженности
Пшеница			
Рожь			
Ячмень			
Горох			
Фасоль			

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите вредителей хлебных запасов. 2. Какие факторы влияют на развитие насекомых-вредителей в зерновой массе? 3. Какой вред причиняют клещи при хранении зерна? 4. Назовите профилактические и истребительные меры борьбы с вредителями зерна при хранении.

9

ГЛАВА

РЕЖИМЫ И СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ МАСС

ОБЩИЕ ОСНОВЫ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ

Многие свойства и процессы, протекающие в зерновой массе, взаимосвязаны между собой и оказывают на ее состояние комплексное воздействие, поэтому правильное решение всех вопросов, связанных с технологией хранения любой партии зерна, может быть принято только на основе учета всего комплекса явлений, происходящих в зерновой массе.

Изучение зерновых масс как объектов хранения показало, что к важнейшим факторам, влияющим на их состояние и сохранность, относятся: влажность зерновой массы и окружающей среды; температура зерновой массы и окружающей среды; доступ воздуха к зерновой массе, т. е. степень ее аэрации. Эти факторы и положены в основу хранения зерновых масс.

В практике хранения зерна в различных странах применяют три основных режима, основанных на свойствах зерновой массы.

1. Хранение сухих зерновых масс, влажность которых понижена в пределах до критической.

2. Хранение зерновых масс в охлажденном состоянии, т. е.

масс, температура которых понижена до значений, тормозящих все жизненные функции живых компонентов зерновой массы.

3. Хранение зерновых масс без доступа воздуха, т. е. в герметичном состоянии.

Кроме этих трех режимов во всех странах используют некоторые вспомогательные приемы, способствующие сохранности зерновых масс: очистку от примесей; сушку перед закладкой на хранение; активное вентилирование атмосферным и искусственно охлажденным воздухом; борьбу с вредителями хлебных запасов; химическое консервирование; облучение.

В России наиболее распространены режимы хранения зерна в сухом и охлажденном состоянии в сочетании с такими вспомогательными приемами, как очистка, сушка, активное вентилирование, а также комплекс мероприятий, направленных на предупреждение заражения зерновых масс вредителями.

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.

Наибольший технологический эффект и максимальный экономический результат при хранении зерновых масс достигается только в том случае, если при выборе режима хранения учитывают все факторы, влияющие на зерновую массу при хранении. Наилучшие результаты получают при комплексном использовании режимов, например хранение сухой зерновой массы при низких температурах.

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).

Таким образом, зерновая масса всех злаковых и бобовых культур влажностью 12...14 %, без признаков заражения вредителями,

при правильной организации хранения будет находиться в анабиотическом состоянии.

Несколько другие нормы влажности характерны для семян масличных культур, так как значение их критической влажности существенно колеблется в зависимости от содержания жира. Так, для семян подсолнечника с низким содержанием жира (25...30 %) влажность 10...12 % уже обеспечивает надежное хранение, и с точки зрения технологии хранения их можно рассматривать как сухие. Однако такая влажность не обеспечивает надежного хранения семян высокомасличных сортов (40...50 % жира), так как для них критическая влажность находится в пределах 6...8 %. Поэтому для таких семян только в этих границах влажности можно обеспечить длительное хранение независимо от температурных условий.

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

Практический опыт показал, что зерновые массы, хорошо подготовленные к хранению, очищенные от примесей, обеззараженные и охлажденные, можно хранить без перемещения в складах 4...5 лет, в силосах элеваторов — 2...3 года. Партии сухого зерна и семян можно успешно перевозить любым транспортом и на любые расстояния.

Основной причиной порчи сухого зерна может быть развитие насекомых — вредителей хлебных запасов, некоторые виды которых способны существовать и даже размножаться в зерне с влажностью ниже критической, поэтому целесообразно охлаждать и сухие зерновые массы, понижая их температуру до значений, исключающих активную деятельность насекомых.

Хранение зерновых масс в сухом состоянии не исключает также необходимости систематического наблюдения и ухода за ними.

Надежность режима хранения сухих зерновых масс привела к широкому распространению в мировой практике и в нашей стране различных методов сушки зерна для снижения его влажности перед закладкой на хранение. Сушку зерна и семян как технологический прием применяют на всех хлебоприемных предприятиях и во многих хозяйствах, производящих зерно. Особое значение имеет сушка в районах с влажным климатом и коротким летом, где время уборки часто совпадает с периодом дождей.

ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА В ОХЛАЖДЕННОМ СОСТОЯНИИ

Этот режим основан на принципе термоанабиоза, т. е. на пониженных температурах хранения, которые позволяют резко снизить жизнедеятельность зерновых масс.

Влажное зерно без консервирования может храниться лишь непродолжительное время. Например, зерно влажностью 20 % можно сохранять не более 6 дней. Однако в связи с тем, что при низких температурах ослабляется как собственное дыхание зерна, так и активность микроорганизмов, путем охлаждения можно значительно отодвинуть начало порчи зерна.

В практической деятельности могут возникнуть и такие случаи, когда влажное зерно и не нужно сушить, поскольку оно вскоре будет использовано по назначению. Это обстоятельство нужно научиться правильно использовать. Нет необходимости сушить зерно настолько, чтобы его можно было хранить в течение нескольких лет, если уже через несколько дней или недель оно будет использовано по целевому назначению. Так, при температуре 8 °C можно хранить зерно влажностью 18 % без его порчи 4 мес, а при влажности 16 % — до 9 мес.

Хранению зерновых масс в охлажденном состоянии способствует их плохая теплопроводность. Благодаря этому в средней полосе России зерно в охлажденном состоянии можно хранить в течение всего года.

Особое значение приобретает хранение в охлажденном состоянии партий сырого и влажного зерна, которые нет возможности быстро высушить. Для таких партий охлаждение — основной и почти единственный метод сохранения их от порчи.

С наступлением холодной погоды хранящееся зерно необходимо охлаждать независимо от предполагаемых сроков его хранения. Необходимо охлаждать и партии зерна, предназначенные для перевозок. Это в значительной степени обеспечивает сохранение их качества во время транспортировки.

Консервирующее действие на зерновую массу оказывает температура 5...10 °C. В системе хлебопродуктов России принято считать охлажденными только партии с температурой в насыпи не более 10 °C. При этом зерно с температурой всей насыпи 0...10 °C считают охлажденным в первой степени, а с температурой ниже 0 °C — во второй.

Охлаждение зерна до 0 °C или небольшой минусовой температуры (минус 5 °C) также обеспечивает его сохранность. Более значительное охлаждение или замораживание технологически не оправдано и экономически невыгодно, так как может вызвать снижение всхожести зерна с повышенной влажностью уже при температуре минус 10...20 °C и ниже. Кроме того, чрезмерное охлаждение не позволяет избежать верхового самосогревания зерновой массы, возникающего из-за резкого перепада температур в насыпи при переходе с зимних на весенне-летние условия.

Таким образом, применение охлаждения — необходимая мера, обеспечивающая повышение сохранности зерна.

В нашей стране зерно охлаждают главным образом холодным атмосферным воздухом. Начинают применять и искусственный

холод. Способы обработки зерна атмосферным воздухом делят на две группы: пассивные и активные.

Пассивное охлаждение с помощью естественной приточно-вытяжной вентиляции применяют для всех партий зерна, когда температура воздуха ниже температуры зерновой массы. Преимущества пассивного охлаждения состоят в том, что этот метод доступен, не требует перемещения зерна и дополнительных затрат. Но он не всегда эффективен в связи с ограниченным контактом атмосферного воздуха и зерновой массы, так как охлаждение зерна происходит с поверхности насыпи. Из-за плохой тепло- и температуропроводности зерновая масса охлаждается крайне медленно, особенно ее внутренние слои.

Пассивное охлаждение рекомендуют лишь для зерна сухого и средней сухости. Медленное охлаждение зерновой массы с повышенной влажностью и значительной температурой (20 °С и более) при высоте слоя более 1 м не исключает опасность самосогревания. Это необходимо учитывать в практической работе.

Активное охлаждение — это «перелопачивание», пропускание зерна через нории, зерноочистительные машины, сушилки, конвейеры и активное вентилирование.

Охлаждение зерна путем перелопачивания — очень примитивный и трудоемкий процесс. В связи с низкой технологической эффективностью и большой трудоемкостью перелопачивание нельзя рекомендовать как средство охлаждения зерновой массы. Оно применимо лишь в крайних случаях, когда нет возможности охладить зерно более совершенными и экономически более выгодными средствами.

Зерно охлаждают также при перемещении по конвейерам, пропуская через зерноочистительные машины и сушилки. При охлаждении зерна в сушилках их отключают от топок, и вентиляторы подают в охладительные и сушильные камеры только холодный атмосферный воздух.

Наибольшая эффективность достигается с увеличением пути движения зерна (т.е. продолжительности охлаждения) и при большой разности температур воздуха и зерновой массы. Этот метод охлаждения применяют при хранении зерна в складах, элеваторах, в условиях, обеспечивающих наибольший доступ холодного воздуха в хранилища.

Наиболее совершенный и экономически выгодный метод охлаждения зерна — активное вентилирование.

Обязательное условие всякого охлаждения зерновой массы — проведение его без увеличения влажности зерна. Зерно не должно быть замочено атмосферными осадками, влажность зерна не должна также увеличиваться в результате сорбции паров воды из воздуха. Поэтому охлаждение зерна следует проводить с учетом его фактической и равновесной влажности, температуры и влажности воздуха. Исключение составляют зерновые массы в состоянии са-

мосогревания. Их охлаждение возможно при любой влажности воздуха, так как даже температура холодного и насыщенного водяными парами воздуха при соприкосновении с греющимся зерном заметно повышается и увеличивает его влагоемкость.

С наступлением весеннего потепления во всех зернохранилищах принимают меры, обеспечивающие сохранение в зерновой массе низких температур на возможно длительный период. 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.

Для проведения работ по охлаждению партий зерна на каждом предприятии обязательно необходимо составлять план мероприятий по переводу зерна на зимнее хранение. В этом плане определяют очередность обработки партий в зависимости от их состояния, намеченных сроков хранения и целевого назначения. (План необходимо составлять с учетом максимального использования всех технических средств, которыми располагает предприятие.)

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 в воздухе межзернового пространства снижает интенсивность дыхания зерна. В этих условиях почти полностью прекращается жизнедеятельность аэробных микроорганизмов зерновой массы, не развиваются насекомые и клещи, а зерно и семена сорняков переходят на анаэробное дыхание и теряют жизнеспособность.

Зерновая масса влажностью менее или в пределах 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 — теряется блеск зерна, происходит его потемнение, образуется спиртовой запах, а также увеличивается кислотное число жира. Однако при этом еще могут сохраняться хлебопекарные и кормовые свойства зерна.

Одно из неизбежных последствий хранения зерна без доступа воздуха — потеря всхожести, поэтому такой режим не рекомендуется для зерна, предназначенного на семенные цели.

Безкислородные условия хранения достигаются несколькими методами.

1. Естественное накопление диоксида углерода и потеря кислорода вследствие дыхания. Это так называемая самоконсервация. Интенсивность дыхания зерна уменьшается со снижением содержания в воздухе кислорода и постепенно полностью прекращается. В такой же мере прекращается жизнедеятельность всех аэробных микроорганизмов.

Основные условия для самоконсервации зерна: влажность зерна должна быть не менее 20 %; температура зерновой массы должна быть не ниже 18 °С; зерно должно находиться в герметически закрытых емкостях.

2. Введение в зерновую массу различных инертных газов — азота, смеси азота и диоксида углерода, только диоксида углерода, а также некоторых фумигантов, вытесняющих кислород из межзернового пространства. В данном случае отличие от самоконсервации состоит лишь в том, что в результате применения таких газов 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. Непригодны для этих целей склады и железобетонные силосы из-за их недостаточной герметичности.

Во многих странах до настоящего времени применяется хранение зерна в грунте. Надежная герметизация хранящегося таким способом зерна объясняется высокой плотностью грунта. Кроме того, при невысокой температуре грунта создается стационарный режим хранения, исключающий миграцию влаги в зерновой массе.

В нашей стране в основном хранят в грунте зерно кукурузы, предназначенное на фуражные цели. Это обусловлено высокой (20...35 %) влажностью зерна кукурузы во время уборки.

Технология хранения фуражного зерна кукурузы разработана во ВНИИ кормов. Зерновую массу кукурузы, получаемую после обмолота початков, закладывают в траншеи или силосные ямы, плотно утрамбовывают, укрывают пленочными материалами, а затем землей. Хорошая герметизация — необходимое условие хранения такого зерна. Большую роль при этом играет быстрота закладки зерна, продолжительность которой должна быть не более 1...2 дней.

Для герметизации и гидроизоляции траншей выкладывают кирпичом или бетонируют, заливают битумом или выстилают пленкой. Глубина траншеи — 2,5 м, ширина — 3 м, а по длине через каждые 5...10 м рекомендуется устанавливать перемычки, позволяющие использовать содержимое траншеи по частям. Из расконсервированной траншеи или отсека зерно должно быть скорм-

лено в течение 2...3 сут, так как оно быстро подвергается процессам микробиологической порчи.

При влажности зерна кукурузы до 35 % процесс самоконсервации протекает быстро, в течение 3...5 сут. При большей влажности в зерновой массе происходит силосование, т.е. молочнокислое и спиртовое брожение. Образующиеся при этом молочная кислота и этиловый спирт не ухудшают кормовых достоинств зерна, увеличивая лишь его кислотность до pH 4,1...4,3.

В южных районах нашей страны в траншеях можно хранить и сухое фуражное зерно других культур. Траншеи устраивают в местах с невысоким уровнем грунтовых вод с обязательной защитой от проникновения грызунов.

ХИМИЧЕСКАЯ КОНСЕРВАЦИЯ ЗЕРНА

Направленное замедление или прекращение жизненных функций отдельных компонентов зерновой массы при хранении путем обработки ее различными химическими средствами получило название химической консервации.

Химическая консервация зерна позволяет: предохранить его от развития вредителей хлебных запасов при длительном хранении; подавить жизнедеятельность микрофлоры в зерновой массе повышенной влажности; ликвидировать самосогревание зерна.

Для химической консервации зерна могут быть использованы разнообразные вещества. Основные требования, которым должны удовлетворять используемые химические препараты: высокая эффективность; безвредность для человека, животных и окружающей среды; легкость применения.

В настоящее время в различных странах для консервации зерна повышенной влажности достаточно широко применяют органические кислоты: пропионовую, муравьиную, бензойную, уксусную, сорбиновую и некоторые другие. Их добавляют во влажное зерно в чистом виде или в определенном сочетании.

Поиск новых, дешевых, удобных в обращении и легко удаляемых из зерновой массы химических консервантов ведется давно и постоянно. Исследовано тысячи соединений, начиная с поваренной соли и кончая сложными препаратами. При этом каждое вещество оценивается прежде всего с точки зрения его функциональных и инсектицидных свойств. Однако многие ингибиторы оказались неприемлемыми, так как ухудшают пищевые и кормовые достоинства зерна, ядовиты для человека и животных или снижают жизнеспособность семян.

В результате этого в настоящее время для консервации зерна применяют лишь небольшой набор препаратов. Широко используют протравливание семян, но этот вопрос подробно изучается в семеноведении. В качестве консерванта влажного зерна, предназначенного на кормовые цели, применяют метабисульфит натрия

($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Он защищает зерно от плесневения, прорастания и самосогревания в течение 40...80 сут. Вводят его в зерновую массу ячменя и пшеницы влажностью 19...32 % в дозе 1,0...1,5 % от массы партии. Этот препарат постепенно и постоянно разлагается с образованием SO_2 , чем и объясняется его консервирующее действие.

В последние годы для консервации зерна применяют аммиак и мочевины. При разложении мочевины также выделяется аммиак. Для успешного протекания этого процесса необходимо, чтобы влажность зерна была не менее 20 %. Аммиак энергично поглощается тканями сырого зерна, вызывая при этом полное прекращение процессов жизнедеятельности в зерне и оказывая бактерицидное и фунгицидное действие. Для такого вида консервации не требуются герметичные емкости. Зерно, обработанное мочевиной или аммиаком, приобретает коричневую окраску вследствие потемнения оболочек, однако на кормовых достоинствах это не отражается.

В то же время следует помнить, что возможности применения этих консервантов ограничиваются их использованием только для кормового зерна, причем только для жвачных животных.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА

Сезонность производства зерна и потребление его в течение всего года, а также необходимость иметь запасы продовольственных, фуражных и семенных фондов приводят к тому, что одни партии зерна быстро расходуются на текущие нужды, а другие сохраняются длительное время. Таким образом, хранение зерна может быть временным (краткосрочным) и длительным (долгосрочным). Первое по продолжительности исчисляется в сутках или месяцах (1...3), второе длится от нескольких месяцев до нескольких лет.

Учитывая свойства зерновых масс и влияние окружающей среды на их состояние, даже кратковременное хранение партий зерна следует организовывать в специальных хранилищах, в которых легче и лучше обеспечивается стабильное состояние зерновой массы в пределах принятого режима хранения.

Хорошая сыпучесть зерновой массы позволяет хранить ее в различных емкостях, начиная от мешка и кончая большими silo-ами. Содержание в мешках получило название хранения в таре, а размещение в больших хранилищах — хранение насыпью. Это основной способ хранения зерна.

Хранение в таре применяют лишь для некоторых партий посевного материала. Обязательно хранят в таре элитные семена и семена первой репродукции. Также в таре хранят семена, обладающие хрупкой структурой оболочек (арахис) или легко раскалыва-

ющиеся при пересыпании (фасоль). Практикуется хранение в таре семян, содержащих эфирные масла, а также мелкосемянных культур. Обязательно хранят в таре калиброванные и протравленные семена кукурузы. Основные виды тары для зерна — тканевые и бумажные мешки.

При *хранении зерна насыпью* значительно полнее используются площадь и объем хранилища; имеется больше возможностей для механизированного перемещения зерновых масс; облегчается борьба с вредителями зерновых продуктов; удобнее организовывать наблюдение по всем принятым показателям; отпадают дополнительные расходы на тару и перетаривание продуктов.

Хранение насыпью может быть напольным или закроным. В соответствии с рассмотренными ранее режимами хранения зерновых масс их размещают в надземные хранилища или в хранилища, сооруженные в грунте.

Однако в практике хранения, особенно в урожайные годы, не представляется возможным сразу в период уборки урожая разместить все зерно в хранилищах. В этом случае возникает необходимость организации временного хранения зерна на токах или открытых площадках в так называемых бунтах.

Под бунтами понимают уложенные по определенным правилам вне хранилищ партии зерна в насыпи или таре. При хранении зерновой массы в бунтах им придают форму, позволяющую легче укрыть бунт и обеспечить наибольший сток попадающих на него атмосферных осадков. В России бунты устраивают удлиненной формы, в США — конусообразной.

Доступность зерновых масс, хранящихся в бунтах, воздействию атмосферных условий делает их при хранении крайне неустойчивыми. При этом трудно вести наблюдения за состоянием зерновой массы во внутренних частях бунта, вследствие чего самосогревание и развитие вредителей часто не могут быть своевременно обнаружены. Кроме этого, зерно в бунтах легко загрязняется, портится и истребляется грызунами и птицами.

При хранении зерновых масс в бунтах для сокращения потерь массы и сохранения качества зерна необходимо правильно выбирать площадку для бунтов и подготавливать ее для размещения зерна; подготавливать зерновую массу к укладке в бунт; правильно выбрать способ укрытия бунтов.

Площадка для бунтов должна быть устроена на ровном месте так, чтобы на нее не попадали поверхностные воды. Она должна быть удобной для подъезда автомобилей и транспортных механизмов.

Площадка должна быть обязательно заасфальтирована либо иметь деревянный настил. Очень важно площадку устраивать так, чтобы бунты на ней располагались торцевой частью по направлению господствующих ветров.

Большое значение имеет подготовка зерновой массы к укладке

Эти потери могут свести на нет все достижения и усилия сельскохозяйственного производства по повышению урожайности и качества зерна. Однако знание закономерностей явлений, происходящих в зерновой массе, дает возможность применять научно обоснованную систему мероприятий для обеспечения количественной и качественной сохранности зерна.

Сложность хранения больших масс зерна и зерновых продуктов обусловлена их физиологическими и физико-химическими свойствами. Значительные трудности при хранении зерновых продуктов возникают и в связи с тем, что кроме человека они имеют и других потребителей.

Исходя из природы хранимых продуктов и возможных потерь, возникает необходимость защиты их от активного воздействия среды, а также создания таких условий, которые препятствовали бы интенсивному обмену веществ в клетках зерна. Эти задачи можно успешно решить, лишь применяя соответствующие методы подготовки продуктов перед закладкой их на хранение и обеспечивая определенные условия и режимы хранения. Все это возможно осуществить лишь при наличии технической базы, т.е. хранилищ, оснащенных необходимым оборудованием и сооружениях с учетом свойств продуктов. В настоящее время в области хранения зерна и продуктов его переработки стоит несколько основных задач.

Первая задача — сохранение продуктов без потерь массы или с минимальными потерями. При этом следует учитывать, что уменьшение массы зерновых продуктов, происходящее в результате повышения их качества (например, в результате сушки или очистки зерновых масс), не является потерей в прямом смысле. В этих случаях уменьшение массы определяется установленным порядком и оформляется соответствующими документами.

Природа потерь массы зерновых продуктов, которые разделяют на механические и биологические, хорошо изучена. При этом лишь некоторые виды потерь относятся к неизбежным. Правильная организация хранения исключает такие виды потерь, как просыпи, уничтожение зерновых продуктов вредителями, потери массы в результате самосогревания и развития микроорганизмов. Потери, возникающие по этим причинам, считаются неоправданными и недопустимыми.

Для контроля за изменениями массы хранящегося зерна разработаны и действуют нормы естественной убыли, которые нельзя смешивать с изменениями массы в результате усушки или увлажнения зерна. Влажность зерна обязательно проверяют при его поступлении и отгрузке. Точно так же учитывают уменьшение массы зерна в результате очистки. Убыль массы при этом, как и усушку, не включают в естественную убыль.

Вторая задача состоит в том, чтобы хранить зерновые продукты без ухудшения их качества. Качество зерновых продуктов и семян

в бунт. Зерновая масса любой влажности перед укладкой в бунт должна быть охлаждена до 8 °С и ниже. Это исключит развитие клещей и насекомых и сократит возможность возникновения процесса самосогревания. Охлаждение зерновых масс может быть достигнуто пропусканием их через зерноочистительные машины, использованием суточных перепадов температуры.

Бунты зерна могут храниться как в открытом, так и в закрытом состоянии. В закрытых бунтах зерно защищено от воздействия атмосферных осадков, меньше уничтожается птицами и не рассеивается сильным ветром. В качестве укрытий используют брезенты, маты из соломы или камыша, а также различные полиэтиленовые пленки, которые могут быть пропитаны составом, отпугивающим грызунов. Укрытия прикрепляют так, чтобы они не срывались порывами ветра и обеспечивали сток осадков ниже основания бунта. Укрывать целесообразно только бунты с сухим и охлажденным зерном. Неохлажденные и с влажностью выше критической бунты зерновой массы укрывать нельзя. В таких бунтах быстро происходит самосогревание.

В открытых бунтах верхний слой зерна может прорасти на глубину до 5...15 см.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте характеристику режимов хранения зерновых масс.
2. Какие вспомогательные присыпы, способствующие сохранности зерновых масс, применяют в настоящее время?
3. От каких условий зависит выбор режима хранения зерна?
4. Укажите основы режима хранения зерна в сухом и охлажденном состоянии.
5. Назовите способы хранения зерна без доступа воздуха.
6. Какие способы охлаждения зерна применяют в настоящее время?
7. Какие условия необходимы для самоконсервации зерна?
8. Для каких целей применяют химическую консервацию зерна?
9. Дайте характеристику химических веществ, используемых для консервации зерна.
10. Приведите классификацию и характеристику способов хранения зерна.

10

ГЛАВА

ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ПОДГОТОВКА И ХРАНЕНИЕ ПАРТИЙ ЗЕРНА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО И ФУРАЖНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА

Где бы ни хранились хлебные запасы, правильное обращение с ними является важнейшей общегосударственной задачей. Неумелое хранение, незнание основных причин порчи и понижения качества зерна при хранении всегда приводят к большим потерям.

при хранении снижается в результате несоблюдения разработанных режимов хранения, отсутствия необходимого ухода и наблюдения за этими продуктами. Потеря при хранении только признаков свежести зерна резко ухудшает качество муки и хлеба, а иногда делает зерно совершенно непригодным к использованию на пищевые цели.

Другая причина понижения качества зерновых продуктов — слишком длительный период их хранения. Зерно и продукты его переработки обладают определенной «долговечностью» даже при хранении в оптимальных условиях. Таким образом, явление «старения» вызывает необходимость периодической смены запасов хранимых зерновых продуктов и семян еще до заметного ухудшения их качества. Однако следует помнить и знать, что при хранении можно не только сохранить, но и повысить качество отдельных партий зерна.

Третья задача в области хранения зерна — повышение качества зерновых продуктов в системе хранения. Условия производства зерна и семян таковы, что для наиболее полноценного использования и улучшения потребительских свойств необходима их дальнейшая обработка.

Убранный зерно поступает из-под комбайна с повышенной влажностью и засоренностью, поэтому в результате сушки и очистки перед закладкой зерна на хранение, а также в период хранения его потребительские свойства значительно улучшаются.

В некоторых случаях, создавая определенные режимы хранения, можно также улучшить и хлебопекарные качества муки, поэтому доведение партий семян до лучших посевных кондиций и партий зерна до высших норм качества, предусмотренных государственным нормированием, является одной из основных задач.

Четвертая задача — сокращение затрат труда и средств на единицу массы хранимого продукта при оптимальном сохранении его количества и качества. Практика работы хлебоприемных пунктов показывает, что издержки при хранении зерновых продуктов снижаются благодаря созданию более совершенной технической базы, внедрению новых технологических приемов, обработке зерновых масс в потоке, рациональному управлению производством, а также повышению квалификации работников этих предприятий.

ПРИЕМКА И ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА ПАРТИЙ ЗЕРНА

При приемке зерна следует руководствоваться схемой его послеуборочной обработки. Поток автомобилей с зерном направляют к визировочной площадке, где отбирают образцы из каждой автомобильной партии для качественной характеристики и определения места разгрузки. Качество партий зерна определяют для выделения партий, отвечающих требованиям к сильной, ценной и

твердой пшенице, а также для формирования товарных партий зерна различных культур по определенному целевому назначению. При оценке качества зерна определяют его свежесть, влажность, засоренность и зараженность вредителями, а также технологические свойства — натуру, тип, подтип, стекловидность, количество и качество клейковины.

Влажность зерна определяют также для формирования партий, однородных по этому показателю, и установления необходимости вентилирования зерна или его сушки.

Перед разгрузкой каждый автомобиль с зерном взвешивают, затем разгружают и снова взвешивают. По разнице определяют массу принятого зерна.

Обработку свежесобранной зерновой массы начинают с предварительной очистки ее в ворохоочистителях или сепараторах. При повышенной влажности после предварительной очистки зерно сушат, затем проводят первичную, а при необходимости и вторичную очистку, очищая зерновую массу от просушенных годных зерновых отходов. Затем зерно направляют на хранение. Хранящиеся зерновые партии вентилируют и при необходимости обеззараживают от вредителей. Применение в определенной последовательности с соблюдением обоснованных режимов очистки, сушки, вентилирования и обеззараживания принятого зерна и составляет сущность технологии приемки и первичной обработки собранного зерна.

Для рационального использования зернохранилищ и оборудования, обеспечения сохранности зерна и сокращения затрат его размещают по заранее утвержденному плану. При размещении зерно формируют в однородные партии по определенным потребительским свойствам в соответствии с действующими стандартами и инструкциями. Раздельно размещают зерно по культурам, типам, подтипам, сортам и другим показателям.

Зерно пшеницы сильных сортов с содержанием клейковины 28...31 % размещают отдельно от зерна с содержанием клейковины 32 % и выше. Зерно твердой пшеницы размещают раздельно по классам и отдельно — неклассное зерно с выделением из него лучших партий по натуре и с общей стекловидностью свыше 50 %. Принимают и формируют однородные партии зерна твердой и сильной пшеницы на основании данных предварительного определения качества зерна на токах хозяйств, анализа первых автомобильных партий по каждому хозяйству, а также среднесуточных проб за предыдущие дни. В последнее время при приемке зерна и формировании партий применяют экспресс-способ определения его качества с использованием эталонных образцов.

Зерно наиболее ценных сортов овса, проса, гречихи, риса, гороха, чечевицы, фасоли, ячменя, а также ячменя пивоваренного и высокомасличных сортов подсолнечника размещают отдельно.

При формировании партий зерна по влажности и содержанию сорной примеси допускается размещать зерно в следующем состоянии: по влажности (за исключением сырого риса) — зерно сухое и средней сухости вместе; влажное; сырое влажностью до 22 % с интервалом 6 %; по сорной примеси — чистое, средней чистоты и сорное до ограничительных кондиций вместе; сорное свыше ограничительных кондиций отдельно. Рис размещают отдельно по сортам, влажности, засоренности и содержанию пожелтевших зерен (раздельно до 2 %, 2...5 % и свыше 5 %). Партии сырого риса по влажности и сорной примеси необходимо формировать с интервалом 3 %.

Зерно, принимаемое по особо учитываемым признакам (морозобойное, головневое, поврежденное клопом-черепашкой, зараженное клещами, с посторонним запахом, с наличием проросших зерен свыше 3 %), а также засоренное вредными (головня, спорынья, горчак, софора, вязель и др.) и трудноотделимыми примесями (овсюг, гречиха татарская, костер, галька и др.), размещают и обрабатывают отдельно.

Запрещается размещать зерно в хранилищах, зараженных вредителями хлебных запасов и не освобожденных от мусора и пыли. Партии однородного зерна урожая предыдущих лет можно объединять. В то же время запрещается объединять партии зерна урожая текущего года с зерном прошлых лет, а также подвергнувшегося самосогреванию со здоровым.

Влажное и сырое зерно до сушки следует размещать в зернохранилищах, оборудованных установками для активного вентилирования. При отсутствии таких установок высоту насыпи устанавливают для влажного зерна не более 2 м, для сырого — 1 м, для влажного проса и сои соответственно 1 и 0,5 м.

Высоту насыпи для зерна сухого и средней сухости устанавливают в пределах, допускаемых техническим состоянием зернохранилищ, а для проса, сорго и сои средней сухости — не более 2 м. Высоту насыпи зерна контролируют по отметкам, нанесенным с интервалом 0,5 м на стенах склада. Хранение сырого зерна в силосах элеватора запрещается.

Для обеспечения сохранности зерна и условий работы с ним предусматривают свободную площадь в складах, равную 10 % общей, а в элеваторах — не менее одного силоса на каждый надсильный конвейер. При длительном хранении зерна эти площади не должны превышать для механизированных складов 5 % и для немеханизированных — 7 %. Зерно размещают так, чтобы обеспечить свободный доступ ко всем партиям.

Все побочные продукты и отходы размещают и хранят в отдельных складах, изолированных от зернохранилищ. Весь сор, полученный при очистке зернохранилищ и территории, должен быть удален за ее пределы. Обычно его сжигают или закапывают в землю.

При формировании партий семян подсолнечника по состоянию влажности и засоренности допускается размещать вместе: по влажности — сухое и средней сухости до 8 %; влажное до 9 %; сырое — свыше 9 %; по сорной примеси — чистое до 1 %; средней чистоты — от 1 до 5 %; сорное — свыше 5 %.

Семена высокомасличного подсолнечника влажностью выше 9 % и с содержанием сорной примеси более 5 % следует размещать раздельно с интервалом по влажности и сорной примеси 3...4 %. Все партии семян высокомасличного подсолнечника подлежат размещению в крытые склады, оборудованные системами для активного вентилирования.

Партии зерна продовольственно-кормовой кукурузы формируют и размещают на хранение с учетом типового состава, технических требований, а также в зависимости от влажности. При влажности зерна кукурузы до 16 % ее размещают насыпью высотой до 3,5 м; при влажности зерна от 16 до 18 % ее закладывают на краткосрочное хранение, применяя вентилирование, высота насыпи при этом не должна превышать 3 м; при влажности 18...20 % высота насыпи 2,5 м; при влажности 20...25 % и выше 25 % высота насыпи соответственно не более 2...2,5 и 1,5 м.

Размещение и хранение зерна в хранилищах при мукомольных заводах должно обеспечивать: сохранение количества и улучшение качества принятого зерна до направления его в переработку; раздельное хранение партий зерна с разными технологическими свойствами и показателями качества, чтобы иметь возможность составлять помольные партии согласно рецептуре.

На мукомольных заводах сортового помола предусматривают раздельное хранение зерна по районам произрастания, а в пределах этих районов — по типам и подтипам. Мягкую пшеницу I, II, III, IV и V типов с учетом подтипов размещают по трем группам стекловидности: свыше 60 %, от 40 до 60, менее 40 %. Пшеницу со стекловидностью свыше 75 % и ниже 20 % также размещают отдельно. Твердую пшеницу размещают отдельно от мягкой. Отдельно также хранят сильную пшеницу.

По влажности зерно размещают партиями: до 14 %, от 14 до 15,5 %, от 15,5 до 17 % и выше 17 %. При поступлении зерна влажностью свыше 17 % его необходимо размещать раздельно партиями с интервалом по влажности 2 % и принимать меры по его сушке или использовать без длительного хранения.

Зерно по натуре размещают в следующих пределах: свыше 750 г/л (пшеница) и 700 г/л (рожь); от 750 до 690 г/л (пшеница), от 700 до 650 г/л (рожь). Партии зерна пшеницы по содержанию клейковины размещают в пределах до 20; от 20 до 25 и свыше при I и II группе качества клейковины.

На мукомольных заводах обойного помола план размещения должен предусматривать раздельное хранение зерна по влажности

в тех же состояниях, что и на заводах сортового помола, а по содержанию клейковины — до 20 и свыше 20 %.

Партии неполноценного зерна, а также зерна, не отвечающего требованиям ограничительных кондиций, хранят отдельно.

В хранилищах при крупных заводах партии зерна также хранят отдельно в зависимости от технологических свойств, влажности и засоренности.

ОБРАБОТКА ЗЕРНА В ПОТОКЕ

Послеуборочная обработка — это сложный комплекс взаимосвязанных технологических транспортных операций по приемке, очистке, сушке и активному вентилированию зерна. В настоящее время широкое распространение получила так называемая 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, климатических условий, целевого назначения и материально-технической базы предприятия.

При организации поточной обработки предусматривают соблюдение следующих основных условий: круглосуточную бесперебойную приемку заготовленного зерна; его полную сохранность в процессе послеуборочной обработки и хранения; формирование партий зерна по качеству в соответствии с целевым назначением; выполнение всех работ при минимальном расходе топлива и электроэнергии; сокращение затрат труда.

Для обработки зерна в потоке созданы технологические линии, состоящие из комплекса машин и сооружений, связанных между собой в заданной последовательности подъемно-транспортными механизмами. Схема приемки и обработки зерна в потоке обычно включает: отбор образцов и определение по ним качества поступающего зерна; первичное взвешивание; разгрузку зерна; первичную очистку от грубых примесей; сушку; вторичную очистку с отделением ценных зерновых отходов в сухом виде; вторичное взвешивание; закладку зерновых масс в хранилища. Необходимость каждой операции устанавливают исходя из качества поступающего зерна и его назначения.

Поскольку каждая технологическая линия имеет определенную пропускную способность, а фактическое поступление зерна на хлебоприемный пункт по часам суток часто существенно отклоняется от среднесуточного в большую или меньшую сторону, то для равномерной загрузки линий их оборудуют накопительными емкостями. Назначение этих емкостей — принять все зерно, поступающее сверх пропускной способности в час пик, и подать его на линии во время спада поступления зерна. Кроме того, в накопи-



Рис. 9. Принципиальная схема технологического процесса обработки зерна и семян различных культур

тельных емкостях формируют мелкие партии зерна, направляемые затем на поточную обработку.

При использовании накопительных емкостей их оборудуют установками для активного вентилирования и охлаждения зерна.

К технологическим линиям приемки и обработки зерна в потоке предъявляют следующие общие требования.

1. Полная механизация, а при возможности и автоматизация процессов приемки, обработки, учета, контроля за состоянием зерна при хранении и отпуске.

2. Доведение зерна по влажности, засоренности и зараженности до кондиций, гарантирующих длительную сохранность его без порчи и потерь и соответствующих требованиям, предъявляемым перерабатывающими предприятиями.

3. Универсальность технологических линий.

4. Соответствие друг другу производительности машин и оборудования, находящихся в одной технологической линии.

5. Соблюдение требований охраны труда и санитарных норм, высокая технологическая и экономическая эффективность.

При разработке схем поточных технологических линий приемки и послеуборочной обработки зерна (рис. 9) руководствуются: объемами и сроками приемки, обработки, хранения и отпуски зерна; техническими нормами производительности оборудования по очистке, сушке, перемещению зерна и расходу энергии; режимами очистки, сушки и активного вентилирования, приведенными в соответствующих инструкциях и методических указаниях.

НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ЗЕРНОВЫМИ МАССАМИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Хранение зерна — важнейший технологический процесс, необходимость которого связана с сезонностью этапа уборки и продолжительностью срока потребления! Основная задача этого процесса — сохранить зерно с минимальными потерями, без ухудшения его качества, с наименьшими затратами труда и средств. Учитывая высокую степень концентрации запасов зерна, разработана строгая система контроля его качества при хранении, учитывающая как особенности зерна различных культур, так и климатические условия его произрастания.

При хранении зерна огромную роль играют свойства зерновой насыпи как живого организма, а также среды обитания других биологических организмов. Активность жизнедеятельности зерновой насыпи определяется несколькими показателями — температурой, влажностью и высотой или уровнем, которые и контролируют при хранении.

Контроль указанных параметров при хранении зерна осуществляют по определенным методикам с помощью различных приборов. Однако для надежного контроля качества зерна важны не только точность методов и приборов измерения, но и периодичность проверки, которую устанавливают в соответствии со сроками безопасного хранения зерна при определенных значениях температуры и влажности.

Весьма важное значение для такого сложного и неоднородного объекта, как зерновая насыпь, имеет правильность отбора пробы зерна.

Отдельные зерна зерновой массы имеют различные форму и величину, неоднородно и неравномерно распределены в насыпи, поэтому температура и влажность зерновой массы выравниваются продолжительное время. Свойства слоев зерновой насыпи изменяются при хранении и в результате воздействия атмосферного воздуха и уплотнения. Немаловажное значение имеет также и состояние зернохранилищ.

Используют два основных метода контроля за хранящимся зерном: многоточечный контроль путем установки измерительных элементов непосредственно в зерновой насыпи; измерение параметров точечных проб, полученных по определенной методике отбора.

Первый метод чаще применяют на элеваторах. Второй обычно проводят с помощью ручных или автоматических пробоотборников. Точечные пробы отбирают по строго определенной системе из разных слоев насыпи. Затем путем их тщательного перемешивания получают объединенную пробу, из которой выделяют среднюю пробу для проведения лабораторного анализа качества зерна. При этом важное значение имеет масса пробы, так как по резуль-

татам измерения ее параметров судят о состоянии насыпи в целом.

Таким образом, при оценке состояния хранящегося зерна необходимо учитывать требования, предъявляемые к срокам, последовательности и методике проведения измерений и обработке их результатов, поэтому в производстве все анализы и наблюдения проводят в строгом соответствии с имеющимися стандартами, регламентирующими требования к их проведению. Результаты анализов фиксируют в журналах контроля качества и наблюдения и по ним принимают решения по правильному выбору режимов хранения.

Температурные режимы играют особую роль при хранении зерна, так как температура отражает состояние зерновой насыпи и влияет на интенсивность происходящих в ней тепловых и жизненных процессов.

Основная задача контроля температуры хранящегося зерна — обнаружить очаги самосогревания на начальной стадии.

В связи с увеличением сроков и объемов хранения зерна, а также с уборкой и складированием большей части урожая при высокой начальной влажности и температуре в последнее время контроль температуры приобретает все более важное значение.

При отсутствии средств контроля температуры и обоснованного выбора режимов хранения потери зерна увеличиваются.

Все многообразие устройств для контроля температуры базируется на двух методах: контактном и бесконтактном с использованием термометрических свойств жидкостей, газов и твердых тел.

Широкое применение для контроля температуры зерна в хранилищах получили жидкостные термометры. Измерение с их помощью не требует никакой вспомогательной аппаратуры и источников энергии. К их недостаткам следует отнести сложность преобразований изменений температуры в электрический сигнал, а также необходимость достаточно прочной конструкции для защиты стеклянного термометра.

На тепловом расширении твердых тел основана работа dilatометрических термометров. Их термочувствительный элемент выполнен в виде спиральных или плоских пружин из материала с большим коэффициентом теплового расширения. Эти термометры, особенно биметаллические, используют в качестве сигнализаторов, так как в них изменения температуры легко преобразуются в электрический сигнал. Dilатометрические термометры с флажковыми сигнализаторами позволяют наблюдать за повышением температуры зерна по положению сигнального флажка.

Широкое применение для измерения температуры хранящегося зерна нашли терморезисторы. Это связано с тем, что определение температуры по изменению электрического сопротивления

металлического терморезистора относится к наиболее точным методам. К недостаткам металлических терморезисторов можно отнести небольшую температурную чувствительность. Кроме того, большие габариты обуславливают тепловую инерционность этих устройств, поэтому их обычно используют в стационарных системах многоточечного контроля температуры зерна на элеваторах.

Для определения температуры зерна используют также полупроводниковые резисторы. Они обладают более высокой температурной чувствительностью, небольшими габаритами и, как следствие, повышенной тепловой инерцией.

Температуру зерна измеряют двумя способами: с помощью переносных термометров с автономным питанием и погружными термошупами; с помощью стационарных систем многоточечного контроля с выводом показаний на щит управления, измерения и сигнализации.

Число точек и периодичность контроля температуры определяются разработанными технологическими инструкциями по хранению зерна.

По результатам контроля температуры, особенно при обнаружении очагов самосогревания, принимают меры по сохранности качества зерна, основными из которых являются ручное или механизированное перемешивание зерна и охлаждение зерновой насыпи с помощью установок активного вентилирования.

В процессе хранения зерна важную роль играет не только температура зерновых слоев, но и динамика ее изменения, по которой можно судить о состоянии зерновой насыпи, а также об эффективности использования различных способов управления режимами хранения, поэтому обязательным условием надежности хранения зерна является наличие средств постоянного контроля температуры зерновой насыпи и возможность использования полученной информации при управлении режимами хранения.

Для контроля температуры зерна, хранящегося в складе и на открытой площадке, используют переносные термошупы, так как установка стационарных систем затруднена из-за необходимости проведения погрузочно-разгрузочных работ. При этом зерновые термошупы должны обладать механической прочностью, небольшим усилием погружения и низкой тепловой инерционностью. Их можно погружать в зерновую насыпь на глубину до 3...3,5 м.

Для контроля температуры зерна в силосах элеваторов и складах при высоте насыпи свыше 5 м используют стационарные системы с термоподвесками. Для этих систем важное значение имеет способ размещения терморезисторов в зерновой насыпи. Обычно температура свежесобранного зерна, поступающего на хранение, составляет 20 °C и выше, поэтому для практических схем рекомен-

двое расстояние между терморезисторами 1,5 м. Обязательное условие правильной эксплуатации многоточечных систем — профилактический осмотр и ремонт, проводимый примерно 1 раз в 2 нед.

В силосы элеватора, не оборудованные электротермоустановками, загружают только стойкое при хранении зерно. В этом случае температуру зерна измеряют на глубине 0,5; 1,5 и 3,5 м.

При организации контроля за режимом хранения зерна важное значение имеют число и сроки проведения замеров. Для наблюдения за состоянием зерна в складе его площадь разбивают на секции размером 10 × 10 м, при этом каждой секции присваивают постоянный номер, который наносят на стену склада. При высоте насыпи зерна более 1,5 м в каждой секции склада устанавливают три термошупа на разных уровнях — верхнем, среднем и нижнем. При высоте насыпи зерна не более 1,5 м температуру измеряют в двух слоях: верхнем и нижнем. После каждого измерения температуры зерна в установленные сроки термошупы переставляют в пределах секции на 2 м от точки предыдущего измерения, изменяя уровень их погружения.

При температуре выше 20...25 °C сроки перестановки устанавливают в зависимости от наивысшей температуры, обнаруженной в отдельных слоях насыпи. При скорости повышения температуры зерна, указывающей на начальный этап развития процесса самосогревания (1...2 °C в сутки), его немедленно обрабатывают.

Температуру зерна, размещенного на площадках высотой более 1,5 м, также измеряют в трех слоях насыпи: в верхнем на глубине 30...50 см, в среднем и нижнем. В насыпи высотой не более 1,5 м температуру определяют в верхнем и нижнем слоях.

Температуру хранящихся зерна и семян масличных культур проверяют в следующие сроки: зерно нового урожая сухое и средней сухости 1 раз в 5 дней в течение трех месяцев с момента приемки, далее — 1 раз в 15 дней; влажное и сырое зерно нового урожая первые 3 месяца ежедневно; прочее зерно в зависимости от его температуры — влажное зерно при температуре хранения выше 10 °C — 1 раз в 2 дня, при температуре 0...10 °C — 1 раз в 5 дней, при 0 °C и ниже — 1 раз в 15 дней. Температуру сырого зерна при 10 °C и выше проверяют ежедневно, от 0 до 10 °C — 1 раз в 5 дней, при температуре хранения 0 °C и ниже — 1 раз в 10 дней.

Температуру семян масличных культур проверяют в следующие сроки: сухие и средней сухости свежесобранные семена — 1 раз в 3 дня, влажные и сырые семена — ежедневно.

Температуру сухих и средней сухости масличных семян, прошедших послеуборочную обработку, проверяют 1 раз в 15 дней. Прошедшие послеуборочную обработку влажные и сырые семена масличных культур при температуре хранения 10 °C и более проверяют ежедневно. При температуре хранения от 0 до 10 °C влаж-

ные семена проверяют 1 раз в 5 дней, сырые — 1 раз в 3 дня, при температуре хранения 0 °C и ниже соответственно 1 раз в 15 дней и в 10 дней.

Результаты всех измерений регистрируют в журнале наблюдений.

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА

Влажность — один из наиболее важных технологических параметров качества зерна, недостаточный контроль которого при хранении приводит к значительным потерям. Снижение качества зерна с повышенной влажностью при хранении связано с потерей массы в результате увеличения интенсивности дыхания, развития плесени и зерновых вредителей, а также слеживания, самосогревания и прорастания. Повышенная влажность зерна затрудняет его размол и просеивание продуктов переработки, ухудшает хлебопекарные свойства, снижает производительность оборудования.

Необходимость контроля влажности можно проследить по схеме поступления зерна на хранение. Контроль влажности зерна на этапе «поле → ток» проводят для предварительной оценки качества свежесобранного зерна. По результатам измерения влажности на этапе «ток → зерносушилка» определяют режимы обработки, в первую очередь сушки зерна перед отправкой на хлебоприемное предприятие. Определение влажности на этапе «зерносушилка хозяйства → хлебоприемное предприятие» необходимо проводить с особо высокой точностью, так как этот показатель служит основой для коммерческих расчетов с поставщиками зерна.

После поступления зерна на хлебоприемный пункт его влажность проверяют еще раз по результатам среднесуточной пробы и по ней правильно распределяют зерно при закладке на хранение. Кроме того, если необходима сушка, от этого значения влажности зависит режим обработки зерна в сушилках. Причем на выходе из сушилки также необходимо контролировать соответствие влажности зерна нормированным значениям.

И наконец, оценка влажности зерна уже при хранении, которую проводят в сроки, определяемые технологическими инструкциями, позволяет предотвратить потери, а также обнаружить увлажнение зерна при взаимодействии с атмосферным воздухом. Таким образом, на всем пути движения зерна «поле → хранилище» влажность зерна определяют не менее 6 раз.

Согласно технологическим инструкциям при закладке на хранение зерна различных культур, а также после очистки, сушки и перед отгрузкой влажность зерна сухого, средней сухости и охлажденного определяют 1 раз в месяц, влажного и сырого — 1 раз в 15 дней, а также после каждого перемещения и активного вентилирования по средней пробе, отобранной от однородной партии по стандартной схеме.

Все методы измерения влажности подразделяются на прямые и косвенные. Прямыми методами непосредственно определяют количество влаги в зерне, а косвенными измеряют параметр, зависящий от влажности.

Основные методы измерения влажности зерна: термогравиметрический; электрофизический и ядерно-физический.

Термогравиметрический метод или метод высушивания — стандартный метод определения влажности, который заключается в сушке пробы зерна до достижения равновесия с окружающей средой.

Большое число современных переносных и лабораторных приборов для определения влажности зерна основаны на *электрофизических* методах, которые позволяют непосредственно преобразовывать влажность в электрический параметр.

В некоторых влагомерах нашли применение *ядерно-физические* методы, в основе которых лежит явление поглощения радиочастотной энергии или энергии γ -лучей ядрами атомов водорода воды, когда влажное зерно находится в магнитном поле. По степени поглощения можно судить о влагосодержании исследуемой пробы зерна.

Чтобы измерить влажность зерна, нужно отобрать пробы. В производстве используют ручные и механические пробоотборники. Для ручного отбора проб наибольшее распространение получил конический пробоотборник. Из механических пробоотборников нашли применение шнековые и различные вибропневматические устройства.

Для отбора проб зерна непосредственно из транспортных средств на хлебоприемных предприятиях используют автоматический пробоотборник А1-УПЗ-А, который позволяет в течение одной минуты отобрать пробу в 4 точках насыпи. Пробоотборник выполнен в виде норы малых размеров. Для предотвращения механического травмирования зерна скорость ее движения не превышает 0,4 м/с.

При использовании этого пробоотборника точечные пробы общей массой не менее 1 кг отбирают из автомобилей с длиной кузова до 3,5 м в 4 точках. При длине кузова 3,5...4,5 м отбор проб общей массой не менее 1,5 кг проводят из 6 точек, а при длине более 4,5 м — из 8 точек общей массой 2 кг. От переднего и заднего бортов кузова точки отбора располагаются на расстоянии соответственно 0,5 и 1 м, а от боковых бортов — 0,5 м.

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ЗЕРНА

Температура и влажность зерна определяют его свойства при хранении в насыпях как сыпучего тела, взаимодействующего с атмосферным воздухом, и живого организма. Качество зерна

как продовольственного продукта характеризуется совокупностью его мукомольных и хлебопекарных свойств, поэтому при размещении зерна учитывают культуру, натуру, а для пшеницы — дополнительно стекловидность, содержание и качество клейковины.

При хранении зерна его принято делить по натуре на низкую, среднюю и высокую. Для пшеницы — это натура соответственно до 745; 745...785; свыше 785 г/л; для ржи — до 700; 700...730; свыше 730 г/л; для ячменя — до 545; 545...605, свыше 605 г/л. Для измерения натуры используют литровые пурки.

Для оценки качества партий пшеницы большое значение имеют хлебопекарные свойства, под которыми понимают способность муки, полученной из зерна, давать хлеб, соответствующий по качеству предъявляемым к нему требованиям. В зависимости от хлебопекарных свойств пшеницу делят на сильную, средней силы и слабую. Силу пшеницы оценивают по стекловидности, количеству и качеству клейковины (табл. 4).

4. Классификация пшеницы по силе

Признак качества	Пшеница	
	сильная	слабая
Стековидность, %	Не менее 60	Менее 60
Содержание клейковины, %	Не менее 28	Менее 25
Количество клейковины, ед. шкалы ИДК-1	45...75	80...100
Объемный выход хлеба при выпечке, см ³	Не менее 450	Менее 350
Отношение высоты хлеба к диаметру	Не менее 0,4	Менее 0,3

Поступающее на хранение зерно обычно содержит некоторое количество примесей, которые попадают в него при уборке, транспортировании и предварительной обработке. Примеси снижают продовольственные свойства зерна, а также устойчивость его при хранении, поэтому засоренность контролируют как при приемке, так и при хранении зерна.

Для определения засоренности обычно используют набор сит и весы. При этом особо учитывают наиболее вредные примеси, обладающие ядовитым и отравляющим действием. Данные анализа засоренности зерна служат исходными для его очистки. Исходя из особенностей примесей в каждой партии зерна, подбирают рабочие органы и тип зерноочистительных машин.

При хранении важное значение имеет контроль зараженности зерновой массы вредителями. Степень зараженности определяют

по числу вредителей в 1 кг зерна, причем учитывают только живые экземпляры, а мертвые относят к сорной примеси.

Проверку зерна на зараженность вредителями хлебных запасов, а также на цвет и запах проводят по образцам, отобранным по отдельным секциям склада площадью 100 м², в зависимости от температуры в следующие сроки: при температуре выше 15 °С — 1 раз в 10 дней; от 5 до 15 °С — 1 раз в 15 дней, при температуре ниже 5 °С — 1 раз в месяц.

Как известно, встречаются две формы зараженности: явная и скрытая. Явную форму зараженности определяют просеиванием пробы зерна на ситах с дальнейшим визуальным осмотром результатов просеивания.

Скрытую форму зараженности устанавливают либо путем разрезания 50 целых зерен, либо методом окрашивания.

Скрытую форму зараженности зерна можно обнаружить и с помощью так называемых водной и бутылочной проб. Для проведения водной пробы зерно засыпают в стакан с водой и тщательно перемешивают. Зерна, плавающие на поверхности, отделяют и проверяют на наличие личинок вредителей. При бутылочной пробе бутылку с зерном неплотно закрывают пробкой из ткани и помещают в теплое место при температуре не менее 25 °С. Примерно через две недели определяют развитие насекомых в пробе и степень зараженности зерна.

Технологический процесс хранения зерна предусматривает его накопление с последующим расходом. При этом постоянно необходим контроль количества зерна, так как его отсутствие может привести к нарушению технологического процесса. Особенно важен контроль уровня зерна в силосах элеваторов, зерносушилках и различных накопительных бункерах.

Все современные устройства для измерения уровня зерна можно разделить на две группы: сигнализаторы, обычно показывающие, пустая емкость или полностью заполнена, и уровнемеры, передающие непрерывную информацию об уровне зерна в любой момент времени.

Основные методы контроля уровня зерна: электромеханический, электронный и электрофизический.

Принцип действия электромеханических приборов основан на механическом воздействии насыпи зерна на контакт, который замыкает или размыкает электрическую цепь. На этом принципе, например, основана работа мембранного сигнализатора, в котором в качестве чувствительного элемента используют воспринимающую давление мембрану.

Все большее применение находят электронные приборы, принцип действия которых основан на изменении емкости конденсатора при погружении в зерно.

К электрофизическим приборам можно отнести акустический уровнемер зерна, принцип действия которого основан на отражении звуковой волны от поверхности зерна.

Работа изотопных сигнализаторов основана на изменении интенсивности потока γ -излучения при прохождении через зерновую насыпь. К преимуществам этих приборов относятся бесконтактность и независимость показаний от свойств зерна и воздушной среды.

ОТПУСК ЗЕРНА, УЧЕТ ЕГО КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА

Отпуск зерновых продуктов — заключительный этап работы с ними, включающий организационные и технологические мероприятия.

Организационные мероприятия состоят в рациональном проведении работ по отгрузке зерновых продуктов при соблюдении всех соответствующих правил, а также в оформлении отпуска зерновых продуктов необходимыми документами.

Каждую партию зерна отгружает материально ответственное лицо. Зерно отпускают по количеству, определяемому взвешиванием, и по качеству, оцениваемому лабораторией. Качество зерна определяют методами, установленными стандартами, а результаты анализа заносят в журнал анализа.

При отгрузке зерна железнодорожным или водным транспортом на каждую отгруженную партию лаборатория выписывает удостоверение о качестве (в трех экземплярах). При отгрузке зерна автомобильным транспортом его качество указывают в товарно-транспортной накладной.

Каждая партия отпускаемых семян должна сопровождаться следующими документами: семена элиты и суперэлиты всех культур — аттестатом на семена; семена всех остальных репродукций — свидетельством на семена; гибридные семена — свидетельством на гибридные семена. При отгрузке семенного зерна пшеницы твердой и сильных сортов для выплаты повышенной цены в свидетельствах на семена указывают также содержание и качество клейковины, стекловидность, натуру.

Технологические мероприятия, с которых начинают все операции по отпуску зерна, заключаются в составлении отдельных партий, их подработке, чтобы довести зерно по качеству до требуемых кондиций с учетом его дальнейшего использования.

Важнейшее значение на каждом предприятии имеет хорошо налаженный учет количества и качества зерновых продуктов. Сложность этого учета состоит в том, что в период хранения меняются как масса, так и качество зерновых продуктов.

Для выявления наличия хлебопродуктов, их излишков или недостатков проводят инвентаризацию с обязательным взвешиванием остатков.

Зернопродукты учитывают в книгах количественно-качественного учета с указанием влажности и засоренности каждой партии зерна как по приходу, так и по расходу. Для более точной характеристики партий зерна по влажности и сорной примеси используют тонно-проценты, т. е. массу, умноженную на процентное содержание влаги или сорной примеси в поступившей или отгруженной партии.

Тонно-проценты исчисляют для определения средневзвешенного качества по влажности и сорной примеси за определенный период времени. Средневзвешенную влажность и засоренность сорной примесью определяют делением суммы тонно-процентов поступившего или отгруженного зерна на массу этого зерна. Средневзвешенное качество определяют с точностью до 0,01 %. Фактические показатели влажности и содержания сорной примеси в каждой партии зерна записывают в книге количественно-качественного учета с точностью до 0,1 %.

Масса партии хранящегося зерна уменьшается по трем основным причинам: снижение влажности; снижение содержания сорной примеси; снижение массы сухих веществ в результате дыхания и неучтенного распыла. В связи с этим обоснованность убыли массы зерна устанавливают в строгом соответствии с достигнутым при хранении и обработке улучшением качества, т. е. понижением влажности и содержания сорной примеси, а также нормами естественной убыли.

Убыль массы зерна от снижения влажности не должна превышать значение, %:

$$X = \frac{100(a - \sigma)}{100 - \sigma},$$

где a — средневзвешенная влажность по приходу, %; σ — средневзвешенная влажность по расходу, %.

Убыль массы зерна от понижения содержания сорной примеси сверх списанных годных и негодных отходов, %:

$$X = \frac{(\sigma - z)(100 - d)}{100 - z},$$

где σ — содержание средневзвешенной сорной примеси по приходу, %; z — содержание средневзвешенной сорной примеси по расходу, %; d — убыль от снижения влажности, вычисленная по предыдущей формуле, %.

По партиям зерна, не подвергавшимся в процессе хранения обработке, списание за счет снижения содержания сорной примеси не допускается.

Естественная убыль зерна при хранении не должна превышать установленных норм, которые определены с учетом культуры, способов и сроков хранения зерна (приложение 1). Эти нормы применяют как контрольные и предельные только в тех случаях, когда при инвентаризации или при проверке фактического наличия зернопродуктов, хранившихся на предприятии, будет установлено уменьшение массы зерна, не связанное с изменением качества.

При хранении зерна до трех месяцев нормы естественной убыли применяют из расчета фактического числа дней хранения, а при хранении от шести месяцев до одного года — из расчета фактического числа месяцев хранения. При хранении зерна более одного года за каждый последующий год хранения норму естественной убыли берут из расчета 0,04 % с пересчетом на фактическое число месяцев хранения.

Средний срок хранения в днях данной партии зерна определяют делением суммы ежедневных остатков на количество по приходу данной партии. Для определения среднего срока хранения в месяцах среднее число дней хранения делят на 30.

Нормы естественной убыли при хранении зерна применяют к его общему количеству, числящемуся в расходе и остатке.

Лабораторная работа № 8

Расчеты за зерно при продаже

Цель работы. Научиться проводить расчеты за зерно. Ознакомиться с базисными и ограничительными условиями, порядком начисления натуральных и денежных скидок и надбавок к закупочной цене, документацией, необходимой при продаже зерна товарного, семенного и другого целевого назначения.

1. Записать базисные и ограничительные условия по основным культурам.

Культура	Базисные условия					Ограничительные условия				
	Натура, т/л	Сорная примесь, %	Зерновая примесь, %	Влажность, %	Зараженность амбарными вредителями, шт/кг	Натура, т/л	Сорная примесь, %	Зерновая примесь, %	Влажность, %	Зараженность амбарными вредителями, шт/кг

Озимая пшеница
Яровая пшеница
Рожь
Ячмень
Овес
Горох
Гречиха
Просо
Подсолнечник

2. Дать определение понятий физической и зачетной массы зерна.
 Физическая масса —
 Зачетная масса —
 2.1. Рассчитать зачетную массу зерна при продаже.
 3. Записать денежные сортовые надбавки за семена зерновых, масличных культур, гибридные семена кукурузы.

Семена	Категория сортовой чистоты	Класс семенного стандарта	Надбавка к закупочной цене, %

4. Записать порядок начисления денежных скидок и надбавок по отдельным качественным показателям при отклонении их от базисных кондиций.

5. Произвести расчеты за зерно _____
 проданное государству массой _____

Качественные показатели	Качество зерна	Базисные кондиции	Отклонение от базисных кондиций (+ —)	Скидки (надбавки) к массе, %	Зачетная масса, т	Скидка (надбавка) к цене, руб.	Плата за сушку и очистку, руб.
-------------------------	----------------	-------------------	---------------------------------------	------------------------------	-------------------	--------------------------------	--------------------------------

Влажность, %
 Сорная примесь, %
 Зерновая примесь, %
 Вредная примесь, %
 Натура, г/л
 Зараженность, шт/кг
 Наличие запаха
 Содержание проросших зерен, %
 Содержание клейковины, %
 Всего скидок и надбавок

Стоимость зачетной массы зерна, руб. _____

6. Произвести расчеты за сортовое зерно _____
 проданное массой _____

Качественные показатели	Качество зерна	Базисные кондиции	Отклонение от базисных кондиций (+ —)	Скидки (надбавки) к массе, %	Зачетная масса, т	Скидка (надбавка) к цене, руб.	Плата за сушку и очистку, руб.
-------------------------	----------------	-------------------	---------------------------------------	------------------------------	-------------------	--------------------------------	--------------------------------

Влажность, %
 Сорная примесь, %
 Зерновая примесь, %
 Вредная примесь, %
 Натура, г/л
 Зараженность, шт/кг
 Наличие запаха
 Содержание проросших зерен, %
 Содержание клейковины, %
 Всего скидок и надбавок

Стоимость зачетной массы зерна, руб. _____

7. Записать порядок оформления документации при продаже зерна государству.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие задачи стоят в области хранения зерна? 2. По каким показателям определяют качество зерна при его приемке? 3. Как формируют и размещают партии зерна в зависимости от качества? 4. В чем заключаются особенности размещения влажного и сырого зерна? 5. В чем заключаются особенности формирования партий семян подсолнечника? 6. Какие требования предъявляют к технологическим линиям по приемке и обработке зерна? 7. Перечислите основные методы контроля хранящегося зерна. 8. Какова периодичность контроля температуры и влажности зерна при хранении? 9. Назовите организационные и технологические мероприятия по отпуску и учету зерна.

ОЧИСТКА ПАРТИЙ ЗЕРНА И СЕМЯН
ОТ ПРИМЕСЕЙ

Присутствие в зерновой массе примесей значительно ухудшает качество хранящегося зерна, так как они, как правило, обладают повышенной влажностью и обсеменены патогенными микроорганизмами.

Очистка зерна преследует следующие цели: повышение семенных свойств; улучшение условий хранения; снижение транспортных расходов на перевозку; снижение зараженности вредителями хлебных запасов; создание благоприятных условий для сушки.

Очистка зерна считается эффективной, если содержание сорной примеси после нее составляет не более 2 %, зерновой — не более 5 и вредной — не более 0,2 %.

Очистка и сортирование зерновой массы основаны на различии физико-механических свойств зерна и примесей. Используя эти различия, зерно очищают по следующим признакам: по аэродинамическим свойствам; по ширине и толщине зерна; по длине зерна; по плотности зерна; по форме и состоянию поверхности зерна; по металломагнитным свойствам.

Если указанные физико-механические 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.

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

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ
МАШИН

Перед очисткой любой партии зерна необходимо предварительно проверить состав примесей. С учетом этого составляют схему очистки и определяют режим работы машин. Регулировку

зерноочистительных машин и правильность их работы проверяют путем отбора и анализа проб зерна и отходов.

Все зерноочистительные машины делятся на стационарные и передвижные. Стационарные зерноочистительные машины агрегатируют с другими машинами, погрузочно-разгрузочными и транспортными средствами. Передвижные машины предназначены для раздельного использования на открытых площадках и под навесами.

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

Из стационарных машин наиболее широкое распространение получили зерноочистительные агрегаты (ЗАВ), которые позволяют быстро очистить зерновые массы и представляют собой поточную линию, обеспечивающую приемку, очистку, временное хранение и отгрузку зерна. Существует две модификации этих машин — ЗАВ-20 и ЗАВ-40 производительностью соответственно 20 и 40 т/ч. ЗАВ-20 устанавливают на токах с поступлением до 6 тыс. т зерна в сутки. Одновременно он может обрабатывать зерновой ворох только одной культуры.

Более производителен ЗАВ-40, так как он оборудован двумя машинами ЗАВ-20, сепараторами и триерными блоками. Одновременно на нем можно очищать ворох двух различных культур (рис. 10).

Передвижные зерноочистительные машины ОВП-20, ЗВС-10 и ОСМ-34 (рис. 11) предназначены для предварительной очистки зернового вороха. Применяют также машины для первичной очистки и сортирования зерна и семян — ОС-4,5А, ОВС-25 и машины для вторичной очистки и сортирования семян — ОС-4,5А, СМ-4, К-531/1 и др.

На указанных зерноочистительных машинах зерно и семена разделяют по толщине преимущественно на ситах с продолговатыми отверстиями. Стандартом установлены диаметры отверстий сит от 0,8 до 40 мм, ширина продолговатых сит от 0,5 до 10 мм.

Одинаковые по размерам и форме семена разделяют на триерных установках. Триерные поверхности состоят из ячеек полусферической формы диаметром 1,6...12,5 мм. Есть триеры с треугольными отверстиями.

Степень извлечения примесей непосредственно зависит от продолжительности просеивания, т.е. скорости подачи материала по поверхности сита, и его длины. По длине и ширине полотна сита подразделяют на 4 группы (мм): 990 × 990; 990 × 740; 740 × 990; 990 × 490.

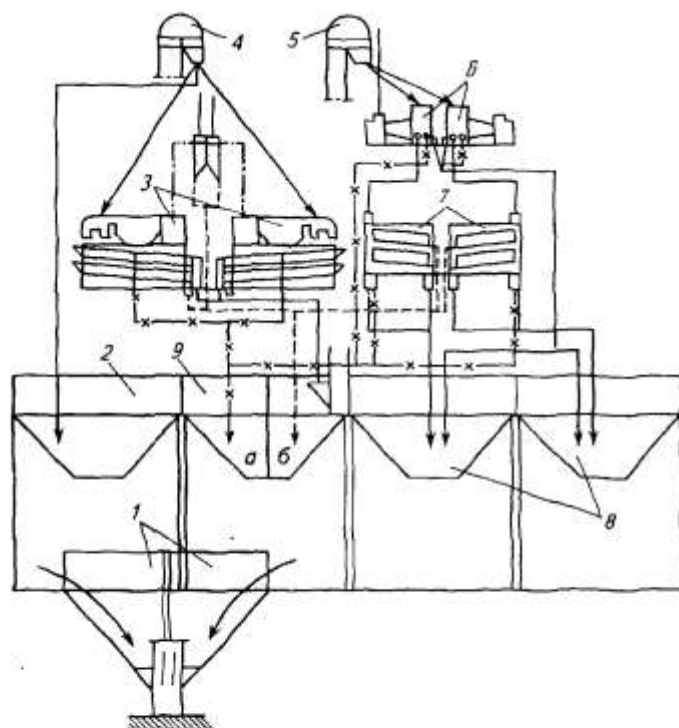


Рис. 10. Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40:

1 — завальная яма; 2 — бункер резервного зерна; 3 — зерноочистительная машина ЗВС-20; 4, 5 — двухпоточные норки 2НЗ-20; 6 — центробежный пневматический сепаратор; 7 — триерный блок; 8 — бункера чистого зерна; 9 — бункер примесей с отделениями зерновых отходов (а) и примесей (б)

Чтобы очистить семена до 1-го класса семенных кондиций, необходимо вести обработку по так называемой развитой схеме технологического процесса. Она включает разнообразный набор сепарирующих машин, обеспечивающих separation семенной массы по различным признакам и свойствам компонентов. В развитой схеме предусмотрен фракционный метод очистки. Он заключается в том, что после предварительной очистки семена разделяют на фракции по крупности и каждую из них обрабатывают самостоятельно. Семена пшеницы, ржи, ячменя и гречихи разделяют по крупности на две фракции; гороха — на три; подсолнечника — на четыре и кукурузы — на шесть фракций.

Универсальная схема очистки семян включает девять основных

операций: предварительная очистка в ворохоочистителях; формирование партий в вентилируемых бункерах; сушка; первичная очистка; вторичная очистка; разделение на фракции по крупности; фракционная очистка в триерах; фракционная очистка от трудноотделимых примесей; протравливание.

Одна из основных причин недостаточной очистки зерна и семян от примесей — неправильный подбор сит. Обычно в инструкциях, прилагаемых к зерноочистительным машинам, приведена таблица подбора сит для очистки семян разных культур. Однако в этих таблицах помещены лишь ориентировочные данные, так как размеры семян культурных и сорных растений изменяются в широких пределах, поэтому в каждом конкретном случае надо подбирать сита путем пробных очисток.

В большинстве выпускаемых машин такие параметры, как угол наклона сит, число и амплитуда колебаний, приняты постоянными. Триеры выпускают с переменными параметрами, и поэтому их необходимо регулировать в зависимости от очищаемой культуры и засоренности.

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

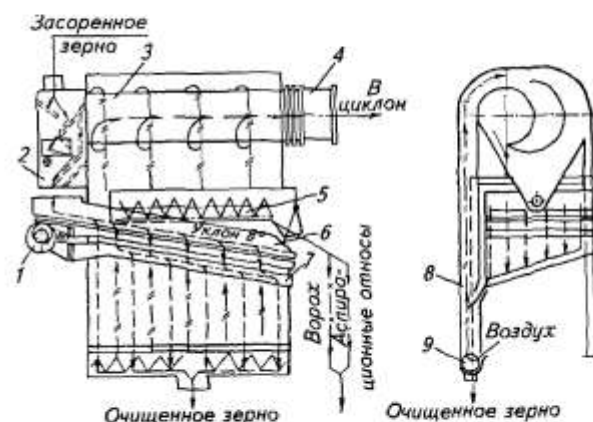


Рис. 11. Технологическая схема ворохоочистителя:

1 — эксцентриковый колебатель; 2 — приемная камера; 3 — аспирационная камера; 4 — вентилятор; 5 — шнек для вывода легких примесей; 6 — верхний ситовый кузов; 7 — нижний кузов; 8 — пневмосепарирующий канал; 9 — разгрузочный шнек

Очищенное зерно сортируют. Сортирование — механическое разделение зерна для выделения наиболее крупных и ценных семян. Сортируют зерна на фракции главным образом по размерам, а иногда и по другим показателям в зависимости от целевого назначения.

Однородные партии зерна, полученные в результате сортирования, легче перерабатывать. Сортирование семенного зерна позволяет сформировать для посева однородную партию, что наряду с хорошей очисткой посевного материала обеспечивает дружные всходы и высокий урожай.

СУШКА ЗЕРНА

Сушка — технологический процесс, цель которого получить материал с оптимальными свойствами. 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 в отличие от сушки других влажных материалов характеризуется одной очень важной особенностью: зерно — живой организм, и в процессе сушки его жизнедеятельность должна быть полностью сохранена.

Чтобы правильно выбрать способ и определить оптимальный режим сушки, необходимо знать структуру, химический состав и основные технологические свойства зерна.

Установлено, что влагоотдающая способность зерна различных культур неодинакова. При всех прочих равных условиях 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.

Все способы сушки сырых материалов основаны на двух основных принципах: удаление влаги из материала без изменения ее агрегатного состояния, т.е. в виде жидкости; удаление влаги с изменением ее агрегатного состояния, т.е. путем превращения в пар.

Первый принцип обезвоживания осуществляется механическим или сорбционным способом.

Механический способ применяют при наличии свободной влаги путем механического воздействия на материал — отжатия, центрифугирования.

Сорбционный способ, или химическую сушку, применяют для зерна, которое не переносит термической сушки или же теряет при нагревании посевные свойства, например семена фасоли, сои,

вики, чечевицы и др. В качестве водопоглотителя используют сульфат натрия, силикагель или хлорид кальция.

Сушку зерна химическим способом проводят на площадках под навесами, равномерно смешивая порошкообразный препарат с семенами зернобобовых культур перелопачиванием или используя зернопогрузчики. Продолжительность сушки зависит от исходной влажности семян, относительной влажности наружного воздуха и составляет 5...10 сут. При влажности семян до 25 % проводят двукратное перемешивание, а при большей влажности — трех-четырехкратное перемешивание в течение суток.

Норма расхода препарата составляет (кг/т): при влажности семян до 20 % — 60; 20...25 % — 120; 26...30 — 180; свыше 30 % — 240.

По завершении сушки зерна сорбент отделяют от семян на пневматических зерноочистительных колонках или на других зерноочистительных машинах.

Сушка зерна химическим способом сопровождается выделением теплоты, что приводит к повышению температуры смеси, поэтому смешивание проводят на открытых площадках под навесом. Кроме того, необходимо соблюдать требования по охране труда — рабочие при смешивании должны надевать пылезащитные респираторы.

Второй принцип обезвоживания связан с затратами теплоты на превращение воды из жидкого состояния в газообразное.

В зависимости от того, как передается теплота зерну, различают следующие способы тепловой сушки: конвективный, кондуктивный (контактный), радиационный, электрический (токами высокой частоты), молекулярный (сублимационный). Все эти 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, количество которых колеблется в пределах 1...3 %. 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, или *контактным*, называют способ сушки, при котором зерно соприкасается с нагретой поверхностью и получает теплоту непосредственно от нее путем кондукции (теплопроводности). Кондуктивным способом можно сушить при нормальном атмосферном давлении или в вакууме. Чем больше вакуум, тем ниже температура кипения воды и тем интенсивнее испарение влаги из материала.

При *радиационном* способе сушки теплота к зерну подводится в виде лучистой энергии. Радиационную сушку можно подразде-

лить на естественную (солнечными лучами) и искусственную (инфракрасными лучами).

Воздушно-солнечная сушка не потеряла своего значения и сейчас. При этом способе высоту насыпи зерна рекомендуется устанавливать на уровне 10...20 см. Особое внимание обращают на площадку, на которой находится зерно. Ее основание должно быть асфальтированным или в виде деревянного настила. Особенно успешно сушка зерна проходит в ветреную погоду. Солнечная сушка способствует также дозреванию и делает партии зерна более устойчивыми при хранении, так как солнечные лучи уничтожают микроорганизмы.

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 *токамаи 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. Важно, чтобы нагрев и сушка происходили 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.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕРНОСУШИЛОК

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 исполь-

зуют конвективный метод сушки при различном состоянии зернового слоя — неподвижном, движущемся, псевдовзвешенном или взвешенном.

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

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

По конструктивным особенностям сушильных камер различают сушилки шахтные, барабанные, камерные.

Шахта — наиболее распространенная конструкция зерносушильной камеры. Внутри шахты размещают короба, через которые подводят свежий и отводят отработавший агент сушки. Внизу шахты устанавливают выпускное устройство, с помощью которого регулируют время пребывания зерна в шахте (рис. 12).

В барабанных зерносушилках сушильная камера — это полый вращающийся цилиндр, внутри которого устанавливают полоски. Они способствуют разрыхлению и пересыпанию зерна при его размещении вдоль барабана (рис. 13).

Камерная сушилка наиболее проста по устройству. Основная ее часть — прямоугольная или круглая камера с наклонным или горизонтальным сетчатым днищем.

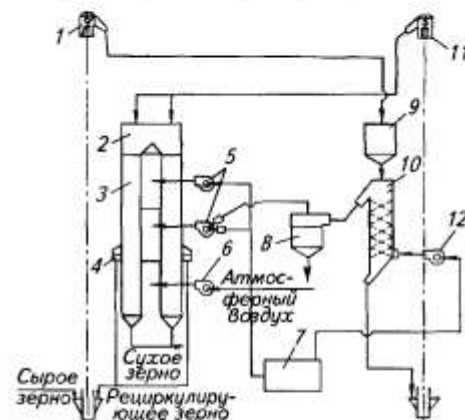


Рис. 12. Технологическая схема шахтной зерносушилки с предварительным нагревом зерна:

1 — рециркуляционная нория; 2 — налшахтный бункер; 3 — шахта сушилки; 4 — устройство для отбора рециркулирующего зерна; 5 — вентилятор для подачи агента сушки; 6 — вентиляторы холодного воздуха; 7 — топка; 8 — циклоны; 9 — теплооблагоденник; 10 — нагретель; 11 — нория; 12 — вентилятор для подачи агента сушки в подогреть.

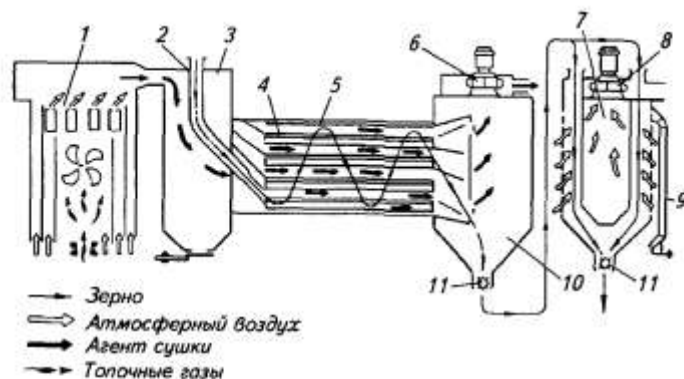


Рис. 13. Барабанная сушилка СЗСБ-8:

1 — топка; 2 — загрузочная труба; 3 — загрузочная камера; 4, 7 — банджи сушильного барабана; 5 — подъемно-лопастная система; 6 — сушильный барабан; 8 — вентилятор сушильного барабана; 9 — охладительная колонка; 10 — вентилятор охладительной колонки; 11 — измерительные преобразователи уровня зерна

По конструктивному исполнению различают стационарные и передвижные сушилки. Стационарные сушилки изготавливают из металла или железобетона. Срок службы металлических сушилок 7...8 лет, железобетонные служат десятки лет. Их используют в технологических линиях приемки и послеуборочной обработки зерна.

Передвижные сушилки применяют для сушки небольших партий зерна. Все оборудование сушилки располагается на одной раме, и ее можно легко транспортировать. Производительность передвижных сушилок ограничена и не превышает 8...10 т/ч.

РЕЖИМЫ СУШКИ ЗЕРНА И СЕМЯН

Режим сушки зерна характеризуется следующими основными параметрами: температурой максимального нагрева зерна; временем пребывания зерна в нагретом состоянии (экспозиция сушки); температурой агента сушки, подаваемого в сушильную камеру; скоростью движения агента сушки; относительной влажностью агента сушки.

От скорости теплоносителя зависит состояние слоя зерна, а от влажности — способность поглощать влагу, т. е. сушить зерно. Слишком влажный теплоноситель, соприкасаясь с холодным зерном, охлаждается, относительная влажность его увеличивается и может достичь точки росы, вследствие чего часть влаги осядет и увлажнит зерно.

Выбранный режим сушки должен обеспечить: сохранение или улучшение семенных и продовольственных качеств зерна; высокие технико-экономические показатели работы сушильных установок.

При выборе оптимального режима сушки определяющим фактором служит качество зерна после сушки. При этом нужно исходить прежде всего из максимально допустимой температуры нагрева зерна, ограничиваемой необходимостью сохранения зерна как живого организма, поэтому прежде всего учитывают термоустойчивость зерна (приложение 2).

Зерно и семена, различающиеся по строению и химическому составу, имеют разную термоустойчивость. Наиболее чувствительны к температуре белки, наименее — растительные жиры. Таким образом, максимально допустимая температура нагрева зерна обусловлена в основном термоустойчивостью его белкового комплекса.

Зернобобовые культуры наиболее чувствительны к температурному режиму сушки. Семена зернобобовых влажностью свыше 30 % уже при температуре 28...30 °С теряют свои посевные качества. Для сушки зернобобовых применяют обычно шахтные сушилки. Использовать барабанные зерносушилки не рекомендуется.

Зернобобовые культуры следует сушить при «мягких» режимах, не допуская снижения их влажности за один пропуск более чем на 3 %, поэтому при влажности семян 20 % и более для достижения кондиционной влажности (14...16 %) их нужно пропускать через сушилку два, три или четыре раза.

После каждого пропуска семена в течение 5...6 ч охлаждают. В это время влага внутри семян перераспределяется, перемещаясь из внутренних частей к поверхности, что предупреждает появление трещин.

В то же время многократные пропуски семян через зерносушилку сами по себе увеличивают их повреждаемость, поэтому для сушки семян зернобобовых часто применяют химический (сорбционный) способ. Сущность этого способа заключается в том, что химический сорбент (сульфат натрия, силикагель и т. п.), смешанный с влажным зерном, отнимает от него влагу, связывая ее. В качестве химического сорбента обычно используют сульфат натрия, 1 кг которого способен поглотить 1,27 кг воды. Высушенное этим способом зерно не растрескивается, не сморщивается и полностью сохраняет всхожесть.

Структура и химический состав семян злаковых культур позволяют применять более жесткие режимы сушки. За один пропуск через зерносушилку допускается удаление 6 % влаги. При необходимости дальнейшего понижения влажности зерно пропускают через зерносушилку повторно. Таким образом, зерно влажностью более 20 % для достижения кондиционной влажности (14 %) требует двух-трехкратного пропуска через зерносушилку.

Следует всегда помнить, что с увеличением влажности зерна температура его нагрева должна уменьшаться.

Режим сушки зерна зависит также от его качества. Например, при сушке пшеницы учитывают исходное качество клейковины. Сушка пшеницы со слабой клейковиной при повышен-

ной температуре приводит к улучшению ее качества. Пшеницу сильных, твердых и ценных сортов сушат при пониженных температурных режимах, чтобы максимально сохранить высокое качество зерна.

Наибольшей термоустойчивостью обладают семена масличных культур. Своеобразное строение и высокое содержание жиров позволяют сушить их при более высоких температурах.

Однако при жестких режимах сушки влажных и сырых семян возникает опасность растрескивания оболочек, что также ограничивает повышение температуры до определенного предела.

Семенное зерно сушат при более мягких режимах, снижая температуру на 5...8 °С по сравнению с предельной. Более мягкого температурного режима сушки требуют семена кукурузы, так как при высокой температуре в их зернах образуются внутренние трещины (приложение 3).

Зерно, зараженное вредителями, сушат при максимально допустимой температуре с выдержкой в сушильной камере в течение 20...30 мин.

Семена трав вследствие малых размеров и повышенной влажности обладают низкой скважистостью и в шахтных сушилках слипаются, образуя своды, поэтому перед сушкой их смешивают с зерном овса или ячменя, обладающими высокой скважистостью. Смесь должна содержать примерно 30 % семян трав и 70 % семян овса или ячменя. В барабанных сушилках семена трав можно сушить без примеси балластных семян.

При сушке зерна следует учитывать его зрелость и продолжительность хранения перед сушкой. Зерно недоразвитое, не полностью созревшее и не прошедшее периода послеуборочного дозревания обладает более низкой термостойкостью по сравнению с выполненным и спелым зерном.

Для правильной организации технологического процесса сушки зерна необходимо проводить партиями одинаковой начальной влажности. Сушить необходимо все зерно, влажность которого превышает критическую.

Перед сушкой зерна в шахтных сушилках оно должно быть обязательно очищено от сорных примесей. Чистота зерна после предварительной очистки должна составлять не менее 98...99 %, а соломистых примесей не должно быть более 0,5 %. Зерно, обрабатываемое на барабанных сушилках, также следует предварительно очищать.

КОНТРОЛЬ СУШКИ ЗЕРНА

Основное требование к технологическому процессу сушки заключается в том, чтобы просушенное зерно полностью сохраняло свои семенные или продовольственно-фуражные качества. Основные показатели качества семенного зерна — всхожесть и энергия

прорастания. Качество продовольственного зерна оценивается наличием трещин, содержанием и качеством клейковины, а также определяется по цвету и запаху.

Поскольку важнейшим показателем правильности технологического процесса сушки является температура нагрева зерна, то ее проверяют систематически. Температура не должна превышать предельно допустимые нормы. Другой важный показатель работы сушилок — съем влаги. С этой целью проверяют влажность зерна до и после сушки через каждые два часа. Данные всех наблюдений заносят в журнал учета работы зерносушилок.

Во время работы зерносушилки следует следить за тем, чтобы скорость сушки была одинаковой во всем объеме сушильной камеры. Допустимая неравномерность сушки $\pm 1 \%$, допустимая неравномерность нагрева зерна 3...4 °С.

Ухудшение качества зерна свидетельствует о нарушении одного из параметров процесса сушки вследствие неправильной регулировки или неисправности сушилки.

Появление поджаренных, подгорелых, морщинистых, вздутых или с лопнувшими оболочками зерен свидетельствует о повышенной температуре теплоносителя или о застое зерна в отдельных местах сушильной камеры вследствие засорения. Уменьшение содержания и ухудшение качества клейковины — следствие перегрева зерна в сушильной камере.

Запаривание зерна свидетельствует о низкой температуре теплоносителя или недостаточном его количестве.

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

Топка должна быть отрегулирована на полное сгорание топлива. Дым и копоть, образующиеся при неполном сгорании топлива, попадая в сушильную камеру, загрязняют зерно и придают ему посторонний запах.

Относительная влажность отработавшего теплоносителя должна быть 65...75 %, а температура зерна, вышедшего из охладительной камеры, не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 10...15 °С.

В практике зерносушения очень важен учет изменений массы партии зерна вследствие испарения влаги. Такой учет необходим потому, что потери массы зерна в результате сушки всегда больше, чем процент снижения влажности, так как меняется исходная величина, принимаемая за 100. Убыль массы, %:

$$X = \frac{100(a - \epsilon)}{100 - \epsilon}, \quad (1)$$

где a — влажность зерна до сушки, %; ϵ — влажность зерна после сушки, %.

Масса зерна после сушки, т:

$$P_2 = \frac{(100 - a)P_1}{100 - \epsilon}, \quad (2)$$

где P_1 — масса зерна до сушки, т.

Сушка зерна — достаточно дорогостоящая операция и требует больших материальных затрат на установку и обслуживание зерносушилок, поэтому установку сушилок на конкретном предприятии необходимо увязывать с месторасположением хозяйства.

В зависимости от средней многолетней влажности зерна по зонам рекомендуется несколько технологических вариантов.

1. В зоне избыточной уборочной влажности зерна (22 % и выше) зерно подвергают многократной сушке. В этом случаеточные линии комплектуют двумя зерносушилками и бункерами активного вентилирования.

2. В зоне уборочной влажности зерна в пределах 18...22 % агрегаты комплектуют одной зерносушилкой и бункерами активного вентилирования.

3. Хозяйства зоны низкой уборочной влажности (до 18 %) делят на две группы. При средней многолетней уборочной влажности зерна свыше 16 % необходимо также иметь одну зерносушилкую и бункера активного вентилирования.

Лабораторная работа № 9

Сушка зерновых масс

Цель работы. Ознакомиться с техникой и технологией сушки, учет массы зерна.

- По чертежам и схемам ознакомиться с типами зерносушилок.
- Рассмотреть и схематично изобразить схему движения зерна и агента сушки в сушилках различных типов. Заполнить таблицу.

Тип сушилки	Конструктивные и технологические особенности	Преимущества	Недостатки
Камерная			
Барабанная			
Шахтная			
Рециркуляционная			

- Привести данные о режимах сушки продовольственного и фуражного зерна различных культур.

Культура	Влажность зерна, %	Количество пропусков через сушилку	Номер пропуска	Температура, °C	
				зерна	агента сушки

- Выбрать режимы сушки семенного зерна различных культур.

Культура	Влажность зерна, %	Количество пропусков через сушилку	Номер пропуска	Температура, °C	
				зерна	агента сушки

Справка. Максимальный сьем влаги за первые пропуски семян пшеницы через зерносушилкую 4 %, за последний 6 %.

- Перечислить факторы, влияющие на термоустойчивость зерна и семян.

6. Описать возможные дефекты зерна при его сушке, причины возникновения дефектов, контроль за ходом сушки.

7. Решить задачу. На сушилке СЭШ-16 необходимо просушить 1000 т продовольственного ячменя, снизив влажность с 26 до 14 %. Работу сушилки планируется организовать по 20,5 ч в сутки на протяжении 20 дней. Рассчитайте объем работы сушилки в т/ч и плановых единицах, объем влаги (кг/ч), убыль массы зерна, определите требуемое количество топлива (для пересчета условного топлива в натуральное воспользуйтесь коэффициентом 0,7 для дизельного топлива и 0,85 — для природного газа).

По формуле (1) находим убыль массы зерна при сушке X .

По формуле (2) находим массу зерна после сушки P_2 .

Для перевода физической массы зерна M_{ϕ} в плановые тонны воспользуемся формулой

$$M_{пл} = M_{\phi} K_{\phi} K_{\kappa},$$

где K_{ϕ} , K_{κ} — коэффициенты пересчета массы зерна в плановые единицы в зависимости от влажности зерна соответственно до и после сушки и от культуры.

8. Опираясь на данные предыдущей задачи, определить, какое количество теплоносителя нужно подавать в час, чтобы обеспечить нормальную работу сушилки (объем влаги в час) при условии: температура наружного воздуха 10 °C, относительная влажность 80 %, температура отработанного воздуха 50 °C, относительная влажность 80 %.

Для решения поставленной задачи определить:
фактическую влаготдачу наружного воздуха;
фактическую влаготдачу отработанного воздуха;
удельную подачу воздуха в сушильную камеру.

9. В хозяйстве в полях севооборота занято под посевы: озимой пшеницы _____ га, ячменя _____ га, гороха _____ га, проса _____ га. Средняя урожайность составляет: озимой пшеницы _____ т/га, ячменя _____ т/га, проса _____ т/га. По данным ряда лет, зерновой материал по влажности распределяется следующим образом: озимая пшеница — 20 %, ячмень — 18 %, горох — 22 %, просо — 19 %. Определите плановый объем работы сушильного пункта и необходимое количество зерносушилок, приняв, что длительность уборочного периода равна 20 сут, а расчетное число часов работы сушилки в сутки 20,5.

- Задokumentировать сушку зерна.

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего применяют очистку зерна? 2. На каких признаках зерна основана его очистка? 3. Дайте характеристику стационарных и передвижных зерноочистительных машин. 4. Какие операции включает универсальная схема очистки семян? 5. Какие требования предъявляют к процессу очистки зерна? 6. Перечислите способы сушки зерна. 7. Какие требования предъявляют к зерносушилкам? 8. Как классифицируют зерносушилкую по режиму и особенностям работы? 9. Какие параметры определяют режим сушки зерна? 10. Назовите особенности сушки зерна в зависимости от его качества и целевого назначения.