

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СЕВЕРО-ОСЕТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ КОСТА ЛЕВАНОВИЧА ХЕТАГУРОВА

**ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ –
ОСНОВНОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ
ПИТАНИЯ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Владикавказ 2020

УДК 663/664
ББК 36.80
С21

Рекомендовано методическим советом
факультета химии, биологии и биотехнологии

Составитель: кандидат технических наук доцент кафедры
товароведения и технологии продуктов пита-
ния **И.К. Сатцаева**

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология продуктов общественного пита-
ния» ФГБОУ ВО СКГМИ (ГТУ) **Л.А. Витюк**;
кандидат технических наук доцент кафедры
товароведения и технологии продуктов пи-
тания ФГБОУ ВО СОГУ **А.В. Хмелевская**

Сатцаева И.К.

С21 Зерновые культуры – основное растительное сырье для
производства продуктов питания: учебное пособие / И.К. Сат-
цаева. – Владикавказ: Издательство ООО НПКП «МАВР»,
2020. – 66 с.

ISBN 978-5-6044030-2-0

Учебное пособие «Зерновые культуры – основное раститель-
ное сырье для производства продуктов питания» предназначено для
дополнительной самостоятельной подготовки студентов направле-
ния подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья
по соответствующим темам дисциплин профессионального блока;
состоит из семи глав, в которых в логической последовательности
представлен материал.

ISBN 978-5-6044030-2-0



9 785604 403020

ББК 36.80

© Издательство ООО НПКП «МАВР», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Глава 1. Факторы, влияющие на качество и сохранность растениеводческой продукции.....	7
1.1. Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства при хранении.....	7
1.2. Факторы, влияющие на сохранность продукции растениеводства при хранении.....	12
Глава 2. Научные принципы хранения и консервирования растениеводческой продукции.....	17
2.1. Биоз.....	17
2.2. Анабиоз.....	18
2.3. Ценоанабиоз.....	20
2.4. Абиоз.....	21
Глава 3. Характеристика зерна и семян.....	23
3.1. Анатомическое строение зерновых культур.....	23
3.2. Химический состав различных видов зерна.....	26
3.3. Классификация по химическому составу.....	27
3.4. Характеристика углеводов зерна.....	28
3.5. Характеристика белков зерна и семян.....	29
3.6. Характеристика жиров (липидов) зерна и семян.....	30
Глава 4. Физические свойства зерновой массы.....	31
4.1. Сыпучесть.....	31
4.2. Самосортирование.....	32
4.3. Скважистость.....	32
4.4. Сорбционные свойства.....	34
4.5. Теплофизические свойства.....	35
Глава 5. Физиологические процессы, происходящие в зерновой массе при хранении.....	37
5.1. Дыхание зерна и семян.....	37
5.2. Факторы, влияющие на интенсивность дыхания.....	38
5.3. Самосогревание.....	40
5.4. Прорастание.....	41
5.5. Послеуборочное дозревание.....	42
Глава 6. Характеристика микрофлоры зерновых масс.....	44
6.1. Сапрофитные микроорганизмы.....	45
6.2. Фитопатогенные микроорганизмы.....	46
6.3. Патогенные человека и животных микроорганизмы...	47

6.4. Снижение посевных и товарных качеств зерна.....	48
Глава 7. Мероприятия, повышающие устойчивость зерновых масс при хранении.....	50
7.1. Очистка зерновых масс.....	51
7.2. Принципы сепарирования зерновой смеси.....	52
7.3. Сушка зерна и семян.....	53
7.4. Режимы сушки зерна и семян.....	54
7.5. Активное вентилирование.....	56
Вопросы для самоподготовки.....	57
Список рекомендуемой литературы.....	61

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы в аграрной политике России произошли серьезные изменения, благодаря тому, что сельское хозяйство отнесено к приоритетным отраслям. Сельское хозяйство является неотъемлемой основой агропромышленного комплекса государства. В аграрной сфере удалось переломить ситуацию к лучшему, обеспечивающий заметный рост производства продукции. Заметно активизировался инвестиционный процесс, также набирает обороты техническое перевооружение сельского хозяйства.

Учебное пособие ***«Зерновые культуры – основное растительное сырьё для производства продуктов питания»*** составлено для дополнительной самостоятельной подготовки студентов направления подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья по соответствующим темам дисциплин профессионального блока и состоит из семи глав, в которых представлен материал в логической последовательности.

В главе 1 приведено множество факторов, различных по силе, характеру и длительности, влияющих на качество и сохранность растениеводческой продукции, носящих субъективный и объективный характеры.

Глава 2 посвящена научным принципам частичного или полного подавления происходящих в растениеводческой продукции при ее хранении или консервировании биологических процессов. Выделяется, согласно классификации Никитинского, четыре научных принципа хранения сельскохозяйственных продуктов: биоз, анабиоз, ценоанабиоз и абиоз.

В главе 3 описывается характеристика зерна и семян: анатомическое строение зерновых культур; химический состав различных видов зерна. Приводится классификация по химическому составу зерна и семян.

В главе 4 рассматриваются физические свойства зерновой массы, такие как: сыпучесть, самосортирование, скважистость, сорбционные и теплофизические свойства.

В пятой главе раскрываются физиологические процессы, происходящие в зерновой массе при хранении; факторы, влияющие на интенсивность дыхания зерна; явления самосогревания и прорастания; условия, обеспечивающие послеуборочное созревание

в зерне и семенах и проводящие к улучшению их технологических свойств.

В шестой главе описывается характеристика микрофлоры зерновых масс: сапрофитные, фитопатогенные и патогенные для человека и животных микроорганизмы.

В заключительной главе 7 приводятся мероприятия, повышающие устойчивость зерновых масс при хранении.

К каждой главе сформулированы вопросы для самоподготовки, а также приведен список рекомендованной литературы.

ГЛАВА 1. Факторы, влияющие на качество и сохранность растениеводческой продукции

1.1. Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства при хранении

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

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

Эти факторы различны. Их можно сгруппировать в семь этапов.

1. Посевной материал – влияющие факторы на данном этапе: вид, сорт, репродукция, подготовка семян к посеву (очистка, обеззараживание и пр.), класс семян в соответствии со стандартом. Хороший посевной материал обеспечивает дружные всходы, одновременный рост и развитие растений, налив и созревание зерна, образование и развитие плодов, клубнеплодов, корнеплодов, луковиц. Посев семенами низких кондиций вызывает сдвиг развития отдельных растений и может служить причиной большой

разнокачественности выращенного урожая и пониженной его стойкости при хранении. От сорта культуры зависят физические свойства, физиологическая активность ее партий, потребительские достоинства продуктов переработки. Многие сорта характеризуются различной устойчивостью при хранении. Размещение партий продукции в хранилищах, расчеты за продукцию проводят с учетом качества, сортовых особенностей и целевого назначения.

2. Условия выращивания – географическое положение, почва, предшественники, удобрения, орошение, болезни и вредители во время выращивания, метеорологические условия года, состояние техники во время уборки и др. Почвенно-климатические условия, в которых развиваются растения, определяют размер урожая, химический состав и качество получаемой продукции. Например, выпадение осадков в предуборочный и уборочный периоды приводит к увлажнению зерна. В этом случае оно без соответствующей доработки будет нестойким при хранении. Ранние заморозки или засушливая погода в период налива зерна вызывают образование дефектного зерна (морозобойного, щуплого) с пониженными показателями качества и неустойчивостью при хранении. Повреждение растений во время выращивания полевыми вредителями также снижает урожай и ухудшает его качество. Попадание в партии убираемой продукции различных растительных остатков, а иногда и вредных примесей требует срочной очистки и сортировки этих партий, а также отдельного их размещения. Иногда в период развития растений на них развиваются фитопатогенные микроорганизмы, вызывая различные болезни растений. Все это ограничивает использование продукции по прямому назначению и снижает срок ее хранения.

3. Условия уборки – сроки и способы уборки, состояние техники и погодные условия во время уборки, урожайность и назначение убираемой продукции. Погодные условия существенно влияют на качество продукции, подлежащей хранению. Например, в дождливую погоду во время уборки зерно увлажняется, теряет свой естественный цвет (обесцвечивается), в нем усиливаются физиолого-биохимические процессы и жизнедеятельность микроорганизмов, что может привести к ухудшению качества зерновой массы при хранении, способствовать возникновению самосогревания. Еще 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. Этот фактор сохранности касается в большей степени сочной продукции.

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

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

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

5. Первичная доработка, обработка – своевременность, вид и способ доработки или обработки, состояние и типы машин, технологические схемы и режимы технологических операций. Например, стойкость зерна при хранении в значительной степени зависит от тех условий, в которых оно находилось до момента поступления в хранилище. Состояние поступающего зерна

ухудшается, если после уборки его не дорабатывают на токах, а хранят в открытых, не защищенных от внешних условий местах. Зерно при этом может увлажняться и даже прорасти. В зерновую массу проникают вредители хлебных 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. Избежать необоснованных потерь полученного урожая позволит: правильная подготовка продукции к длительному хранению, а хранилища – к приему нового урожая, применение на практике современных способов хранения; использование оптимальных режимов хранения каждого вида продукции и грамотное управление ими; своевременный контроль и уход за хранящейся продукцией.

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

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

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

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

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

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

Огромный вред хранящейся продукции наносит самосогревание. Под 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 для переработки.

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

хранения особенно вредно. Это относится также и к вредителям продовольственных запасов. Бороться 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.

1.2. Факторы, влияющие на сохранность продукции растениеводства при хранении

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

- 1) биотические факторы;
- 2) абиотические факторы.

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

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

Наиболее действенным абиотическим фактором является температура, поддерживаемая при хранении продукции. Она оказывает решающее влияние на величину естественной убыли и

активируемые потери продукции. Пределы оптимальных значений температуры для хранения плодов и овощей находятся между точкой замерзания и температурами, ускоряющими их старение и отмирание. Для большинства видов растительной продукции это температуры, близкие к 0 °С, при которых замедляются все биологические процессы.

Большое влияние на сохранность продукции оказывает также относительная влажность воздуха (ОВВ) в хранилище. Для плодовоовощной продукции она должна быть достаточно высокой (80 - 95 %), чтобы предотвратить ее увядание и потерю тургора. Зерно и семена необходимо хранить при относительной влажности воздуха, не превышающей 70 %, чтобы предотвратить сорбцию (поглощение) водяных паров из воздуха и увлажнение зернопродукции так как при этом значительно снижается ее устойчивость при хранении.

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

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

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

Величину потерь и в целом сохранность растениеводческой продукции при хранении определяют, главным образом, биотические факторы, так как именно они обуславливают

интенсивность и направленность процессов жизнедеятельности. Основными из группы биотических факторов, влияющих на сохранность продукции, являются следующие:

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

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

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

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

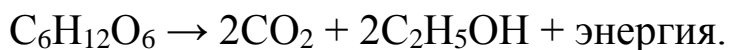
Процесс аэробного дыхания заключается в окислении моносахаров (глюкозы) кислородом воздуха и сопровождается потерей массы растительного объекта, повышением влажности, выделением большого количества тепла и изменением газового состава окружающего воздуха:



Потери массы при дыхании хранящейся растительной продукции могут достигать значительных размеров, если режимы

хранения далеки от оптимальных. Выделяющиеся при этом тепло и влага могут быть причиной дальнейшего усиления процесса дыхания. Это происходит при плохой вентиляции хранящейся продукции.

Интенсивность дыхания у различной продукции неодинакова: низкая – у сухого зерна, более высокая – у плодов и овощей, так как это сочная продукция с большим содержанием свободной воды. Особенно возрастает интенсивность дыхания при механических повреждениях и микробиологических заболеваниях. Она зависит от содержания свободной воды в продукции. Так, в сыром зерне с влажностью более 17 % интенсивность дыхания возрастает в 20 - 30 раз по сравнению с сухим зерном, имеющим влажность ниже 14 %. Важным фактором, влияющим на интенсивность дыхания, является температура. В определенном интервале повышение температуры на 10 °С приводит к увеличению интенсивности дыхания в 2 - 3 раза. На интенсивность дыхания также большое влияние оказывает газовый состав воздуха. Повышенные концентрации углекислого газа и пониженные концентрации кислорода сильно тормозят аэробное дыхание растительной продукции. При снижении концентрации кислорода до 2 % и менее растительные организмы переходят на анаэробное дыхание:



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

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

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

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

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

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

ГЛАВА 2. Научные принципы хранения и консервирования растениеводческой продукции

В основе всех способов хранения или консервирования продукции, применяемых в практике, лежат принципы частичного или полного подавления происходящих в них биологических процессов (биотических факторов, влияющих на сохранность). Профессор Я. Я. Никитинский систематизировал эти принципы, дал им полную характеристику. Согласно классификации Никитинского, выделяется четыре научных принципа хранения сельскохозяйственных продуктов: *био*з, *ана*био*з*, *ценоана*био*з* и *а*био*з*.

2.1. Биоз

Биоз (от греч. *bios* – жизнь) – сохранение растениеводческой продукции на основе защитных свойств самой продукции. Растения и плоды сельскохозяйственных культур представляют собой сложные многоклеточные организмы, обладающие устойчивостью (иммунитетом) к воздействию других живых существ, а также неблагоприятных факторов окружающей среды. Принцип **био**за представлен двумя видами: *эубиоз* и *гемибиоз*.

Эубиоз, т. е. полный (истинный) био*з*, предполагает сохранение продукции без какого бы то ни было нарушения ее целостности или отделения плодов от растения до момента использования. Так сохраняют цветы в фазе бутонизации до их срезки, готовую к высадке на постоянное место рассаду, овощи, ягоды и цветы, полученные путем выгонки растений в несезонное для них время. Часто в поле капусту белокочанную позднеспелых сортов до срезки кочанов подвергают воздействию низких температур (от 0 до -2 °С и кратковременно – до -4...-5 °С), способствующих накоплению в листьях большого количества сахаров, повышающих ее технологическую ценность при квашении.

Гемибиоз – полубиоз, частичный био*з*, основывается на защитных свойствах, устойчивости плодов (зерновок, семян, клубней, корней, корнеплодов, луковиц, ягод и т. д.), отделенных от растений при уборке. При этом сохранность продукции зависит от особенностей и условий ее хранения. Зная защитные свойства

продуктов, их хранение организуют в пределах безопасных сроков. Это важный и эффективный принцип сохранения продукции.

2.2. Анабиоз

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

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

Психроанабиоз – хранение в охлажденном состоянии. Продукция остается охлажденной, если температура ее ниже 10 °С, но не ниже 0 °С, т. е. заморозание ее исключается. Применяют для сохранения зерна, семян, картофеля, овощей, плодов, ягод. Для охлаждения продукции широко используют суточные (в ночные часы) и сезонные (осень, зима) понижения температуры воздуха, а также холодильные установки в хранилищах.

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

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

ниже критического уровня является недоступным для микроорганизмов, и такие семена сохраняются с минимальными потерями.

Осмоанабиоз – сохранение продукции при повышенном давлении в ней. Процессы жизнедеятельности в клетках продукта и микроорганизмов происходят при определенном давлении в них. Значительное повышение этого давления вызывает плазмолиз клеток (обезвоживание), подавляет биологические процессы и исключает нежелательное развитие микробов. Достигается это введением в продукты преимущественно сахара и соли. Для подавления дрожжей, находящихся в ягодах, берут не менее 60 % сахара от массы продукта (приготовление варенья). При солении овощей и квашении капусты соли берут значительно меньше (2–3 %). Соль подавляет гнилостные микроорганизмы и не ограничивает развитие молочнокислых бактерий.

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

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

Для консервирования влажного зерна, предназначенного на кормовые цели, применяют низкомолекулярные карбоновые кислоты, прежде всего, пропионовую, муравьиную, уксусную, взятые отдельно или в смеси (препарат КНМК – концентрат низкомолекулярных кислот) в концентрации около 2 % от массы продукции. В сельском хозяйстве для консервирования зеленой массы трудносилосующихся или несилосующихся растений используют препараты, состоящие из соляной и серной кислот (например, К-2, АА3), а также антраниловую и сорбиновую кислоты.

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

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

2.3. Ценоанабиоз

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

Для создания определенной направленности микробиологических процессов нередко в продукт вводят чистую культуру или накопленную массу («закваску») нужных микробов.

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

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

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

При квашении овощей, мочении плодов часто эти два вида брожения протекают одновременно, что способствует получению продуктов с высокими вкусовыми качествами.

2.4. Абиоз

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

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

Химабиоз (химстерилизация) – обработка продукции химическими веществами, убивающими микроорганизмы (антисептиками) и насекомых (инсектицидами). При производстве плодоовощных консервов широко используют сернистую кислоту. Свежие фрукты обрабатывают сернистым ангидридом. Этот прием называют сульфитацией. Многие плоды и ягоды консервируют сорбиновой кислотой, применяют бензойно-натриевую соль.

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

Лучевая стерилизация – уничтожение в продукции микроорганизмов и насекомых ультрафиолетовыми,

инфракрасными и γ -лучами. Применяется для обработки крупных партий товарного зерна, скоропортящейся продукции; дает хороший стерилизующий эффект без изменения пищевых и вкусовых достоинств продукции.

Механическая стерилизация основана на удалении из продукции микроорганизмов при помощи фильтрования или центрифугирования.

Применяется в консервной промышленности при производстве плодово-ягодных соков.

ГЛАВА 3. Характеристика зерна и семян

3.1. Анатомическое строение зерновых культур

Зерновые и бобовые культуры классифицируют по целевому назначению, химическому составу, ботаническим признакам.

По целевому назначению зерновые и культуры делят на продовольственные (мукомольные и крупяные), фуражные и технические. К продовольственным относят пшеницу, рожь, крупяные культуры (гречиха, просо, рис и др.); к фуражным – ячмень, овес и кукурузу; к техническим – ячмень пивоваренный, сою, рожь и овес для переработки на солод. Целевая классификация в определенной мере носит условный характер, и ее применяют лишь для правильного распределения зерна и семян в зависимости от потребительских свойств.

По ботаническим признакам зерновые и бобовые делят на однодольные (злаковые и гречиха) и двудольные (бобовые). Цветы ржи, пшеницы, ячменя собраны в соцветие – сложный колос. Соцветие проса, овса, риса, сорго – метелка, колоски в которой расположены на ответвлениях от основного стержня. Особое строение соцветия характерно для кукурузы, у которой цветы раздельнополые. Плодоносящим соцветием кукурузы является початок.

Плод хлебных злаков – зерновку – обычно называют зерном. Зерно хлебных злаков состоит из оболочек, эндосперма (ядра) и зародыша. Различают голозерные культуры (пшеница, тритикале, рожь, кукуруза), при обмолоте которых цветочные пленки остаются на колосе или початке, а зерно покрыто плодовыми оболочками, и пленчатые (просо, рис, овес, ячмень), у которых при обмолоте цветочные пленки остаются на зерне поверх плодовых оболочек.

Зерна пшеничных и просовидных хлебных злаков отличаются по форме, строению и характеру прорастания.

У типичных хлебных злаков зерна удлиненной, овальной, бочковидной или веретеновидной формы. Вдоль нижней стороны зерна, которую называют брюшком, проходит бороздка, углубляющаяся внутрь зерна. На остром конце выпуклой верхней стороны зерна, так называемой стенки, расположен хорошо заметный зародыш, а противоположный тупой конец покрыт одноклеточными волосками – бородкой.

Зерна типичных злаков прорастают одновременно несколькими корешками. Зерно просовидных злаков бывает различной формы – удлинённой (зерно риса), округлой, почти шаровидной (просо, сорго), неправильной (кукуруза). Зародыш расположен в нижней части зерна. Зерно просовидных злаков не имеет ни бороздки, ни бородки; прорастает оно одним корешком.

По времени посева и стадиям развития пшеницу, рожь, ячмень подразделяют на яровые и озимые. Первые высевают весной, вторые – осенью. Для остальных культур основная форма яровая.

Зерно злаков и других культур состоит из неодинаковых по структуре и составу образующих его тканей. Различные анатомические части (ткани) зерна, содержащиеся в большем или меньшем количестве в получаемых из зерна продуктах, придают им различные биохимические, физико-химические свойства и более высокие или низкие потребительские свойства.

Одноименные ткани в зерне разных культур имеют много общего, но не являются идентичными по составу и свойствам.

Оболочки защищают семя от воздействия внешней среды. Их делят на плодовую (околоплодную) и семенную. Плодовая оболочка состоит из трех слоев клеток: продольного, поперечного и трубчатого. Семенная оболочка (перисперм) также состоит из трех слоев клеток: первый слой – из прозрачных клеток; второй, называемый пигментом – из красящих веществ, придающих окраску всему зерну; третий (гиаминовый) – из непрозрачных набухших клеток. Цветочные пленки (у пленчатых культур) состоят из полых клеток, с очень грубыми одревесневевшими стенками. В состав цветочных пленок входят одревесневевшая клетчатка, сильно инкрустированная минеральными веществами и лигнином, большое количество пентозанов, немного Сахаров и азотистых веществ.

Из-за высокого содержания клетчатки, гемицеллюлоз и красящих веществ плодовые и семенные оболочки снижают потребительские свойства муки и крупы, ухудшают их цвет, консистенцию и уменьшают пищевую ценность. При изготовлении этих продуктов оболочки полностью или частично удаляют.

Эндосперм (мучнистое ядро) содержит запасные питательные вещества, необходимые для развития из зародыша молодого растения. В нем различают периферический слой, прилегающий к семенной оболочке и состоящий из резко очерченных, крупных клеток с сильно утолщенными стенками. Этот слой называют

алеЙроновым. Клетки алеЙронового слоя наполнены белковыми веществами и богаты жиром. АлеЙроновый слой у одних культур (пшеница, рожь, овес) состоит из одного ряда клеток, у других (ячмень) - из нескольких.

АлеЙроновый слой эндосперма составляет в среднем от 6 (просо) до 13% (ячмень, овес) массы зерна. В нем содержится много белков – 36-45%, сахаров – 6-8%, жиров – 8-9,5%, минеральных веществ – 11-14%, а также основная часть находящегося в зерне витамина РР. Наряду с веществами, имеющими большую питательную ценность, в алеЙроновом слое содержится значительное количество клетчатки (7-10%) и пентозанов (15-17%), которые не только снижают пищевую ценность этой части зерна, но и затрудняют усвоение содержащихся в ней белков, сахаров, жиров. При переработке зерна этот слой обычно также удаляют вместе с оболочкой.

Расположенные под алеЙроновым слоем крупные тонкостенные клетки разнообразной формы занимают всю внутреннюю часть эндосперма. Эти клетки заполнены крахмальными зёрнами различной величины, в промежутках между ними находятся белковые вещества.

Мучнистое ядро различных культур обычно содержит крахмала 75-80 %, белков – 12-15 %, сахаров – 2-9 %, пентозанов – 1,5-2 %, жиров до 1%, минеральных веществ – 0,3-0,4 %, клетчатки – 0,1-0,18 %. Поэтому для продуктов, состоящих из эндосперма (мука высших сортов, манная крупа, полированный рис и др.), характерны высокая усвояемость и питательность. Однако малое содержание в собственно эндосперме витаминов и полезных минеральных веществ снижает биологическую ценность получаемых из него пищевых продуктов. Мучнистое ядро составляет в среднем от 51 % (овес) до 84 % (пшеница) массы зерна.

Зародыш состоит из живых клеток, содержащих протоплазму (цитоплазму и ядро), имеющих мягкую консистенцию и окрашенных каротиноидами в желтый цвет. В составе зародыша много белков (35-40 %), жиров (15-35 %), сахаров (3-25 %), минеральных веществ (5-10 %), витаминов, ферментов. Крахмал в нем отсутствует (за исключением кукурузы – 3 %), а клетчатки в нем намного меньше, чем в оболочках. На долю зародыша приходится в среднем 2-3 % массы зерна. Несмотря на высокую пищевую ценность зародыша, при переработке в муку и крупу его стремятся

удалить, так как он трудно поддается измельчению, а содержащийся в нем в большом количестве жиры ускоряют порчу муки и крупы при хранении. Содержимое зародыша, как и содержание оболочки, влияет на выход готовой продукции.

На пищевые цели используют лишь зародыш пшеницы (для получения специальных сортов хлеба и витамина Е) и кукурузы (для получения масла).

Особенно неравномерно в тканях зерна распределены клетчатка, крахмал и зольные элементы. Такое распределение основных пищевых веществ в различных анатомических частях зерна существенно влияет на их содержание в продуктах переработки (мука, крупа). Эти особенности состава анатомических частей зерна широко используются при стандартизации продуктов его переработки, при расчете выходов готовой продукции и организации технологических процессов. Количественное соотношение и состав отдельных частей зерна, как и состав зерна в целом, не являются строго постоянными и могут изменяться в сравнительно широких пределах в зависимости от различных факторов.

3.2. Химический состав различных видов зерна

Для характеристики свойств и качества каждой культуры особенно важное значение имеет их химический состав. Средний химический состав различных видов зерна не одинаков по содержанию белков, углеводов, жиров, минеральных веществ и витаминов (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав различных видов зерна

Вид зерна	Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Клетчатка	Зола
1	2	3	4	5	6	7
Пшеница мягкая	14,0	12,0	1,7	68,7	2,0	1,6
Пшеница твердая	14,0	13,8	1,8	66,6	2,1	1,7
Рожь	14,0	11,0	1,7	69,0	1,9	1,8
Ячмень	14,0	10,5	2,1	66,4	4,5	2,5

1	2	3	4	5	6	7
Кукуруза	14,0	10,0	4,6	67,9	2,2	1,3
Овес	12,8	10,2	5,3	5,7	10,0	3,0
Рис	12,0	6,7	1,9	63,8	10,4	5,2
Просо	12,5	10,6	3,4	61,1	8,1	3,8
Гречиха	13,3	14,4	2,7	58,8	11,4	2,4
Фасоль	14,0	23,2	2,1	53,8	3,6	3,3
Соя	10,0	36,5	17,5	26,0	4,5	5,5

3.3. Классификация по химическому составу

Полезные свойства зерна и семян различных культур, возможность и целесообразность использования их на те или иные цели, а также их сохранность определяются, прежде всего, особенностями их химического состава. По химическому составу зерно и семена разделяют на три группы согласно принятой классификации:

- богатые углеводами (зерно злаковых культур и плоды гречихи; в пересчете на сухое вещество они содержат в среднем 70-80 % углеводов, основную часть которых составляет крахмал, 10-16 % белков и 2-5 % жиров);
- богатые белками (семена бобовых культур; они содержат в среднем 25-30 % белков, 60-65 % углеводов при малом количестве жира (2-4 %), за исключением сои);
- богатые жирами (семена масличных культур; они содержат в среднем 25-50 % жиров и 20-40 % белков при незначительном количестве углеводов).

В зерне небольшую часть занимает вода и зольные элементы, основное же место принадлежит органическим соединениям - углеводам и азотистым веществам, а в отдельных случаях и жирам. Кроме того, в зерне находятся ферменты, витамины и некоторые другие вещества (пигменты, кислоты).

Сухое, нормально вызревшее зерно содержит 12-14 % воды. Влага находится в зерне в связанном состоянии. В недозрелом или убранном при неблагоприятных метеорологических условиях зерне количество воды достигает 17-19 % и более. При содержании влаги

свыше 17 % появляется свободная вода, что способствует повышению активности биохимических процессов и развитию микроорганизмов и поэтому значительно ухудшает сохраняемость зерна.

3.4. Характеристика углеводов зерна

Углеводы занимают первое место по количеству среди органических веществ зерна. Общее содержание углеводов в зерне составляет от 55 % (горох) до 65 % (пшеница, просо и др.). Исключением является соя, содержащая около 15 % углеводов.

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

Сахара в нормальном зерне представлены преимущественно *сахарозой* или отчасти *редуцирующими сахарами* – *глюкозой* и *фруктозой*. В зерне находятся также *рафиноза* и так называемые *левулезаны*. Содержание сахаров в зерне составляет 1-6 %, из них редуцирующих всего 0,1-0,8 %.

Сахароза, глюкоза и фруктоза являются веществами очень ценными в питании. Они необходимы для процессов брожения теста, оказывают влияние на окраску корки хлеба, вкусовые свойства и консистенцию изделий из крупы и муки.

Клетчатка находится преимущественно в оболочках зерна. В зерне голозерных культур ее содержание составляет 2-3 %, в пленчатом зерне – до 8-10 %

Гемицеллюлозы достигают 7-9 % в зерне пшеницы и ржи, 10-13 % – в зерне пленчатых культур. Они содержатся в основном в оболочках зерна, большую часть их составляют пентозаны.

3.5. Характеристика белков зерна и семян

Белки относятся к азотистым веществам. Они делятся на простые белки (протеины) и сложные (протеиды). Протеины представлены всеми основными группами: *альбуминами*, *глобулинами*, *проламинами* и *глютелинами*. Все эти белки характеризуются неодинаковой биологической ценностью, так как отличаются разнообразным аминокислотным составом. Этим и объясняется различная технологическая и пищевая ценность зерна и семян отдельных культур. *Альбумины* – полноценные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты: валин, лизин, левдин, изолейцин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин. Они присутствуют в зерне хлебных злаков в ограниченных количествах. *Глобулины* – другая группа полноценных белков, представлена более широко. Их много в семенах масличных и бобовых культур, что и определяет высокую биологическую ценность последних. *Проламины* и *глютелины* имеют меньшую биологическую ценность, так как в них очень мало незаменимых аминокислот. Эти белки преобладают в зерне злаков. Высокую технологическую ценность имеют белки пшеницы: *глюадин* и *глютенин*, образующие при замесе теста упругий и пластичный гель – клейковину, обеспечивающую хорошую формоустойчивость пшеничного хлеба.

Белки составляют от 10 % до 14 % в зерне хлебных злаков.

Физико-химические свойства белков зерна разных культур неодинаковы, чем в значительной мере и определяется товароведно-технологическое различие получаемых из них продуктов. Особенно существенны различия способность белков к набуханию, образованию связного теста, пептизации, а также условия и скорость их тепловой денатурации. Так, белки ржи наиболее способны к неограниченному набуханию, пептизации и образованию вязкой неэластичной массы, белки пшеницы – в основном гидрофильные водонерастворимые, при набухании образующие эластичную, хорошо растяжимую клейковину, а белки овса, риса, проса, кукурузы – в основном нерастворимые, слабонабухающие и необразующие эластичной связной массы (теста).

3.6. Характеристика жиров (липидов) зерна и семян

Растительные жиры (масла) по консистенции жидкие, так как состоят главным образом из непредельных кислот жирного ряда: *олеиновой, линолевой и линоленовой*, соответственно с одной, двумя или тремя двойными связями. В зависимости от соотношения глицеридов этих кислот резко меняются свойства жира и возможности его использования. В связи с этим растительные масла классифицируют на следующие группы:

- 1) **высыхающие** (льняное масло) – быстро высыхают, поэтому используются для получения натуральной олифы и лаков, дающих устойчивые пленки-покрытия;
- 2) **полувсыхающие** (подсолнечное, соевое) – значительно слабее высыхают, имеют высокую пищевую ценность, содержатся в зерне злаков (преимущественно в зародыше);
- 3) **невысыхающие** (оливковое, рапсовое, арахисовое, касторовое из клещевины) – не способны высыхать, используются в технике, медицине и на пищевые цели.

Жиры (масло) находятся в зерне злаков, бобовых и в гречихе в небольшом количестве – от 2 % до 6,2 %. Только семена сои содержат более 17 % жиров. Жиры зерна характеризуются высоким содержанием (более 75 %) ненасыщенных жирных кислот и по этой причине легко окисляются. Окисление жиров является причиной прогоркания муки и других зерновых продуктов.

В зерне содержатся также **витамины**. Преобладают *водорастворимые витамины – тиамин, рибофлавин, пиродоксин, пантотеновая кислота и ниацин*. Из *жирорастворимых витаминов* зерно содержит в значительном количестве *токоферолы* и небольшое количество *β -каротина*.

Зольные элементы содержатся в зерне пшеницы, ржи и кукурузы в количестве 1,2-1,7 %, в зерне бобовых – 2,8-5 % и в зерне пленчатых культур – 2,4-3,9 %. В зерне находятся как *макроэлементы (фосфор, кальций, калий, натрий, магний, железо и др.)*, так и *микроэлементы (марганец, медь, селен, йод и др.)*. *Макро- и микроэлементы* зерна имеют большое значение в питании человека.

ГЛАВА 4. Физические свойства зерновой массы

4.1. Сыпучесть

Зерновая масса представляет собой совокупность большого количества частиц различной формы и размеров. Она обладает высокой подвижностью, способна скользить и скатываться по наклонной поверхности, заполнять хранилища и емкости различной конфигурации. Это свойство зерновых масс называют сыпучестью. **Сыпучесть** характеризуется *углом трения* зерна о поверхность какого-либо материала.

Угол трения – это наименьший угол, при котором зерно начинает самотеком двигаться по наклонной плоскости. При скольжении зерна по зерну его называют углом естественного откоса или углом ската (т.е. угол между диаметром основания и образующей конуса, получающегося при свободном падении зерновой массы на горизонтальную плоскость).

Угол трения зерна учитывают при устройстве самотечных труб, в зерноочистительных машинах, сушилках и т.д. Угол естественного откоса имеет значение в агрономической практике, при сооружении токовых площадок, складских помещений.

Чем меньше угол естественного откоса, тем выше сыпучесть.

Известны зерна и семена, имеющие округлую форму и гладкую поверхность (просо, горох, вика, соя). Если в дополнение к этому семена имеют крайне незначительные размеры (клевер, горчица, рыжик), то применяют термин текучесть. Зерна, имеющие продолговатую форму, менее сыпучи.

С увеличением влажности сыпучесть зерновой массы уменьшается. При влажности выше 34-38 % зерновая масса быстро слеживается, т.е. утрачивает сыпучесть.

Находящиеся в зерновой массе примеси в большинстве случаев также снижают сыпучесть, поэтому влажность и засоренность учитывают при определении фактической производительности зерноочистительных машин, так как они уменьшают их пропускную способность.

Сыпучесть зерновых масс широко используют при их обработке и переработке. Зерновые массы легко перемещаются при помощи транспортеров, пневмотранспортных устройств и других механизмов. Современные сооружения, в том числе в хозяйствах,

проектируют в несколько этажей. Поднятая на верхний этаж зерновая масса самотеком спускается вниз, проходит через различные машины, обрабатывается на них. Самотек также позволяет существенно упростить загрузку и выгрузку хранилищ и транспортных средств.

4.2. Самосортирование

Хорошая сыпучесть, а также сложный и неоднородный состав зерновой массы приводят к тому, что при перемешивании и пересыпании в ней образуются слои и участки, состоящие из компонентов с близкими характеристиками. Так, при загрузке транспортных средств, выгрузке в насыпь тяжелые зерна и минеральная примесь падают быстрее и находятся в месте ссыпания, а легковесные компоненты (щуплое, колотое зерно, семена сорняков, органическая примесь) опускаются медленнее и отбрасываются вихревыми движениями воздуха к бортам кузова, периферии насыпи или скатываются по поверхности конуса к его основанию.

По этой причине периферийные участки насыпи зерна содержат больше щуплых зерен, семян сорных растений и органического сора. Именно эти слои определяют сохранность всей зерновой массы, так как они обладают повышенной биологической активностью. Это обстоятельство учитывают при оценке качества зерна и семян: минимум 80 % точечных проб отбирают с периферийной части насыпи.

Самосортирование используют для направленного разделения зерновой массы на фракции разного качества. На этом свойстве основана работа пневмосортировальных и отражательных машин, применяемых в хозяйствах.

4.3. Скважистость

Между видимыми компонентами зерновой массы всегда имеются промежутки (межзерновые или межсеменные пространства), заполненные воздухом. Суммарный объем этих межзерновых пространств называют **скважистостью**. Чаще всего она выражается в процентах от общего объема зерновой массы, реже – в долях единицы. Обратная величина **скважистости** называется

плотностью укладки; она показывает, какая часть зерновой массы занята твердыми частицами (компонентами). В совокупности межзерновые пространства образуют в зерновой массе густую сеть различных по форме и размерам каналов, по которым перемещается воздух.

Скважистость зерновой (семенной) массы зависит, прежде всего, от формы, величины и состояния поверхности зерна.

Крупные примеси увеличивают скважистость, а мелкие – уменьшают ее, так как размещаются между зернами основной культуры. С увеличением влажности зерна и семян скважистость их возрастает, хотя и незначительно.

Скважистость имеет большое физиологическое значение, так как запас воздуха в межзерновых пространствах обеспечивает нормальную жизнедеятельность, в частности, семенного материала.

Благодаря сети каналов воздух циркулирует в зерновой массе, переносит выделяющиеся тепло и пары воды. Это обстоятельство используют при вентилировании, сушке, а также газации зерновых масс.

Однако при организации послеуборочной обработки и хранения зерна следует учитывать не только величину скважистости, но и ее структуру. Чем мельче семена, тем меньше размеры межзерновых пространств и каналов, соединяющих их. Следовательно, при активном вентилировании или сушке увеличивается аэродинамическое сопротивление зерновых насыпей воздушному потоку. Например, у пшеницы, проса и гороха скважистость практически одинакова – около 40 %. Если принять величину аэродинамического сопротивления насыпи гороха за единицу, то сопротивление насыпи пшеницы будет в 2 раза выше, а проса – в 4 раза. Поэтому при вентилировании мелкосемянных культур уменьшают высоту насыпи (уменьшают тару) или используют более высоконапорные вентиляторы.

Вследствие самосортирования скважистость в различных участках зерновой массы неодинакова. Это приводит к неравномерному распределению воздуха по профилю насыпи, образованию застойных зон, не продуваемых при активном вентилировании.

4.4. Сорбционные свойства

Сорбция – поглощение твердым телом или жидкостью каких-либо веществ из окружающей среды. Поглощающее тело называется сорбентом. Зерновые массы интенсивно поглощают (сорбируют) из окружающей среды пары различных веществ и газы, поэтому относятся к хорошим сорбентам. Связано это с капиллярно-пористой коллоидной структурой зерна (семени) и скважистостью зерновой массы.

При уборке, послеуборочной обработке и хранении зерновые массы могут приобретать различные запахи. Появление любого запаха в зерне всегда связано со снижением его качества. Запахи делят на две группы: сорбционные и разложения.

Сорбционные запахи приобретаются зерновой массой вследствие ее сорбционных свойств. Из этой группы наиболее часто встречается дымный запах, связанный с сорбцией зерновой массой продуктов неполного сгорания топлива в зерносушилках.

Запахи разложения образуются в самой зерновой массе как следствие протекающих в ней процессов. Это, прежде всего, амбарный запах, часто свидетельствующий о длительном хранении зерновой массы без проветривания. При прорастании зерна появляется солодовый запах, а интенсивное развитие плесневых грибов вызывает плесенный запах. Распад тканей зерна и других компонентов зерновой массы приводит к появлению затхлого, а затем и гнилостного запаха. В хранилищах зерновые массы могут приобрести клещевой запах из-за развития клещей, переходящий затем в гнилостный.

Вещества, поглощенные зерновой массой, удалить из нее невозможно. Поэтому зерно и семена с любым запахом (за исключением амбарного) реализации не подлежат.

Чаще и значительно интенсивнее зерновые массы поглощают (сорбируют) из окружающей среды пары воды, а при известных условиях наблюдается обратный процесс, называемый десорбцией. Таким образом, в процессе сорбции и десорбции зерновая масса взаимодействует с воздухом атмосферы и межзерновых пространств и при этом может увлажняться или подсыхать.

Если давление водяного пара над зерном и в воздухе одинаковое, то сорбционный влагообмен прекращается и влажность зерна стабилизируется. Такая влажность зерна называется

равновесной. Другими словами, относительной влажности воздуха соответствует строго определенная влажность зерна или семян. Для достижения полного равновесия требуется несколько суток. Но так как относительная влажность воздуха непрерывно варьирует, изменяется и влажность наружных участков насыпи зерна. Поэтому в производственных условиях равновесную влажность чаще используют при организации работ по уборке и послеуборочной обработке зерна и семян, а также при хранении их насыпью небольшой высоты (1,0 - 1,5 м).

Наибольшее количество воды поглощают белки – 180-240 % от своей массы, крахмал – около 70 %. Жиры не удерживают влагу. Поэтому при одних и тех же условиях, например, семена подсолнечника содержат воды приблизительно в 2 раза меньше, чем зерно. Неодинакова равновесная влажность отдельных зерен или семян культуры и, более того, отдельных анатомических частей. Зародыш зерновых культур всегда имеет более высокую влажность, чем эндосперм, и это необходимо учитывать при сушке и хранении зерна.

Максимальная равновесная влажность зерна или семян устанавливается при относительной влажности воздуха 100 %. Влажность зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса при этом будет в пределах 33-36 %, семян бобовых культур – 34-36 %, а масличных – на уровне 20 %.

Для хлебов второй группы (кукуруза, просо, сорго) это количество воды может быть достаточным для набухания зерна и начала прорастания. Дальнейшее увлажнение семян возможно лишь при впитывании капельножидкой влаги, т. е. при контактном влагообмене. Это часто наблюдается в свежесобранной зерновой массе, для которой характерна неравномерность по влажности составляющих ее компонентов.

4.5. Теплофизические свойства

При сушке и хранении зерновых масс учитывают *теплоемкость, тепло- и температуропроводность и термовлагопроводность*.

Теплоемкость характеризуется количеством теплоты, необходимой для нагревания 1 кг зерна или семян 1°С и выражается в Дж/ (кг·К).

Теплоемкость сухого вещества зерна составляет 1550 Дж/(кг·К) или 0,3 ккал/(кг·°С). Таким образом, чем выше влажность зерна, тем выше его теплоемкость. Высокая теплоемкость влажного зерна может привести к перегрузу его при сушке, поэтому температура зерна при первом пропуске через сушилку строго контролируется и при влажности его около 26-30 % составляет 36-38 °С. Продолжительность сушки при этом увеличивается.

Теплопроводность зерновой массы очень низкая и составляет 0,13-0,20 Вт/(м·К), что обусловлено ее органическим составом и наличием большого количества воздуха. При повышении влажности зерновой массы увеличивается и теплопроводность ее, но в целом она остается невысокой.

Температуропроводность характеризует скорость изменения температуры в зерновой массе, т.е. ее *теплоинерционные свойства*. Она в тысячи раз ниже, чем у хороших проводников.

Зерновые массы обладают большой тепловой инерцией. Низкие тепло- и температуропроводность при хранении зерновых масс имеют как положительное, так и отрицательное значение. Своевременно проведенное охлаждение позволяет сохранять зерновые массы при низкой температуре даже в теплое время года. Это существенно тормозит биологические процессы в них, и потери не превышают естественной убыли. Если же по каким-либо причинам в зерновой массе образуются участки с повышенной биологической активностью, то выделяемое при этом тепло крайне медленно перемещается по профилю продукции и приводит к повышению ее температуры.

Термовлагопроводность – это перемещение влаги в зерновой массе вместе с потоком тепла, обусловленное градиентом температуры. Плохая тепло- и температуропроводность приводит к перепадам температур различных участков зерновой массы. По направлению потоков тепла мигрирует влага в виде пара и конденсируется на поверхности зерна. Количество капельножидкой влаги может быть значительным и достаточным для активизации процессов жизнедеятельности компонентов зерновой массы, а также для набухания и прорастания зерна и семян. Установлено, что перемещение влаги по направлению потока тепла происходит в насыпи зерна или семян любой влажности (в том числе и ниже критической) и в любом направлении.

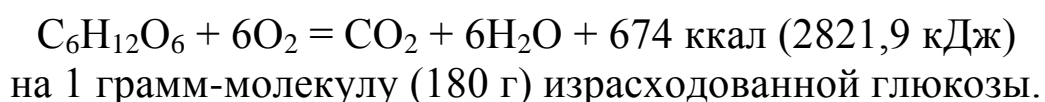
ГЛАВА 5. Физиологические процессы, происходящие в зерновой массе при хранении

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

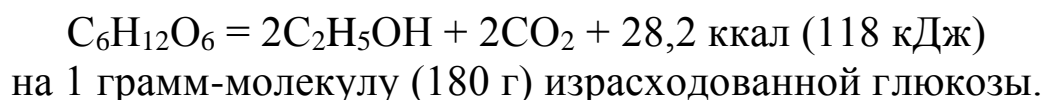
5.1. Дыхание зерна и семян

Зерна и семена, а также другие живые компоненты зерновой массы для поддержания своей жизнедеятельности получают необходимую энергию в процессе гидролиза (распада) запасных питательных веществ под действием ферментов.

Дыхание обеспечивает энергией клетки семян за счет окисления органических веществ, главным образом сахаров, под действием окислительно-восстановительных ферментов. При достаточном доступе кислорода в зерновой массе преобладает аэробное дыхание, которое можно выразить суммарным уравнением:



При недостатке кислорода полного окисления органических веществ не происходит, в зерне идет процесс анаэробного (интрамолекулярного) дыхания (спиртового брожения), выражаемого суммарным уравнением:



Анаэробное дыхание зерновой массы нежелательно, так как накопление этилового спирта и других промежуточных продуктов

дыхания может привести к гибели зародыша, т. е. потере всхожести семян.

Вид дыхания зерна можно определить по его дыхательному коэффициенту – отношению объема выделенного диоксида углерода к объему поглощенного кислорода. При отношении, равном единице, идет аэробное дыхание; если это отношение меньше единицы, то часть кислорода расходуется на другие процессы в зерновой массе; дыхательный коэффициент больше единицы бывает в том случае, когда наряду с аэробным идет и анаэробное дыхание, и чем больше выделяется углекислого газа и меньше поглощается кислорода, тем больше его доля. Интенсивность дыхания зависит от влажности, температуры и качества зерна.

Дыхание зерна при неблагоприятных условиях приводит к необоснованным потерям его сухой массы, а также к повышению температуры и влажности в зерновой массе, что негативно сказывается на результатах хранения. Потери тем больше, чем интенсивнее дыхание.

5.2. Факторы, влияющие на интенсивность дыхания

На интенсивность дыхания влияют *влажность и температура зерновой массы, газовый состав воздуха межзерновых пространств, а также ботанические особенности, зрелость, выполненность и крупность, травмированность и наличие проросших зерен или семян.*

Дыхание сухого зерна ничтожно мало, но оно резко возрастает при появлении в зерне свободной влаги. Такая влажность зерна или семян называется критической.

В докритическом диапазоне влажности вся вода в зерне или семенах прочно удерживается коллоидными веществами и недоступна живым компонентам зерновой массы. Зерно и семена при влажности ниже критической очень устойчивы и могут храниться в насыпях довольно большой высоты (20-30 м). Критическая влажность зерна соответствует равновесной влажности, которая устанавливается при относительной влажности воздуха 65-70 %. В этих пределах ее и поддерживают в зерно- и семенохранилищах.

Сухое зерно имеет невысокую интенсивность дыхания. За год хранения при температуре 10-20 °С 1 т сухого зерна (с влажностью

до 14 %) теряет за счет дыхания 100 г (0,01 %) массы. У зерна средней сухости (от 14,1 % до 15,5 %) интенсивность дыхания примерно в 1,5-2 раза выше, чем у сухого. Влажное зерно (влажность 15,5-17 %) разных культур резко увеличивает интенсивность дыхания: пшеницы – в 4-8 раз, овса в 2-5, кукурузы – в 8,5-17 раз по сравнению с зерном средней сухости.

Другим важным фактором, определяющим интенсивность дыхания зерновой массы, является ее температура. Чем она ниже, тем слабее дыхание. Зерновая масса считается охлажденной в первой степени, если имеет температуру ниже 10 °С (до 0 °С). Жизнедеятельность всех компонентов зерновой массы при такой температуре резко снижена. Глубокий анабиоз зерновой массы обеспечивает охлаждение ее до отрицательных температур. Такое зерно считается охлажденным во второй степени и сохраняется практически без потерь.

Однако если в зерновой массе будет свободная вода, она при отрицательных температурах замерзнет, а образовавшиеся кристаллы льда травмируют клетки и вызовут гибель зародыша. В сухих же семенах связанная вода не замерзнет даже при температуре жидкого азота (-196 °С). На этой основе разработаны методы многолетнего хранения семян в селекционном процессе.

От газового состава воздуха межзерновых пространств зависят характер и интенсивность дыхания. В присутствии кислорода происходит нормальное (аэробное) дыхание. Отсутствие кислорода приводит к анаэробному дыханию, следовательно, в зерновой массе накапливается спирт, что вызывает быструю потерю жизнеспособности семян, но кормовые достоинства такой зерновой массы не изменяются. Поэтому ее герметизация и хранение без доступа воздуха являются технологическим приемом консервации сырого фуражного зерна. Однако следует иметь в виду, что при влажности свыше 40 % в зерновой массе может начаться молочнокислое брожение и в конце срока хранения будет получен зерновой силос, кормовые достоинства которого существенно ниже, чем зерна.

Дыхание может происходить аэробно и анаэробно с выделением конечных продуктов дыхания и энергии. Но при хранении зерновых масс продовольственного и кормового назначения наибольшее значение имеет не вид или характер дыхания, а его интенсивность. Если дыхание замедлено

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

5.3. Самосогревание

Самосогреванием зерновой массы называется явление самопроизвольного повышения ее температуры вследствие протекающих в ней физиологических процессов и плохой теплопроводности. В зависимости от исходного состояния зерна и условий хранения в каком-либо участке насыпи температура поднимается до 55-65 °С, в редких случаях – до 70-75 °С. Образующийся очаг самосогревания не остается локализованным. Тепло передается в соседние участки насыпи, что, в свою очередь, способствует активизации в них физиологических процессов и теплообразованию. Если не принять мер к ликвидации начавшегося процесса самосогревания, то вся зерновая масса окажется в греющем состоянии. Самосогревание широко распространено в мире и приводит к значительным потерям в массе сухого вещества зерна и снижению его пищевых, кормовых и посевных качеств. При запущенных формах самосогревания партия зерна вообще может быть непригодной к использованию.

Физиологической основой самосогревания является дыхание всех живых компонентов зерновой массы, приводящее к значительному выделению тепла. Физической основой самосогревания является плохая теплопроводность зерновой массы. Образование тепла в том или ином участке зерновой насыпи, превышающее отдачу его в окружающую среду, дает типичную картину самосогревания.

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

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

5.4. Прорастание

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

Прорастание становится возможным в результате накопления зерном капельножидкой влаги (не менее 50 % от массы зерна), которая поступает в зерновую массу при нарушении правил

перевозки и хранения (негерметичное хранилище: попадание в него атмосферных осадков через неисправную крышу, доступ грунтовых и талых вод через пол). Также капельножидкая влага образуется как конденсат при перепадах температур в различных участках зерновой массы вследствие явления термовлагопроводности – переноса влаги с потоками тепла (из теплых участков в холодные). Все эти процессы нельзя допускать при хранении зерна.

5.5. Послеуборочное дозревание

При правильном хранении в зерновой массе не происходят нежелательные физиологические процессы, а, напротив, в первый период хранения свежееубранного зерна происходит его дальнейшее дозревание, которое заключается в повышении жизнеспособности семян, их всхожести и энергии прорастания. Отмечается также улучшение технологических качеств в небольших пределах: повышается качество сырой клейковины в зерне пшеницы, увеличивается выход масла при переработке маслосемян. Комплекс сложных биохимических процессов в зерне и семенах при хранении, приводящих к улучшению их посевных и технологических качеств, получил название послеуборочного дозревания.

В процессе послеуборочного дозревания происходят уменьшение содержания в зерне водорастворимых веществ, постепенное снижение активности ферментов, сокращение интенсивности дыхания, а также синтез сложных химических веществ (белков, крахмала, жиров). В результате зерно становится физиологически зрелым и вступает в состояние покоя, приобретая повышенную устойчивость при хранении. Послеуборочное дозревание происходит только в том случае, если синтетические процессы в семенах преобладают над гидролитическими. А для этого необходимо, чтобы зерно находилось в сухом состоянии (с влажностью ниже критической). Это главное условие для нормально протекающего процесса дозревания. В свежееубранном зерне с повышенной влажностью преобладание процессов гидролиза приводит не к уменьшению физиологической активности, а к ее дальнейшему росту. Семена не только не улучшают своих посевных качеств, но могут и снизить их. Послеуборочное дозревание в таких партиях зерна не происходит.

Важнейшим условием, обеспечивающим процесс послеуборочного дозревания, является температура. Семена дозревают только в условиях положительной температуры и наиболее интенсивно – при 15-30 °С. Поэтому в первый период хранения сухие свежееубранные семена не следует значительно охлаждать. Наиболее интенсивно послеуборочное дозревание протекает при активном доступе воздуха к семенам. Недостаток кислорода и накопление в зерновой массе диоксида углерода замедляют дозревание. При благоприятных условиях хранения процесс послеуборочного дозревания семян основных злаковых культур заканчивается в течение полутора-двух месяцев. Таким образом, послеуборочное дозревание имеет не только технологическое, но и экономическое значение.

ГЛАВА 6. Характеристика микрофлоры зерновых масс

Совокупность микроорганизмов, обитающих в определенном субстрате (почва, вода, пищевые продукты), называется **микрофлорой**. Таким образом, рост и развитие растений, формирование на них плодов и семян происходят в условиях среды, населенной микрофлорой. Особенно насыщены микрофлорой поверхность корней и ризосфера (от греч. *rhiza* – корень и *sphara* – область), под которой подразумевают часть почвы, непосредственно соприкасающуюся с корнями растений и существенно отличающуюся от других слоев почвы количественным содержанием и составом микрофлоры. В связи с тем, что ризосфера насыщена продуктами жизнедеятельности растений, в ней созданы все благоприятные условия для развития микроорганизмов.

По мере развития растения некоторые микроорганизмы (главным образом бактерии и грибы) постепенно переселяются на его наземную часть (стебли, листья и семена) и развиваются уже на ней. Часть микроорганизмов этой микрофлоры, которые называются **эпифитами** (из-за неспособности наносить заметный вред растениям), питаются продуктами жизнедеятельности растений, выделяемыми ими на поверхность своих тканей. Другие микроорганизмы этой микрофлоры, которые называются **паразитами** (из-за способности по мере их развития вызывать определенные заболевания растений, угнетать или губить их совсем), проникают во внутренние части растений, их плодов и семян.

Кроме микроорганизмов, населяющих растение при жизни (по мере его формирования и развития), на зерне могут находиться микроорганизмы, случайно попавшие на его поверхность вместе с пылью или брызгами дождя, а также во время уборки (скашивания) и обмолота, последующей перевозки. Увеличению количества микроорганизмов, скапливающихся на зернах и семенах, в значительной мере способствуют их морфологические особенности (наличие бороздки, бородки, шероховатой поверхности и т. п.).

При нормальных условиях созревания и хранения зерна и семян практически вся микрофлора находится на их поверхности. При неблагоприятных для зерна и семян условиях, но благоприятных для развития микроорганизмов, последние внедряются через макро- и микропоры в покровные ткани зерна,

зародыш, а иногда и эндосперм. Микробы, проникшие во внутренние участки зерна и семян, относят к *субэпидермальной микрофлоре*.

Большую часть (порядка 90...99 % всей микрофлоры) микроорганизмов (преимущественно эпифитных), находящихся на поверхности нормально созревшего свежееубранного зерна, составляют бактерии. Численность других видов микроорганизмов (актиномицеты, плесени, дрожжи), как правило, свойственных каждому роду и виду растений, зависит от климатических условий формирования зерна и условий его хранения. Численная и видовая характеристика микрофлоры продуктов переработки зерна зависит от ее исходного видового состава и способа подготовки зерна к переработке.

Микрофлору зерновых масс (по Л.А. Трисвятскому) классифицируют в зависимости от ее образа жизни и воздействия на зерно на три группы: сапрофитные, фитопатогенные и патогенные (для животных и человека).

6.1. Сапрофитные микроорганизмы

Сапрофиты (от греч. *sapros* – гнилой и *phyton* – растение) – это растения, использующие в качестве источника углерода готовые органические вещества, главным образом из различных органических остатков, вызывая их разрушение (гниение). Сапрофиты – основная (преобладающая) часть микроорганизмов зерна, представленная бактериями, плесенями, дрожжами и актиномицетами.

Большая часть сапрофитов относится к типичным эпифитам, не способным проникать внутрь неповрежденной оболочки зерна; они населяют здоровые растения при развитии и формировании зерна, не требовательны к пище и живут за счет выделений клеток. К прочим сапрофитам относят микроорганизмы, случайно попавшие на поверхность отдельных зерен из почвы, а также при уборке и транспортировании урожая.

Бактерии. Преобладающая часть микроорганизмов, населяющих партии доброкачественного и свежееубранного зерна.

Плесени. Вторая по значимости и численности (1...2 % от общего количества) группа микроорганизмов, населяющих зерновую массу. При благоприятных условиях их споры прорастают

и образуют мицелий и органы плодоношения. На твердых питательных средах (и зерне) плесени образуют колонии в виде ватообразных скоплений или пушистого налета, способные существовать при различных значениях влажности и температуры. Развиваясь за счет органических веществ зерна, плесени вызывают потери его массы, ухудшение качества (с изменением цвета, появлением неприятного запаха) и даже полную порчу.

Дрожжи. Одноклеточные организмы различной формы со свойственной для их колоний, образуемых на плотных средах (и на зерне), пастообразной консистенцией. Дрожжи крупнее бактерий. Различают дрожжи: белые и розовые, из рода *Torula*, верхового брожения. Дрожжи размножаются почкованием или делением. Общая численность дрожжей на зерне незначительна, поэтому при нормальных условиях хранения они особого влияния на качество зерна не оказывают. Однако в зерне повышенной влажности при определенных условиях дрожжи могут служить причиной появления так называемого амбарного запаха.

Актиномицеты. Относятся к лучистым грибам. Попадают в зерновую массу с комочками земли при раздельном способе уборки урожая. Их численность в свежесобранном зерне невелика. Развиваясь (при благоприятных условиях), способствуют самосогреванию зерна.

6.2. Фитопатогенные микроорганизмы

Встречаются в некоторых партиях зерна, способствуют развитию у растений таких заболеваний, как **бактериоз** и **микоз**, последствия которых отрицательно сказываются на качестве зерна.

Возбудители **бактериозов** – бактерии, поражающие поверхностные ткани растений с образованием ожогов коры и пятнистости листьев. При поселении их в проводящих сосудах растение увядает. В числе бактерий, вызывающих бактериозы зерновых культур – *Ps. translucens* и *Ps. atrofaciens*.

Бактерии вида *Ps. translucens* вызывает ожог у зерна пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и риса; пятнистость – у кукурузы, риса, ячменя и других колосовых культур. Кроме того, бактерии этого вида вызывают «черную болезнь» у зерновых культур, которая проявляется в почернении верхней половины колосков; зерно становится щуплым, сморщивается, на нем образуются черные

полосы, заполненные бактериями; при сильном поражении снижение урожая может достигать 60...70 %.

Бактерии вида *Ps. atrofaciens* вызывают почернение оснований чешуек колосков, при сильном поражении – почернение зародыша и щуплость зерна, заболевания листьев у пшеницы, ржи, ячменя, овса и др.

Микозы (от греч. *mykes* – гриб) – широко распространенные заболевания, в числе которых – головня, спорынья и фузариозы хлебных растений, вызываемые различными расами грибов-паразитов. Заражение сопровождается проникновением паразита внутрь растения, в результате чего происходит частичная, а иногда и полная потеря урожая. Пораженные зерна могут приобрести ядовитые свойства. По этой причине их количество в зерновой массе ограничивается государственными стандартами при приемке и отпуске зерна на переработку.

6.3. Патогенные для человека и животных микроорганизмы

В зерновой массе могут присутствовать возбудители некоторых инфекционных заболеваний только для человека или только для животных, а также как для человека, так и для животных. В природе наиболее распространены микроорганизмы, патогенные для человека и для животных, вызывающие так называемые **зоонозы** (от греч. *zoon* – животное и *nosos* – болезнь), к числу которых относят возбудителей сибирской язвы, бруцеллеза, туберкулеза, сапа, ящура, чумы и туляремии. Микроорганизмы распространяются через больных людей и животных, через бациллоносителей – грызунов, диких птиц, насекомых и др., а также через почву, попадая в которую они способны не только жить в ней, но и размножаться в течение длительного времени. Подобные микроорганизмы практически невозможно выявить в поступающих партиях зерна. Поэтому к зерну, поступающему из районов, где отмечены случаи инфекционных заболеваний, следует относиться осторожно и проводить предусмотренные для этих случаев (специальными инструкциями) мероприятия.

6.4. Снижение посевных и товарных качеств зерна

Развитие плесневых грибов в области зародыша зерна приводит к ослаблению или полной потере жизненных функций зародыша. Развитие плесеней на зародыше может быть явным и скрытым.

Явное развитие плесени (непосредственно на поверхности зародышей) наблюдается у пшеницы, ржи, ячменя, риса, на семенах бобовых, ее легко обнаружить невооруженным взглядом.

Для зерна кукурузы характерно скрытое поражение зародышей, под оболочкой. При осмотре таких семян признаки развития на них плесеней обнаружить трудно, это можно сделать только при сильном развитии мицелия гриба. Начало скрытого поражения зерен происходит при их нахождении в початке: при повышенной влажности мицелий начинает развиваться между зернами и около стержня, а затем проникает под оболочки в область зародыша.

Плесневение зерна сопровождается понижением его всхожести. Это объясняется отравлением клеток зародыша семени продуктами метаболизма плесневых грибов, обладающих токсическими свойствами.

Кроме того, наблюдается потемнение зародыша. Такая пшеница получила название больной. Потемнение происходит и при повышенной активности ферментов в зерне с повышенной влажностью при недостатке кислорода в воздухе и межзерновом пространстве. Кислотное число жира в таких зернах повышенное.

Развитие плесеней родов *Aspergillus* и *Penicillium* в зерне может сопровождаться образованием токсических веществ – микотоксинов, являющихся продуктами их жизнедеятельности.

Плесневые грибы способны синтезировать более 200 токсических веществ. Большинство токсинов обладает гепатогенным и канцерогенным действием.

Образование токсических веществ в зерне происходит в процессе самосогревания и хранения зерна с повышенной влажностью в бунтах и хранилищах.

Известны случаи накопления токсичных свойств зерном в результате перезимовки его на корню или в валках, оставленных в поле в случае очень раннего выпадения снега.

Зерно сохраняет ядовитость при хранении в течение многих лет. Микотоксины не разрушаются под действием высоких

температур. Частичное снижение ядовитых свойств наблюдается при вымачивании зерен в теплой воде. Многие токсичные вещества выделяются из зерна вместе с его жировой фракцией.

Общее представление о наличии ядовитых свойств можно составить по внешнему виду зерна и окраске эндосперма. Наиболее ядовиты почерневшие зерна.

Зерно, содержащее токсины, может быть использовано в спиртовой промышленности.

Процесс дыхания в клетках микробов представляет собой разложение и окисление органических веществ с выделением тепла. Тепло либо задерживается в зерновой массе и способствует повышению ее температуры, либо уносится из нее путем конвекции.

Обычно в зерновой массе влажного состояния микроорганизмы выделяют очень большое количество тепла, поэтому часть его остается в зерне и приводит к самосогреванию.

ГЛАВА 7. Мероприятия, повышающие устойчивость зерновых масс при хранении

Свежеубранный зерновой ворох имеет, как правило, высокие среднюю влажность (до 25 %, иногда до 30-34 %) и засоренность (до 30-32 %). В нем содержится большое количество поврежденных и недозревших семян. Примеси ухудшают качество зерна, отрицательно влияют на его сохранность. Технологическую операцию по удалению из зернового вороха (зерновой массы) примесей называют очисткой. После очистки зерно можно использовать на пищевые, технологические, семенные и кормовые цели. Примесь органического и неорганического происхождения, подлежащая удалению при использовании зерна по целевому назначению, называется сорной. Неполюценные зерна основной культуры, а также зерна других культурных растений, допускаемых при приеме, относятся к зерновой примеси.

В зависимости от количества сорной и зерновой примесей зерно продовольственного назначения подразделяют на три состояния: чистое, средней чистоты и сорное. Семенной материал по чистоте подразделяют на три класса (у некоторых культур – на два).

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

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

7.1. Очистка зерновых масс

В зависимости от состояния и целевого назначения зерна могут проводить различные виды очистки: предварительную, первичную и вторичную (для доведения семян до кондиций посевных стандартов). Очистка проводится на воздушно-решетных сепараторах, в триерах и других зерноочистительных машинах. При очистке используются различия зерна и семян основной культуры и

примесей по таким физическим свойствам, как размеры, аэродинамические свойства (парусность), плотность, состояние поверхности, форма.

Технологический эффект от очистки тем выше, чем больше отделимых примесей удаляется из зерновой массы. Минимальный технологический эффект первичной очистки зерна должен составить не менее 60 %. Это значит, что в зерновой массе после очистки должно остаться не более 40 % содержащихся в ней первоначально примесей.

При первичной очистке исходную зерновую смесь сепарируют на следующие фракции: продовольственное зерно 1-го сорта, фуражное зерно 2-го сорта, мелкие отходы, крупные отходы и легкие примеси. Очень важно организовать правильный учет выхода очищенного зерна, побочных продуктов и зерновых отходов при очистке.

Очищенная зерновая масса неоднородна по составу и свойствам. Для снижения степени разнокачественности семян, выделения из семенной массы худших в биологическом отношении семян проводят *сортирование* (фракционирование). Эта технологическая операция обеспечивает разделение зерен основной культуры по физическим и биологическим свойствам на две части (фракции), одну из которых используют как семенной материал, другую – на кормовые цели. Отсортированные семена часто подвергают разделению на фракции по крупности. Этот прием называют *калиброванием*. Использование калиброванных семян улучшает работу сеялок и способствует получению дружных всходов.

Таким образом, процесс разделения зерновой смеси достаточно сложен и представлен тремя технологическими операциями: очисткой, сортированием и калиброванием. Любое разделение зерновой смеси называется сепарированием, а применяемые для этого машины – сепараторами.

Выделить из зерновой смеси какой-либо компонент ее в чистом виде практически невозможно. Получаемые фракции фактически представляют собой новые смеси, но с большей однородностью. Чем выше однородность фракций, т.е. их чистота, тем выше эффективность сепарирования.

Машины предварительной очистки должны выполнять очистку свежесобранного зернового вороха влажностью до 40 % с

содержанием сорной примеси до 20 %, в том числе фракций солоmistых примесей до 5 %. В процессе предварительной очистки должно выделяться не менее 50 % сорной примеси, в том числе практически вся солоmistая примесь. Зерновой ворох разделяется на две фракции: обработанный материал и отходы.

Первичная очистка чаще всего выполняется после сушки зерновой массы.

Зерновая масса, поступающая на первичную очистку, должна иметь влажность не выше 18 % и содержать сорной примеси не более 8 %. Если исходные качества поступившей на ток партии соответствуют этим показателям, то послеуборочную обработку начинают с первичной очистки.

Некоторые примеси невозможно выделить при помощи воздушно-решетных машин и триеров. Эти компоненты примесей мало отличаются от семян основной культуры по размерам и аэродинамическим свойствам – проросшие, недоразвитые, голые (у пленчатых культур) семена основной культуры, часть рожков спорыньи, плоды дикой редьки, семена гороха, зараженные брухусом и т. д. Обрабатываемый материал разделяется на фракции: легкие примеси, очищенный материал, тяжелые примеси.

7.2. Принципы сепарирования зерновой смеси

Очистка, сортирование и калибрование зерна и семян сельскохозяйственных культур основаны на разделении смеси на компоненты, отличающиеся физико-механическими свойствами и морфологическими признаками. К этим свойствам и признакам относят крупность (толщина, ширина, длина), аэродинамические свойства (парусность, критическая скорость, или скорость витания), плотность, упругость, форму, состояние поверхности, цвет. Они зависят от многих факторов (вида культуры, сорта, зоны и условий выращивания и др.) и варьируют в широких пределах.

Зерна и семена характеризуются тремя размерами: толщиной (минимальный размер), шириной (средний размер) и длиной (максимальный размер).

По толщине и ширине зерновая смесь разделяется на решетках, представляющих собой металлические листы, имеющие отверстия разнообразной формы и размеров. На решетках с продолговатыми отверстиями зерновая масса сепарируется по толщине, с круглыми –

по ширине. В отдельных случаях для очистки семян используют решета с треугольными отверстиями.

Сущность просеивания состоит в том, что частицы зерновой массы, которые по размерам меньше отверстий решета, проваливаются через них и образуют проходовую фракцию (проход). Крупные же компоненты остаются на решете и образуют сходовую фракцию (сход).

Основной отличительный признак воздушного сепарирования – скорость витания, или критическая скорость частиц зерновой смеси. Под этим термином понимают такую скорость воздушного потока, при которой частицы зерновой смеси переходят во взвешенное состояние, т. е. витают в воздухе. Если скорость воздуха выше скорости витания каких-либо частиц, они выносятся за пределы рабочего канала, если ниже – оседают в канале. Чем больше различаются скорости витания зерна и примесей, тем полнее их можно разделить по этому признаку. Легко выделяются мякина, частицы соломы, легкие семена, щуплое зерно, пыль.

Некоторые же примеси мало отличаются от семян основной культуры по размерам и аэродинамическим свойствам и плохо выделяются на воздушно-решетных зерноочистительных машинах и триерах. К ним относятся проросшие, недоразвитые, голые (у пленчатых культур) семена основной культуры, рожки спорыньи, плоды дикой редьки, зараженные брухусом семена гороха и др.

7.3. Сушка зерна и семян

Сушка является ключевой операцией послеуборочной обработки зерна. В результате ее проведения резко снижается физиологическая активность зерновых масс, зерно приобретает способность к длительному хранению, при этом повышается его качество (возрастает процентное содержание сухого вещества, у слабой пшеницы укрепляется клейковина). В то же время при несоблюдении рекомендуемых режимов процесса качество зерна может значительно ухудшиться, вплоть до полной потери потребительских свойств.

7.4. Режимы сушки зерна

Режимы сушки – это создание таких условий, при которых обеспечивается максимальная производительность сушилок и полная сохранность качества зерна. Под режимом сушки следует понимать рекомендуемую температуру агента сушки и предельно допустимую температуру нагрева зерна и семян. Также необходимо контролировать общую продолжительность сушки и устанавливать число пропусков зерна через сушилку, или циклов сушки.

Режим сушки определяется родом и видом зерна и семян (культурой), их исходной влажностью, целевым назначением и качеством, конструкцией и типом зерносушилки.

При сушке зерна и семян необходимо соблюдать следующие моменты:

- 1) экспозицию;
- 2) температуру нагрева зерна (семян) и агента сушки;
- 3) разовый съем влаги.

Температура нагрева зерна (семян) и агента сушки зависит:

- от целевого назначения. Все партии зерна и семян, жизнеспособность которых необходимо сохранить, нагревают до более низкой температуры. Поэтому ячмень для пивоварения, рожь для солода сушат при режимах, рекомендуемых для посевного материала;
- от культуры. У зерна и семян различных культур неодинаковая влагоотдающая способность. Вследствие определенной влагоотдающей способности зерна на всех сушилках, применяемых в сельском хозяйстве, за один пропуск зерновой массы допускается съем влаги только до 6 % при режимах для зерна зерновых культур продовольственного назначения и до 4-5 % – для посевного материала. Для продовольственного зерна бобовых культур допускается снимать за один пропуск через сушилку до 4 % влаги, семян бобовых и масличных культур – до 2-3 %. Поэтому зерновые массы с повышенной влажностью пропускают через сушилку 2-3 или даже 4 раза;
- от исходной влажности. Чем больше в объектах сушки свободной влаги, тем они менее термоустойчивы. Поэтому при содержании в них влаги более 20 %

(особенно 25 % и выше) снижают температуру агента сушки и нагрева семян. Снижение приводит к уменьшению испарения (съем влаги);

- от исходного качества (твердая пшеница, сильная, рядовая). Перегрев всегда приводит к ухудшению или даже полной потере технологических и посевных качеств. Недостаточный нагрев уменьшает эффективность сушки и удорожает ее, так как при меньшей температуре нагрева зерна меньше удаляется влаги.

Экспозиция и температура нагрева агента сушки зависят от типа сушки. При пониженной температуре агента сушки, по сравнению с рекомендуемой, зерно не нагревается до нужной температуры и для достижения этого увеличивают срок его пребывания в сушильной камере, что снижает производительность зерносушилок. Температура агента сушки, выше рекомендуемой недопустима, так как вызывает перегрев зерна. Зерна и семена различных растений обладают неодинаковой термоустойчивостью. Одни из них при прочих равных условиях выдерживают более высокие температуры нагрева и более длительное время его. Другие и при более низких температурах изменяют свое физическое состояние, технологические и физиологические свойства.

Главная сложность сушки зерна заключается в том, что необходимо работать при использовании предельно допустимых температур нагрева агента сушки и нагрева зерна, обеспечить максимальную производительность сушилки при полном сохранении качества продукции. Превышение установленных температур нагрева агента сушки и зерна ведет к порче продукции, применение слишком мягкого режима обработки снижает производительность сушилок.

Температурная устойчивость зерна при сушке определяется, главным образом, температурной устойчивостью его белковых веществ. Превышение допустимой температуры нагрева зерна вызывает коагуляцию белка, утрату жизненных функций семян и способности их к прорастанию, а у зерна пшеницы – резкое ухудшение растяжимости белков эндосперма, снижение количества и качества клейковины. Семенное зерно необходимо сушить при более мягком температурном режиме, так как белки зародыша менее стойки к нагреву и, кроме того, зародыш находится непосредственно под оболочкой, прогревается и высыхает в первую очередь. Поэтому

норма выработки при сушке семенного зерна по сравнению с продовольственным снижается в 2 раза.

Температурная устойчивость зерна зависит от его исходной влажности. Белки сухого зерна более устойчивы к нагреву, по мере повышения влажности эта устойчивость снижается. Поэтому сушку высоковлажного зерна следует начинать при мягком температурном режиме и с каждым последующим пропуском через сушилку постепенно усиливать его в соответствии с установленными рекомендациями, т.е. применять ступенчатый режим сушки.

На температуру нагрева оказывает влияние исходное качество зерна. Продовольственное зерно пшеницы со слабой клейковиной в процессе сушки при несколько более высокой температуре его нагрева улучшает свое качество вследствие повышения упругости клейковины. Зерно пшеницы с крепкой клейковиной необходимо сушить особенно осторожно, при пониженной температуре нагрева, иначе клейковина станет крошащейся, а зерно – непригодным для хлебопечения.

Во время сушки зерна и семян необходимо проводить тщательный контроль за соблюдением технологического процесса и заданного режима.

7.5. Активное вентилирование

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

Все установки, применяемые для активного вентилирования, можно разделить на три группы: стационарные, напольно-переносные и передвижные (трубные и телескопические). Очень важно установить правильный режим активного вентилирования: оптимальные количество и параметры (температура, влажность) воздуха.

Вопросы для самоподготовки

к главе 1:

1. Назовите факторы, влияющие на качество растениеводческой продукции в процессе хранения.
2. Назовите факторы, имеющие субъективный характер.
3. Назовите факторы, имеющие объективный характер.
4. Назовите факторы, связанные со средствами производства при создании, обращении и потреблении продукции.
5. Факторы, относящиеся к организационным.
6. Факторы, связанные с посевным материалом.
7. Факторы, связанные с условиями хранения.
8. Факторы, связанные с условиями уборки.
9. Факторы, связанные с транспортированием урожая.
10. Факторы, связанные с первичной доработкой, обработкой зерна.
11. Факторы, связанные с хранением урожая.
12. Факторы, связанные переработкой на предприятиях.
13. Основные причины потери качества и количества растениеводческой продукции.
14. Факторы, влияющие на сохранность продукции растениеводства при хранении.
15. Абиотические факторы сохранности продукции.
16. Основные процессы из группы биотических факторов, влияющих на сохранность продукции.

к главе 2:

1. Дайте определение понятию «биоз».
2. Дайте определение понятию «эубиоз».
3. Дайте определение понятию «гемибиоз».
4. Дайте определение понятию «гемибиоз».
5. Дайте определение понятию «анабиоз».
6. Дайте определение понятию «термобиоз».
7. Дайте определение понятию «психроанабиоз».
8. Дайте определение понятию «криоанабиоз».
9. Дайте определение понятию «ксероанабиоз».
10. Дайте определение понятию «осмоанабиоз».

11. Дайте определение понятию «ацидоанабиоз».
12. Дайте определение понятию «наркоанабиоз».
13. Дайте определение понятию «аноксианабиоз».
14. Дайте определение понятию «ценоанабиоз».
15. Дайте определение понятию «ацидоценоанабиоз».
16. Дайте определение понятию «алкоголеценоанабиоз».
17. Дайте определение понятию «абиоз».
18. Дайте определение понятию «термоабиоз».
19. Дайте определение понятию «химабиоз».
20. В чем суть лучевой стерилизации?
21. В чем суть механической стерилизации?

к главе 3:

1. Как классифицируют зерновые культуры по целевому назначению?
2. Как классифицируют зерновые культуры по химическому составу?
3. Как классифицируют зерновые культуры по ботаническим признакам?
4. Приведите средний химический состав различных видов зерна.
5. Дайте характеристику углеводов зерна.
6. Дайте характеристику белков зерна.
7. Дайте характеристику жиров (липидов) зерна.

к главе 4:

1. Как характеризуется физическое свойства зерновой массы – «сыпучесть»?
2. Какой параметр характеризует свойство сыпучести зерновой массы?
3. Как характеризуется физическое свойства зерновой массы – «самосортирование»?
4. Как характеризуется физическое свойства зерновой массы «сважистость»?
5. Как называется обратная величина скважитости?
6. Сорбционные свойства зерновой массы.
7. Теплофизические свойства зерновой массы.
8. Как характеризуется свойство теплоемкости зерновой массы?

9. Как характеризуется теплопроводность зерновой массы?
10. Как характеризуется температуропроводность зерновой массы?
11. Как характеризуется термовлагопроводность зерновой массы?

к главе 5:

1. Аэробное дыхание зерна и семян.
2. Анаэробное дыхание зерна и семян.
3. Факторы, влияющие на интенсивность дыхания зерна и семян.
4. Чем обусловлено явление самосогревания зерновой массы.
5. Вследствие чего происходит прорастание зерна и семян при хранении?
6. Каким комплексом биохимических процессов характеризуется послеуборочное дозревание зерновой массы?

к главе 6:

1. Какие микроорганизмы относятся к эпифитам?
2. Какие микроорганизмы относятся к паразитам?
3. Дайте характеристику субэпидермальной микрофлоре.
4. Какие микроорганизмы принято называть сапрофитами?
5. Назовите группы микроорганизмов, которые относят к сапрофитам.
6. Микроорганизмы – возбудители бактериозов.
7. Микроорганизмы – возбудители микозов.
8. Патогенные для человека и животных микроорганизмы.
9. Причины снижения посевных и товарных качеств зерна.

к главе 7:

1. Назовите мероприятия, повышающие устойчивость зерновых масс при хранении.
2. Виды очистки зерновой массы.
3. Что такое парусность зерновой массы?
4. С какой целью проводят сортирование зерновой массы?
5. С какой целью проводят калибрование зерновой массы?
6. Принципы сепарирования зерновой массы.
7. Какие условия должны быть обеспечены режимами сушки зерна?

8. От чего зависит выбор температуры нагрева зерна (семян) и агента сушки?
9. Чем определяется температурная устойчивость зерна?
10. В чем суть активного вентилирования зерновой массы?

Список рекомендуемой литературы

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / В. И. Филатов [и др.]. – М.: Колос, 2004.
2. Агрохимия: учебник по аграр. спец. / Б. А. Ягодин [и др.]; под ред. Б.А. Ягодина. - Москва: Агропромиздат, 1989.
3. Казанина, М. А. Обработка и хранение сельскохозяйственной продукции / М. А. Казанина, В. Я. Воронкова. – Минск: Ураджай, 1988
4. Малин Н. И. Технология хранения зерна / Н. И Малин. – М.: Колос, 2005.
5. Поморцева, Т. И. Технология хранения и переработки плодоовощной продукции / Т. И. Поморцева. – М.: Издательский центр «Академия», 2003.
6. Технология переработки растениеводческой продукции / Н. М. Личко [и др.]. – М.: КолосС, 2008.
7. Трисвятский, Л. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов: учебник для вузов / Л. А. Трисвятский, Б. В. Лесик, В. Н. Курдина. – 4-е изд. – М.: Агропромиздат, 1991.