



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

**Т.И. Тупольских, Н.Н. Шумская, Н.В. Гучева**

# **ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА**

**Учебно-методические пособие**

Ростов-на-Дону 2021

УДК 664.7  
И 45

*Рецензент*

доктор технических наук *И.А. Хозяев*

**Тупольских Т.И.**

И 45    Технология послеуборочной обработки и хранение зерна: учеб.-метод. пособие / Т.И. Тупольских, Н.Н. Шумская, Н.В. Гучева. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2021. - 60с.

Пособие предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по направлениям 15.03.02 Технологические машины и оборудование профиль Машины и аппараты пищевых производств, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья профиль Технологические процессы и оборудование хранения и переработки зерна.

УДК 664.7  
И 45

Печатается по решению методической комиссии факультета Агро-промышленный

© Тупольских Т.И., Н.Н. Шумская, Гучева Н.В., 2021  
© Издательский центр ДГТУ, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
Глава 1. Теоретические основы хранения зерна и продуктов его переработки ...	6
1.1 Значение технологии хранения зерна .....	6
1.2 Физические, теплофизические и массообменные свойства зерна .....	8
1.2.1 Физические свойства зерна и продуктов его переработки .....	8
1.2.2 Теплофизические свойства зерна и продуктов его переработки .....	13
1.2.3 Массообменные свойства зерна и продуктов его переработки .....	14
1.3 Процессы, происходящие в зерновой массе при хранении .....	16
1.4 Микроорганизмы зерновой массы .....	19
1.5 Вредители хлебных запасов .....	22
1.6 Самосогревание и слеживание зерновых масс при хранении .....	23
1.7 Процессы, происходящие в муке, крупе и комбикормах при хранении ....	24
1.7.1 Процессы, происходящие в муке при хранении .....	24
1.7.2 Процессы, происходящие в крупе при хранении .....	28
1.7.3 Процессы, происходящие в комбикормах при хранении .....	28
Тестовые задания к главе 1 .....	29
Глава 2. Мероприятия, повышающие устойчивость зерна при хранении .....	35
2.1 Режимы и способы хранения зерна и продуктов его переработки .....	35
2.2 Мероприятия, повышающие устойчивость зерна при хранении .....	39
2.2.1 Очистка зерна .....	39
2.2.2 Сушка зерна .....	40
2.2.3 Активное вентилирование зерновых масс .....	42
2.2.4 Химическое консервирование зерна .....	43
2.3 Борьба с вредителями хлебных запасов .....	44
2.4 Технологические принципы организации приемки, обработки, размещения, хранения зерна и продуктов его переработки .....	47
2.5 Учет зерна и зернопродуктов .....	49
Тестовые задания к главе 2 .....	52
Рекомендуемая литература .....	57
Список использованных источников .....	59

## ВВЕДЕНИЕ

Значение и роль зерна как товара в экономике государства трудно переоценить. Это товар, который имеет постоянный, устойчивый спрос в любое время года, в любом регионе, т. е. является абсолютно ликвидным.

Наука о зерне, технологии его хранения и переработки, пожалуй, одна из самых древних. Уже первобытные люди умели собирать урожай из диких сортов злаковых и других зерновых культур, хранить его более или менее длительное время, а затем перетирать его вручную в ступках и выпекать из него хлеб.

Многовековая история развития науки о зерне свидетельствует о том, что при кажущейся простоте вырастить, убрать и обеспечить сохранность выращенного зерна – трудоемкое и сложное дело.

По оценкам ученых, от вредителей, болезней и сорняков в настоящее время теряется около трети мирового урожая зерна продовольственных и кормовых культур, в том числе в России – до 20...25% биологического урожая зерна.

По данным ФАО (Всемирной организации по продовольствию и сельскому хозяйству), потери зерна в мире только при хранении и переработке составляют 6...10%.

Потери зерна и продуктов его переработки могут иметь место вследствие целого ряда причин. Например, в результате сверхнормативного (по времени) хранения сырого зерна (в том числе на открытых площадках) в ожидании сушки; при хранении зерна, зараженного вредителями; при нарушении режимов послеуборочной обработки и хранения зерна; при перевозках в неспециализированных транспортных средствах и др.

Как показывают расчеты, сокращение потерь зерна на всех стадиях от поля до стола потребителя может дать прибавку продовольственным ресурсам страны до 20 %. При этом, как свидетельствует практика, затраты на устранение потерь в 2...3 раза меньше затрат на производство такого же объема зерна.

В сфере науки о хранении и переработке зерна основными задачами отрасли и на текущий момент являются безопасность и улучшение качества вы-

пускаемой продукции. Для решения этих проблем необходим новый подход, который предусматривает:

- разработку и внедрение принципиально новых технологий послеуборочной обработки и хранения зерна;
- снижение в зерне остаточного количества пестицидов, используемых для борьбы с сорняками, а также различного рода канцерогенов и азотных удобрений, не успевших пройти этап синтеза;
- совершенствование технологии обеззараживания зерна, в том числе отказ от традиционных способов, предусматривающих использование химических препаратов, вредных для организма человека и животных.

Поэтому основной целью дисциплины «Технология послеуборочной обработки и хранения зерна» является помочь будущим специалистам в изучении основ технологии и последующей научно обоснованной организации мероприятий по предупреждению всех видов потерь при хранении зерна и продуктов его переработки.

# Глава 1. Теоретические основы хранения зерна и продуктов его переработки

## 1.1 Значение технологии хранения зерна

В соответствии с приведенной в табл. 1 классификацией потерь зерна при хранении перед предприятиями, в функции которых входит хранение зерна и продуктов его переработки, ставится целый ряд задач, основные из которых приведены в табл. 2.

Таблица 1 - Виды и причины потерь зерна при хранении

Виды потерь	Классификация потерь	Причины потерь
Потери в массе	Биологические	Дыхание, являющееся характерным признаком жизнедеятельности зерна. Прорастание зерна. Развитие микроорганизмов. Самосогревание. Уничтожение насекомыми и клещами. Уничтожение грызунами. Уничтожение птицами.
	Механические	Травмы (при транспортировании и погрузочно-разгрузочных работах), приводящие к дроблению либо скалыванию частиц зерна. Распыл (в результате истирания при многократном перемещении и трении отдельных зерен друг о друга и о поверхности рабочих органов транспортирующих машин). Просыпи (при транспортировании и погрузочно-разгрузочных работах).
Потери в качестве	Биологические	Дыхание (сопровождается выделением теплоты и, как следствие, повышением температуры, изменением химического состава, технологических и семенных достоинств). Прорастание (сопровождается изменением химического состава и технологических достоинств). Развитие микроорганизмов (сопровождается активизацией дыхания зерна, накоплением токсинов, снижением технологических и семенных достоинств). Развитие насекомых и клещей (в зависимости от степени зараженности у зерна могут понизиться технологические достоинства либо оно может стать вообще непригодным для переработки). Загрязнение продуктами жизнедеятельности грызунов и птиц.
	Механические	Травмы.

Таблица 2 - Задачи по хранению зерна и продуктов его переработки и мероприятия по их реализации

Задачи по хранению зерна и продуктов его переработки	Мероприятия	Примечания
Сохранение продуктов без потерь в массе или с минимальными потерями	Научно-обоснованная организация хранения зерна, исключая: явления зерна прорастания и самосогревания; условия для развития микроорганизмов; насекомых и клещей; возможность уничтожения зерна и продуктов его переработки грызунами и птицами	Потери по перечисленным причинам не допустимы, ибо являются следствием несоблюдения рекомендуемых режимов хранения
	Создание условий, снижающих интенсивность дыхания	Потери сухой массы при хранении в результате дыхания оправданы в пределах нормируемых величин
	Использование транспортирующих машин, полностью исключая просыпи, а также травматизм (полностью либо частично, с максимальным эффектом)	Распыл - неизбежные потери, вписывающиеся в рамки нормативных потерь (естественная убыль зерна)
Сохранение продуктов без ухудшения их качества	Недопущение нарушения режимов хранения, приводящих к потере признаков свежести зерна	Изменение при хранении цвета, запаха и вкуса - признак резкого ухудшения качества муки и крупы, вплоть до непригодности к использованию на пищевые цели; зерно с запахом плесени или солодовым запахом также не подлежит к использованию на пищевые цели
	Периодическая смена и реализации хранящихся запасов зерна, продуктов его переработки и семян	Отдельные партии муки и некоторых видов крупы в результате естественного старения даже при оптимальных условиях хранения теряют свои потребительские достоинства. Через 7...10 лет наблюдается снижение технологических достоинств зерна злаковых и семян бобовых культур; через 2...4 года – снижение семенных достоинств
Повышение качества продуктов при хранении	Использование определённых технологических приёмов и режимов обработки	Улучшаются технологические (в том числе хлебопекарные) и семенные достоинства зерна, создаются условия для лучшей сохранности и повышения стойкости при хранении

Задачи по хранению зерна и продуктов его переработки	Мероприятия	Примечания
Сокращение затрат труда и средств на единицу массы хранимой продукции при наилучшем сохранении количества и качества	Совершенствование технической базы хранения, поточная обработка зерновых масс, внедрение новых технологических приёмов, повышение классификации персонала	Обработка на элеваторных линиях и последующее хранение зерна в силосах элеваторов резко сокращают затраты по сравнению с аналогичными операциями на базе хранилищ складского типа

Отсюда с учетом информации, приведенной в табл.1 и 2, можно сформулировать следующее определение. Технология хранения зерна — это наука о приемах и способах воздействия на зерновые массы и окружающую их среду, позволяющих обеспечить количественно-качественную сохранность зерновых масс с учетом их особенностей как объектов хранения.

## **1.2 Физические, теплофизические и массообменные свойства зерна**

Организация правильного хранения зерна и продуктов его переработки с учетом необходимости их обработки (специальными методами и приемами воздействия) невозможна без знаний их свойств.

### **1.2.1 Физические свойства зерна и продуктов его переработки**

Плотность любых материалов принято характеризовать массой, отнесенной к единице их объема.

При расчетах потребной вместимости хранилищ используют величину насыпной плотности  $p_n$  (кг/м<sup>3</sup>), определяемой как отношение массы к единице объема, занимаемого слоем зерна или продуктов его переработки, т. е. с учетом объема заполненных воздухом скважин.

Под скважистостью  $s$  (%) понимают отношение объема пространства, занятого промежутками между твердыми частицами сыпучего материала, например, зерновой массы или продуктов его переработки, к общему (насыпному) объему, занимаемому этим сыпучим материалом с учетом объема, приходящегося на скважины.



Пределы изменений насыпной плотности и скважистости в слое семян некоторых зерновых культур приведены в табл. 3.

Таблица 3 - Пределы изменений насыпной плотности и скважистости в слое семян некоторых зерновых культур

Культура	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Скважистость, %
Овёс	300...550	70...50
Гречиха	460...550	60...50
Рис	470...550	65...50
Ячмень	480...680	55...45
Рожь	670...750	45...35
Кукуруза	600...850	55...35
Пшеница	730...850	45...35

Зерно и продукты его переработки относятся к сыпучим телам и, как все сыпучие материалы, обладают свойствами, которые позволяют при относительно небольших затратах механизировать процессы их перемещения и хранения.

Под сыпучестью смеси частиц твердых тел (в том числе зерна) принято понимать способность отдельных частиц менять свое расположение относительно друг друга при движении всей смеси.

Для характеристики сыпучих свойств материалов используют такие показатели, как угол естественного откоса, коэффициенты трения.

Угол естественного откоса — это угол между основанием и образующей свободной поверхности конуса, образующегося при свободном вертикальном падении сыпучей массы на горизонтальную поверхность. Чем выше сыпучесть продукта, тем меньше величина угла естественного откоса. Сыпучесть зерновых масс некоторых культур приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Сыпучесть зерновых масс некоторых культур

Показатели	Пшеница	Рожь	Кукуруза	Ячмень	Подсолнечник
Влажность, %	15 - 22	11 - 18	15 - 25	11 - 18	7 - 25
Угол естественного откоса, град	30 - 38	23 - 34	30 - 40	28 - 32	31 - 45

Коэффициент внешнего трения равен тангенсу угла внешнего трения, т. е. угла, при котором начинается скольжение сыпучего продукта по какой-либо поверхности. Этот коэффициент учитывают при выборе углов наклона самотекучих и поверхностей рабочих органов машин, в которых сыпучие материалы перемещаются сверху вниз под действием гравитационных сил.

Самосортирование характеризует явление расслоения входящих в смесь сыпучих частиц компонентов, различающихся плотностью и парусностью, по отдельным участкам.

Особенно наглядно это проявляется при загрузке зерна в силос и особенно (как следствие явления самосортирования) при последующем выпуске его из силоса. Так, при загрузке в силос струя зерновой смеси по мере увеличения скорости падения встречает все более возрастающее сопротивление воздушной среды, оказывающее тормозящее действие на все составные компоненты падающей смеси. Смесь начинает расслаиваться, причем наиболее крупные и полновесные зерна и семена, а также минеральные примеси очень мало отклоняются от отвесной траектории и падают на вершину конуса образуемой насыпи. Более легковесные зерна (невыполненные, щуплые) и примеси отклоняются в стороны от траектории тем больше, чем больше их парусность, и падают на середину поверхности зернового конуса и далее на периферийные (пристенные) участки горизонтального сечения силоса. В результате в центральных слоях силоса концентрируются зерна высокого качества (крупные, полновесные, менее засоренные), а в периферийных-низкокачественные зерна и различного рода легковесные примеси, в наибольшей мере заселенные микроорганизмами и характеризующиеся высокой потенциальной биологической активностью и, как следствие, более подверженные самосогреванию и слеживанию. При выпуске из силоса сначала выходят центральные столбы (по вертикальному сечению) столбы с более качественным зерном, а затем периферийные с низкокачественным и засоренным зерном.

В условиях временного и длительного хранения зерновые массы и продукты его переработки подвергают обработке, связанной с необходимостью продувания через них воздуха (или газа, например, инертного). Оказываемое

при этом слоем зерна (или продуктами его переработки) аэродинамическое сопротивление зависит от толщины слоя, плотности укладки продукта (скважности) и скорости воздушного потока.

Свойство частицы оказывать сопротивление воздушному потоку называют парусностью. Для количественной характеристики парусности используют показатель «скорость витания», т.е. скорость восходящего воздушного потока, при которой тело (частица) удерживается в воздушном потоке во взвешенном состоянии, т.е. не падает и не улетает. Пределы изменения скорости витания зерна и примесей приведены в табл. 5.

Таблица 5 - Пределы изменения скорости витания зерна и примесей

Культура и примеси	Скорость витания, м/с															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Пшеница:																
нормальная																
битая поперек																
битая вдоль																
щуплая																
Рожь																
Ячмень																
Овес																
Гречиха																
Просо																
Горох																
Подсолнечник																
Кукуруза																
Куколь																
Овсяг																
Вьюнок																
Гречишка																
Пырей																
Василек																
Спорынья																
Редька дикая																
Горчак																
Конопля																
Легкие сорняки																
Мякина																
Курай																

### 1.2.2 Теплофизические свойства зерна и продуктов его переработки

К теплофизическим свойствам зерна и продуктам его переработки относятся теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность.

Количественным выражением теплоемкости служит показатель удельная теплоемкость, характеризующийся количеством теплоты, необходимой для нагревания единицы массы материала на 1°С (или на 1 К).

Приближено удельную теплоемкость зерна  $c$  [кДж/(кг · К)] принято рассчитывать по формуле смешения:

$$c = c_{с.в} \frac{100 - w}{100} + c_{в} \frac{w}{100},$$

где  $c_{с.в}$  и  $c_{в}$  - удельные теплоемкости соответственно абсолютно сухого вещества зерна и воды [ $c_{с.в}=1,55$  кДж/(кг · К);  $c_{в}=4,19$  кДж/(кг · К)];  $w$  - влажность зерна, %.

Под теплопроводностью понимают свойство тел переносить теплоту от участков с более высокой температурой к участкам с низкой температурой. Теплопроводность зерновой массы возрастает с увеличением её влажности и снижается с увеличением её скважистости. Последнее является следствием того, что теплопроводность отдельно взятого зерна выше теплопроводности зернового слоя, скважины которого заполнены воздухом.

Количественным выражением теплопроводности служит коэффициент теплопроводности  $\lambda$  [Вт/(м · К)], который показывает, какое количество теплоты передается в единицу времени через единицу поверхности при снижении температуры на 1°С (или на 1 К) на единицу длины.

Существенное влияние на теплопроводность зерна оказывают его влажность и температура, а также специфические особенности, связанные с особенностями строения, химическим составом зерна и характерными формами связи влаги.

Теплопроводность зернового слоя вследствие наличия заполненных воздухом скважин в 3...4 раза ниже, чем единичного зерна.

Для сравнения: коэффициенты теплопроводности воздуха и воды при 20°C составляют соответственно 0,0252 и 0,590 Вт/(м·К), т.е. коэффициент теплопроводности воды больше коэффициента теплопроводности воздуха примерно в 23 раза, а коэффициент теплопроводности единичного зерна пшеницы влажностью 20% (соответствует влажности 16,7%) примерно в 1,3 раза меньше коэффициента теплопроводности воды примерно в 18 раз выше коэффициента теплопроводности воздуха.

Теплоинерционные свойства материалов выражаются температуропроводностью. Количественным выражением температуропроводности служит коэффициент температуропроводности  $\alpha$  (м<sup>2</sup>/с), характеризующий скорость распространения температурных изменений в процессе нагревания или охлаждения различных материалов. Определяется из отношения:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c p_n},$$

где  $\lambda$  -коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); с-удельная теплоемкость, кДж/(кг ·К);  $p_n$ -насыпная плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

Чем больше произведение ( $c p_n$ ), тем медленнее будет нагреваться или охлаждаться материал (например, зерновой слой или единичные зерна).

Зерновая масса - хороший теплоизолятор, в котором температурные изменения происходят с низкой интенсивностью.

Для сравнения: коэффициенты температуропроводности воздуха и воды при 20°C составляют соответственно  $2 \cdot 10^{-5}$  и  $1,4 \cdot 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с, т.е. коэффициент температуропроводности воды меньше коэффициента температуропроводности воздуха примерно в 143 раза, а коэффициент температуропроводности слоя зерна пшеницы влажностью 14...20% примерно в 1,5 раза меньше коэффициента температуропроводности воды.

### 1.2.3 Массообменные свойства зерна и продуктов его переработки

Вода является обязательным компонентом зерна. Полностью обезвоженное зерно теряет функции живого организма. При хранении зерно активно об-

менивается влагой с окружающей средой. В связи с этим под гигроскопичностью понимают способность материалов (зерна) поглощать и отдавать влагу.

В состоянии равновесия с влажным воздухом температура материала равна температуре воздуха, а парциальное давление водяных паров на поверхности материала равно парциальному давлению водяных паров в воздухе. В этот момент влажность материала имеет определенное значение и называется равновесной влажностью (иногда - равновесным влагосодержанием).

Максимальное значение равновесной влажности материала, соответствующее относительной влажности воздуха  $\phi = 100 \%$ , принято называть гигроскопической влажностью.

На практике во избежание увлажнения хранящегося зерна и продуктов его переработки необходимо иметь данные об их сорбционной равновесной влажности. Последняя (рис.1) в значительной мере определяется температурой окружающей среды: чем выше температура, тем меньше значение равновесной влажности, и наоборот. Данная закономерность справедлива для всех зерновых культур.

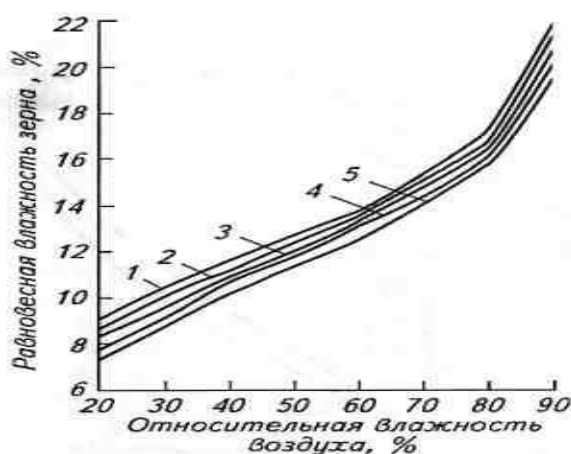


Рисунок 1 - Равновесная влажность зерна пшеницы ( $w_{\text{равн}}$ ) при различной температуре воздуха, °C:  
1 – минус 10; 2 – 0; 3 – 10; 4 – 20; 5 – 30

Термовлагопроводность зерна - это явление перемещения влаги от участков зерновой насыпи с более высокой температурой к участкам с пониженной температурой.

Подобное явление наблюдается, например, в слоях зерна, омываемых воздухом окружающей среды с температурой ниже средней температуры зернового слоя, либо в слоях, примыкающих к наружной стенке хранилища (силоса, склада, бункера) или размещенных на холодном полу.

### **1.3 Процессы, происходящие в зерновой массе при хранении**

Зерновая масса представляет собой биоценоз (от греч. *bios* - жизнь и *koinos* - общий) в виде сложной биологической системы, включающей совокупность живых организмов. Происходящие в зерновой массе процессы жизнедеятельности входящих в нее живых компонентов, к которым относятся зерно и семена, семена сорняков, микроорганизмы, насекомые и клещи, называют физиологическими. Физиологические процессы жизнедеятельности зерновой массы при хранении проявляются в виде дыхания, послеуборочного дозревания и прорастания. Особенностью этих процессов является то, что они сопровождаются сложными биохимическими изменениями, а в некоторых случаях вследствие дыхания и прорастания (сопровождаемого более интенсивным дыханием) - неизбежной потерей сухой массы.

Знание закономерностей протекания и умение регулирования этих физиологических процессов позволяют улучшить технологические и семенные достоинства, сократить потери сухих веществ зерна при хранении, продлить долговечность зерновых масс.

Долговечностью принято называть период, в течение которого зерно и семена сохраняют свои потребительские свойства. Различают долговечность биологическую, хозяйственную и технологическую.

Под биологической долговечностью подразумевают тот промежуток времени, в течение которого остаются способными к прорастанию хотя бы единичные семена. Под хозяйственной долговечностью понимают тот промежуток времени, в течение которого обеспечивается полное сохранение жизнеспособности семян. Причем они остаются кондиционными по всхожести, отвечая по посевным качествам требованиям государственных стандартов. Под технологической долговечностью подразумевают срок хранения, обеспечивающий то-



варные достоинства партий зерна с целью использования их на пищевые, фуражные или технологические нужды.

Семена большинства сельскохозяйственных культур при благоприятных условиях хранения сохраняют всхожесть в течение 5... 10 лет.

Хозяйственная долговечность семян большинства культур не превышает 2...4 лет, поэтому семена подлежат своевременному обновлению.

Технологическая долговечность семян намного превышает не только хозяйственную, но и биологическую. Оценка качества зерна пшеницы и ржи показала, что их мукомольные и хлебопекарные достоинства практически не снижаются в течение 7... 10 лет.

Дыхание - необходимое условие существования живых организмов. При дыхании происходит необходимый для жизнедеятельности обмен веществ, представляющий собой процесс преобразования и распада органических веществ, главным образом сахаров.

Таким образом, в результате дыхания выделяется значительное количество теплоты, небольшая часть которой расходуется при внутриклеточных превращениях, а большая - накапливается в зерновой массе и в силу низкой теплопроводности последней может явиться причиной самосогревания.

Следовательно, для наилучшей количественно-качественной сохранности зерна необходимо создать условия хранения, обеспечивающие пониженную интенсивность дыхания, т. е. снизить жизнедеятельность зерна, иначе, ввести его в состояние анабиоза.

Анабиоз (от греч. оживление) - состояние организма, при котором жизненные процессы настолько замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни.

Интенсивность дыхания зерновой массы зависит от следующих основных факторов: влажности, температуры, доступа свежего воздуха, исходного состояния и качества, ботанических особенностей, длительности хранения и наличия органических примесей.

Влажность, при которой в зерне появляется влага, способная перемещаться из клетки в клетку и участвовать в реакциях гидролитического характе-

ра и обмена веществ, и в результате чего резко возрастает интенсивность дыхания, называется критической. Значение последней для различных культур зависит от их химического состава и в условиях хранения при температуре 18...25 °С и относительной влажности воздуха до 70 % находится в пределах средней сухости зерна и семян (табл. 6).

Таблица 6 – Состояние зерна по влажности

Культура	Влажность зерна (%), характеризующая его состояние			
	сухое	средней сухости	влажное	сырое
Пшеница, рожь, овёс, ячмень, гречиха, рис, кукуруза (зерно)	$\leq 14$	$>14...15,5$	$>15,5...17$	$>17$
Горох, кормовые бобы, чина, нут	$\leq 14$	$>14...16$	$>16...18$	$>18$
Просо, сорго	$\leq 13,5$	$>13,5...15$	$>15...17$	$>17$
Кукуруза (початки), фасоль, мелкосемянная чечевица, яровая ви-ка	$\leq 16$	$>16...18$	$>18...20$	$>20$
Чечевица	$\leq 14$	$>14...17$	$>17...19$	$>19$
Подсолнечник(семена)	$\leq 7$	$>7...8$	$>8...10$	$>10$
Рапс	$\leq 9$	$>9...11$	$>11...13$	$>13$
Клещевина	$\leq 6$	$>6...7$	$>7...9$	$>9$
Соя	$\leq 12$	$>12...14$	$>14...16$	$>16$

Особенностью свежееубранной зерновой массы является значительная неоднородность отдельных зерен по влажности и степени зрелости, что делает зерновую массу нестойкой при хранении в силу ее повышенной физиологической (в том числе и микробиологической) активности. Свежееубранное зерно обладает низкими семенными и технологическими достоинствами. Например, хлеб из свежееубранной пшеницы недостаточно порист, имеет сырой клейкий мякиш.

Такие особенности свежееубранного зерна объясняются тем, что сложные биохимические процессы формирования его химического состава, начатые на ранних фазах созревания, не заканчиваются с наступлением полной технической спелости. Они продолжают после уборки урожая в течение 1,5...2 меся-

цев называемого периодом послеуборочного дозревания, до достижения зерном состояния полной физиологической зрелости, при котором по семенным и технологическим достоинствам зерно имеет наивысшие показатели.

Как положительный факт необходимо отметить, что процесс послеуборочного дозревания характеризуется реакциями синтеза (образования) белков из аминокислот, крахмала из сахаров, жиров из глицерина и жирных кислот. В итоге этих сложных биохимических процессов наряду с положительным изменением химического состава зерна, его семенных и технологических свойств резко снижаются интенсивность дыхания и активность ферментов, уменьшаются кислотное число жира и титруемая кислотность зерна.

Необходимые и важные условия для нормального протекания процесса послеуборочного дозревания зерна: влажность зерна должна быть ниже критической; в противном случае процессы гидролиза преобладают над процессами синтеза и качество зерна не улучшается, а наоборот, ухудшается; температура зерна должна быть не менее 15 °С; при пониженных температурах процесс послеуборочного дозревания приостанавливается.

Прорастание зерна, наблюдающееся в практике хранения зерна нежелательное явление прорастания отдельных зерен или значительной их части, является последствием созданных для благоприятного протекания этого явления условий, а именно: последствием неправильного хранения и наличия достаточных количеств влаги, теплоты и воздуха.

Основным фактором, способным предупредить процесс прорастания, является более низкая (чем требуется для прорастания) влажность зерна.

#### **1.4 Микроорганизмы зерновой массы**

Невидимые невооруженным глазом растительные и животные организмы принято называть микроорганизмами. К микроорганизмам относятся бактерии, актиномицеты (лучистые грибы), дрожжи, плесени, микроскопические водоросли и простейшие. Микроорганизмы иногда называют микробами, но к последним обычно не относят микроскопические водоросли и простейшие, поэтому понятие «микроорганизмы» шире. Микроорганизмы исключительно ши-

роко распространены в природе - в воде, в почве, в растительных остатках и т.д., где они иногда обнаруживаются в очень больших количествах. Например, в 1 г культурной почвы обычно содержится 2...3 млрд бактерий.

Совокупность микроорганизмов, обитающих в определенном субстрате (почва, вода, пищевые продукты), называется микрофлорой.

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).

Жизнедеятельность микроорганизмов зависит от условий среды их обитания: при благоприятных условиях они развиваются и размножаются, при неблагоприятных - погибают или переходят в состояние покоя. Наиболее важными факторами, определяющими Условия среды обитания и, как следствие, активность микроорганизмов в хранящемся зерне, являются: влажность зерновой массы и ее отдельных компонентов (зерна, примесей, воздуха межзернового пространства), температура зерновой массы, доступ воздуха (кислорода) в межзерновое пространство, целостное состояние зерна и его покровных тканей, количество и видовой состав примесей.

Отрицательное воздействие микроорганизмов на зерновую массу может проявиться (по Л. А. Трисвятскому) в зависимости от условий их развития и продолжительности активного существования в следующих формах: изменение показателей свежести зерна, снижение посевных и товарных достоинств зерна, приобретение зерном токсических свойств, выделение теплоты микроорганизмами.

Изменение показателей свежести зерна. Первым (определяемым органолептические) признаком активной деятельности микроорганизмов в зерновой массе является изменение показателей свежести зерна - цвета, блеска, запаха (и попутно - титруемой кислотности). Эти изменения могут происходить (и без повышения температуры и влажности зерна) в следующей (в порядке нарастания) последовательности: потеря блеска (характеризуется появлением тусклых зерен), изменение цвета (сопровождается образованием запахов разложения плесневого, затхлого, гнилостного и амбарного.

Снижение посевных и товарных достоинств зерна. Изменение показателей свежести зерна в результате жизнедеятельности микроорганизмов влечет за собой естественное снижение его товарных достоинств.

Согласно действующим стандартам заготавливаемое и поставляемое по классам зерно должно иметь нормальный запах, свойственный здоровому зерну (без затхлого, солодового, плесневого и других посторонних запахов).

Развитие плесени непосредственно в области зародыша может привести не только к частичному снижению, но и к полной потере всхожести семян. Основная причина - воздействие на зародыш токсичных продуктов жизнедеятельности грибов. Особенно сильно это проявляется в полевых условиях (отражается на полевой всхожести семян).

Приобретение зерном токсичных свойств. Развитие в хранящемся зерне повышенной влажности и температуры (порядка 25...30 °С) плесеней может сопровождаться образованием чрезвычайно токсичных для человека и животных веществ - микотоксинов, представляющих собой вторичные метаболиты грибов и имеющих различную химическую природу.

Наиболее часто микотоксины накапливаются в масличных культурах, реже - в злаках (в том числе в большей степени - в зерне кукурузы и в меньшей степени - в зерне пшеницы, ржи, ячменя, риса) и почти никогда - в бобовых культурах.

Случайное употребление человеком продуктов, зараженных микотоксинами, приводит к его заболеванию. Из животных наиболее чувствительны к токсичному зерну лошади и свиньи, менее восприимчивы овцы, крупный рогатый скот и домашняя птица.

Процесс жизнедеятельности любого живого организма требует затрат энергии для роста и размножения и сопровождается выделением части ее в окружающую среду. Выделяемая теплота лишь частично выносится из зерновой массы конвективными потоками воздуха, оставшаяся же часть может привести к самосогреванию влажной и сырой зерновой массы.

## 1.5 Вредители хлебных запасов

К вредителям хлебных запасов относятся представители животного мира и насекомых, повреждающих и уничтожающих зерно, крупу, муку, и изделия из них в хранилищах, на перерабатывающих предприятиях, в системе торговли и общественного питания, в домашних условиях.

К вредителям хлебных запасов относят несколько сотен видов класса насекомых, десятки видов класса паукообразных, некоторые виды классов птиц и млекопитающих.

Вредителей, которые относят к насекомым и паукообразным, отличают хорошая приспособленность к условиям обитания, быстрое развитие и большая плодовитость; они широко распространены на земном шаре.

По образу жизни насекомые и паукообразные делят на две группы:

образующие скрытную зараженность - полностью или частично развивающиеся внутри отдельных зерен, например, рисовый и амбарный долгоносик, зерновые точильщик и моль, фасолевая и гороховая зерновки;

образующие явную форму зараженности - развивающиеся в пространствах между зернами или частичками продуктов, а также на их поверхности.

Существуя и развиваясь в хлебных запасах, вредители уничтожают некоторое их количество, снижают пищевые, товарные и семенные достоинства. По некоторым данным, только в результате развития насекомых теряется не менее 5 % мировых запасов зерна и продуктов его переработки. Последнее явление в наибольшей степени характерно для семенного материала, зараженного некоторыми видами клещей, мукоедов, молей и огневок, питающихся зародышами. Снижение пищевых достоинств зерна проявляется: в снижении количества белка, разнонаправленном изменении состава аминокислот, появлении (причем в значительных количествах) мочевой кислоты, в ухудшении качества выпекаемого хлеба (снижаются его высота и пористость, изменяется цвет мякиша, появляются посторонний запах и горьковатый привкус).

Последствия жизнедеятельности вредителей проявляются в загрязнении зерновых масс и продуктов их переработки экскрементами и шкурками после линьки личинок, трупами умерших экземпляров и пр., возможной непригодно-

сти (и даже вредности) продуктов для использования в пищу человека и на корм домашним животным.

Некоторые из вредителей (крысы, мыши и птицы) могут быть переносчиками инфекционных заболеваний животных и человека. Крысы и мыши могут портить конструкционные элементы хранилищ, оборудование и тару.

Осуществление комплекса профилактических и истребительных мероприятий с целью защиты хлебных запасов от вредителей невозможно без учета их физиологических особенностей.

## **1.6 Самосогревание и слеживание зерновых масс при хранении**

Самосогревание - это явление повышения температуры массы зерна вследствие протекающих в них физиологических процессов и низкой теплопроводности. В результате этого явления температура самосогревающихся масс может достигнуть 55...65 °С, иногда - 70...75 °С, что, несомненно, влечет за собой значительное ухудшение их качества вплоть до полной потери товарных достоинств.

Основой физиологических процессов, приводящих к самосогреванию зерна и продуктов его переработки, является активная жизнедеятельность всех их компонентов, сопровождаемая выделением значительных количеств теплоты и влаги.

Процессы самосогревания, протекающие в зерновых массах, классифицируют по следующим признакам: по видам (месту возникновения и протекания); по исходному состоянию зерновой массы; по характерным периодам, связанным с сезонным изменением температуры и показателей качества.

В зависимости от места возникновения и протекания процесса различают следующие виды самосогревания: гнездовое, пластовое и сплошное.

Гнездовое самосогревание может возникнуть на любом участке зерновой насыпи в результате следующих (одной или нескольких, связанных с нарушением основных правил размещения и ухода за зерном) причин: увлажнение какого-то участка зерновой массы в результате протекания крыши; образование

участка с повышенной влажностью при загрузке в хранилище зерна различной влажности; образование участка с повышенным содержанием примесей, пыли и, естественно, микроорганизмов при загрузке в хранилище партий зерна с различным содержанием примесей.

Пластовое самосогревание может возникнуть в зерновой массе в результате увлажнения отдельных слоев насыпи вследствие конвективных токов теплого влажного воздуха и явления термовлагопроводности, вызываемых перепадом температур под действием наружного воздуха, стен, полов хранилища, имеющих (в зависимости от времени года) более низкую или более высокую температуру, чем температура основной массы хранящегося зерна. Пластовое самосогревание возникает при повышении влажности пласта на 1...2 % и более по сравнению со средней влажностью зерновой массы. В зависимости от расположения греющегося пласта различают самосогревание верховое, низовое, вертикально-пластовое, т.е. греющийся пласт может находиться в верхнем, нижнем и боковом слоях насыпи.

Сплошное самосогревание может возникнуть как следствие (иначе как запущенная форма) других видов самосогревания, а также как самостоятельный вид при наличии единственного условия — при хранении зерна высокой влажности, содержащего большое количество примесей, в состав которых входят части растений и незрелые зерна.

## **1.7 Процессы, происходящие в муке, крупе и комбикормах при хранении**

Продукты переработки зерна (мука, крупа, отруби, мучка и комбикорма) имеют характерные особенности протекающих при хранении процессов.

### **1.7.1 Процессы, происходящие в муке при хранении**

Мука в отличие от зерна лишена оболочек, выполняющих защитные функции и, по существу, ничем не защищена от воздействий окружающей среды. Более того, при помоле часть микроорганизмов переходит с поверхности зерна в муку и тем самым ухудшают ее качество при хранении.



Имея большую относительную поверхность частиц, мука обладает высокой способностью сорбировать из окружающей среды пары влаги и газы, в том числе кислород. Это, в свою очередь, создает условия для возникновения в муке гидролитических и окислительных процессов, способных оказывать существенное воздействие на белки, липиды и другие вещества.

Вследствие этих особенностей муку трудно хранить, она значительно менее долговечный продукт, чем зерно. Даже при хранении в обычных условиях в течение нескольких месяцев в муке могут происходить процессы, приводящие к ухудшению ее качества, а иногда и к потерям массы.

Все происходящие в муке процессы в зависимости от влияния их на ее потребительские достоинства принято делить на две группы: положительные и отрицательные.

Положительные процессы способствуют улучшению качества муки, в первую очередь ее хлебопекарных достоинств. В результате протекания этих процессов можно получить хлеб хорошего качества. Совокупность положительных процессов при хранении пшеничной муки принято называть ее созревaniem. Период хранения, в течение которого завершаются положительные процессы, называют отлежкой.

Отрицательные процессы приводят к снижению качества муки, к потере массы ее сухих веществ. К характерным отрицательным процессам относятся перезревание, прогорание, развитие вредителей (насекомых и клещей), плесневение, прокисание, самосогревание, уплотнение и слеживание.

Знание характерных особенностей и физиолого-биохимической сущности процессов, протекающих при хранении муки, позволяет создать условия, способствующие созреванию муки и предупредить (или ослабить) развитие отрицательных процессов.

Тесто из свежесмолотой муки характеризуется повышенной ферментативной (амилолитической) активностью и, как следствие, низкими хлебопекарными свойствами. Выпеченный из такого теста хлеб имеет признаки, характерные для хлеба, выпеченного из муки со слабой клейковиной: расплываемая форма, плотный и малопористый мякиш, корка покрыта мелкими трещинами.

Хлеб, выпеченный из той же, но созревшей (после отлежки) муки, имеет значительно лучшие показатели. Основные признаки созревания муки ее побеление, укрепление клейковины (как следствие, улучшение хлебопекарных качеств), положительные изменения в углеводно-амилазном комплексе.

Продолжительность созревания муки зависит от температуры ее хранения и исходных хлебопекарных свойств зерна, из которого она была выработана. Значительно быстрее мука созревает при температурах 25...45 °С. Понижение температуры замедляет этот процесс вплоть до полной остановки (при 0 °С). Используя этот эффект, можно с помощью температурного фактора регулировать ход (и темп) процесса созревания и тем самым продлевать срок безопасного хранения муки, ускоряя ее созревание перед отгрузкой. Для созревания муки с исходной слабой клейковиной требуются более продолжительные сроки. И наоборот, муку из зерна с хорошими хлебопекарными свойствами следует отгружать в первую очередь. Особенно это касается муки с исходной крепкой клейковиной. Повышенные температуры приводят к ее быстрому перезреванию.

Превышение срока отлежки, необходимого для созревания, приводит к перезреванию муки. Основные признаки перезревания муки - чрезмерное укрепление клейковины, приводящее к ухудшению хлебопекарных достоинств, и потеря свежести.

Явление изменения качества муки при хранении, сопровождающееся накоплением в ней горького вкуса и запаха испорченного жира, принято называть прогоранием. Прогоркание - это негативный процесс, протекающий в липидах муки в результате гидролитических и окислительных реакций. Характер протекания и конечные результаты последних, от начальных признаков вплоть до полного прогоркания, зависят от следующих условий: исходных свойств муки (а точнее, от состояния и качества зерна, из которого она выработана), доступа воздуха и солнечного света, температуры, при которой хранится мука, ее влажности, сорта муки.

При благоприятных условиях (наличие источника заражения, достаточно-го для жизнедеятельности количества влаги, кислорода и положительная тем-

пература) в муке могут развиваться вредители - насекомые и клещи. Мука с признаками заражения вредителями считается нестандартной и непригодна не только к использованию, но и отпуску на другие предприятия (точнее, реализации) без предварительного обеззараживания.

Хранение муки повышенной начальной влажности либо негативные последствия, вызванные термовлагопроводностью (в результате резкого перепада температур), создают благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, в частности для развития плесени в основном из рода *Penicillium* и в меньшей мере из рода *Aspergillus* при одновременном резком сокращении количества *Ps. herbicola*. Наиболее характерные негативные последствия плесневения муки: потемнение; образование специфического затхлого запаха, передающегося выпекаемому хлебу; снижение содержания белков; увеличение содержания водорастворимых азотистых веществ; укрепление клейковины; возможное образование микотоксинов.

Специфические кислый вкус и запах, значительное повышение титруемой кислотности - характерные признаки прокисания муки. Основная причина прокисания - нарушение режимов хранения, приводящее к одновременному развитию в муке двух групп различных (входящих в типичный состав микрофлоры муки) бактерий: крахмалоразлагающих (разлагающих крахмал до сахара) и кислотообразующих (сбраживающих образующиеся сахара в различные органические кислоты).

Случаи самосогревания наблюдаются при хранении муки повышенной влажности (15,5...16,0 %), при неравномерном распределении влаги в муке, при укладке свежесмолотой муки в штабеля или в вагоны без должного охлаждения после выбоа. Самосогревание муки - явление, аналогичное самосогреванию зерновой массы, в развитии которого решающую роль играют микроорганизмы, а в некоторых случаях (особенно в южных регионах страны) и насекомые.

Хранение муки как в таре, так и в насыпи может привести к ее уплотнению и слеживанию. Уплотнение - естественный физический процесс, в результате которого под действием собственной массы вышележащих слоев и уменьшения размера скважин между ее отдельными частицами происходит увеличе-

ние насыпной плотности муки. Слеживание - запущенная форма уплотнения муки, которая характеризуется резким снижением ее сыпучести. Внешние признаки слеживания муки в мешках - наличие в муке комков и сплошных глыб, для разрушения которых требуется механическое воздействие.

### **1.7.2 Процессы, происходящие в крупе при хранении**

Технологией производства различных видов крупы предусмотрено удаление цветковых пленок, наружных слоев оболочек, а для некоторых видов и частичное дробление зерна. В результате крупа в отличие от зерна практически не защищена от воздействия микроорганизмов, насекомых и клещей. В хранящейся крупе в отличие от муки могут протекать только отрицательные процессы, приводящие к ухудшению ее потребительских свойств. Наиболее характерные для крупы отрицательные процессы - гидролитические, приводящие к распаду жиров, и окислительные, приводящие к окислению липидов и прогоранию крупы.

На хранение следует закладывать крупу низкой влажности (в пределах 10...12%) и хранить ее при пониженных температурах, не допуская заражения вредителями.

Практика хранения свидетельствует, что по сравнению со всеми остальными видами круп больше всего подвержены прогорканию пшено, затем овсяная и кукурузная крупа. Более того, для этих видов круп характерно более существенное (по сравнению с остальными видами) снижение содержания биологически активных веществ - токоферолов и каротиноидов, наблюдаемое при хранении круп в условиях положительных температур более 6 мес. Более устойчивы при хранении следующие крупы: рисовая, перловая и гречневая.

### **1.7.3 Процессы, происходящие в комбикормах при хранении**

Комбикорма и большинство составляющих их сырьевых компонентов относятся к группе наиболее трудных и сложных объектов хранения. Причина заключается не столько в многообразии самих компонентов, сколько в специфич-

ческих свойствах каждого из них в отдельности. Составные компоненты можно классифицировать по основным различиям: значению критической влажности; качеству исходного сырья, из которого получен тот или иной компонент; процентному содержанию и кислотному числу жира; численности микрофлоры. К основным отрицательным процессам, приводящим к ухудшению качества и даже порче комбикормов, относят все характерные для зерновых масс (но в еще большей степени) процессы: микробиологические, гидролитические, окислительные и биологические.

Комбикорма - весьма благоприятная питательная среда для многих бактерий. Наибольший вклад в изначальную обсемененность комбикормов микрофлорой вносит зерно и зерновые продукты (отруби, мучка и пр.). Для производства комбикормов зачастую используют зерно, не отвечающее требованиям стандартов к зерну, которое можно направить на переработку в муку или крупу, следовательно, такое зерно весьма неустойчиво в хранении. В результате при благоприятных условиях (влажность на уровне критической и более (10...14,5 %); температура от 10 до 20 °С и выше; обеспеченность кислородом вследствие большой скважистости: для рассыпных - 56...58 %, гранулированных - 50...54 %) в комбикормах быстро развиваются плесени, выделяется много теплоты, возникает процесс самосогревания. Следствием подобных нежелательных процессов может быть развитие патогенных представителей микрофлоры, способных вызывать микозы или производить сильнейшие яды, например афлатоксины.

Комбикорма, выработанные для животноводческих комплексов, при относительной влажности воздуха свыше 85 % и температуре воздуха свыше 25°С рекомендуется хранить насыпью в складах напольного типа не более 15 суток, в силосах не более 10 суток. При других более благоприятных условиях внешней среды комбикорма можно хранить не более 30 суток во всех типах складов.

### **Тестовые задания к главе 1**

#### **1. Механические потери зерна и семян при хранении:**

а) травмы

б) дыхание

в) прорастание

г) самосогревание

д) плесневение

2. Вид потерь зерна, при котором не происходит ухудшение качества:

а) травмы

б) развитие микроорганизмов

в) распыл

г) жизнедеятельность вредителей хлебных запасов

д) прорастание

3. Скрытые потери зерна происходят в результате:

а) неучтенного распыла

б) хищения

в) скрытой зараженности

г) нерационального использования

д) неправильного учета при хранении

4. Физические свойства зерна и продуктов его переработки:

а) плотность

б) скважистость

в) парусность

г) температуропроводность

д) самосортирование

5. Массообменные свойства зерна и продуктов его переработки:

а) теплоемкость

б) теплопроводность

в) термовлагопроводность

г) гигроскопичность

д) сыпучесть

6. Максимальная равновесная влажность зерна хлебных злаков (например, пшеницы), %:

а) 33-36

б) 15-18

в) 22-25

г) 40-43

д) 56-59

7. Критическая влажность зерна хлебных злаков (например, пшеницы), %:

а) 14-16

б) 14-15,5

в) 7-8

г) 16-18

д) 9-11

8. Состояние зерна хлебных злаков (например, пшеницы) при влажности 16 %:

а) сухое

б) влажное

в) средней сухости

г) сырое

д) мокрое

9. Основное следствие анаэробного дыхания зерна:

а) выделение большого количества тепла

б) плесневение зерна

в) выделение спирта

г) расходование большого количества тепла

д) увеличение количества гигроскопической воды

10. Физиологические процессы жизнедеятельности зерновых масс при хранении:

а) послеуборочное дозревание

б) дыхание

в) прорастание

г) прогоркание

д) плесневение

11. Факторы, определяющие активность микроорганизмов в хранящемся зерне:

- а) влажность
- б) температура
- в) доступ воздуха в межзерновое пространство
- г) целостное состояние зерна
- д) примеси

12. Физическая основа самосогревания зерновых масс:

- а) низкая теплопроводность
- б) интенсивное дыхание
- в) высокая теплопроводность
- г) пониженная температура
- д) ускоренный газообмен

13. Вид самосогревания, возникающий при засыпке неохлажденного зерна на холодный пол хранилища:

- а) верховое
- б) гнездовое
- в) низовое
- г) вертикально-пластовое
- д) сплошное

14. Основная причина прорастания зерна и семян:

- а) появление в зерновой массе капельно-жидкой влаги
- б) повышение температуры
- в) понижение температуры
- г) понижение влажности зерна
- д) интенсивное освещение

15. Характерный признак послеуборочного дозревания зерна и семян:

- а) гидролиз сложных органических веществ
- б) повышение посевных и технологических качеств
- в) замедленное дыхание
- г) снижение влажности зерна
- д) интенсивное дыхание

16. Обязательные условия для послеуборочного дозревания зерна и семян:



- а) влажность ниже критической
- б) влажность выше критической
- в) повышенная температура (не менее 15<sup>0</sup>С)
- г) пониженная температура (менее 15<sup>0</sup>С)
- д) доступ воздуха

17. Воздействие микроорганизмов на зерновую массу приводит к:

- а) изменению показателей свежести зерна
- б) снижению товарных достоинств зерна
- в) приобретению зерном токсических свойств
- г) увеличению посевных достоинств зерна
- д) выделению теплоты микроорганизмами

18. Вредители хлебных запасов:

- а) жуки
- б) мышевидные грызуны
- в) бабочки
- г) паукообразные
- д) птицы

19. Мировые потери массы зерна от вредителей хлебных запасов по данным ФАО ВОЗ составляют, %:

- а) 0,05
- б) 6 - 10
- в) 20 - 25
- г) 0,02
- д) 0,2

20. Виды самосогревания зерновых масс при хранении в зависимости от места возникновения и протекания процесса:

- а) гнездовое
- б) пластовое
- в) закомное
- г) складское
- д) сплошное

21. Отрицательные процессы, происходящие в муке при хранении:

- а) прокисание
- б) дыхание
- в) прораствание
- г) самосогревание
- д) слеживание

22. Положительные процессы, способствующие улучшению качества муки:

- а) созревание
- б) перезревание
- в) уплотнение
- г) самосогревание
- д) отлежка

23. Прогоркание муки зависит от условий:

- а) состояние и качество зерна из которого она выработана
- б) доступа воздуха и солнечного света
- в) температуры хранения
- г) влажности муки
- д) сорта муки

24. Какая крупа наиболее подвержена прогорканию:

- а) перловая
- б) кукурузная
- в) пшено
- г) рисовая
- д) гречневая

25. Оптимальная влажность круп при хранении, %:

- а) 15 - 16
- б) 10 - 12
- в) 13 - 14
- г) свыше 20
- д) 17 – 19

26. Оптимальный срок хранения комбикормов

- а) до 1 месяца
- б) более 1 года
- в) до 6 месяцев
- г) до 1 года

д) более 6 месяцев

27. Критическая влажность комбикормов при хранении, %:

- а) менее 12
- б) 15 - 16
- в) свыше 20
- г) 10 - 14,5
- д) 17 – 19.

## **Глава 2. Мероприятия, повышающие устойчивость зерна при хранении**

### **2.1 Режимы и способы хранения зерна и продуктов его переработки**

В зависимости от продолжительности периода хранения можно выделить объекты временного (краткосрочного - от нескольких суток до 1...3 мес) и длительного (долгосрочного - от нескольких месяцев до нескольких лет) хранения.

К объектам временного хранения можно отнести свежесобранные зерновые массы и некоторые специфические продукты, например, отруби и мучку, не подвергнутые специальным методам термической обработки, а также жмыхи и шроты - отходы масложирового производства.

К объектам длительного хранения относятся всевозможные продукты переработки зерна, а также зерновые массы, перешедшие из категории объектов временного хранения в категорию объектов длительного хранения в результате специальных технологических приемов обработки (очистка зерновых масс от примесей, сушка, активное вентилирование, химическое консервирование, обеззараживание).

В зависимости от параметров окружающей среды и состояния объектов хранения по влажности и температуре различают следующие три режима хранения:

1) Хранение зерна и продуктов его переработки в сухом состоянии, т. е. при влажности ниже критической.

При влажности ниже критической зерно и продукты его переработки впадают в состояние анабиоза: жизнедеятельность и дыхание их затормаживается, а развитие микроорганизмов и большинства вредителей почти прекращается вследствие отсутствия для этого благоприятных условий.

Перед закладкой зерна на хранение его подвергают сушке. Пределы влажности, до которой должно быть просушено зерно в зависимости от его назначения, приведены в табл.7.

Таблица 7 – Пределы влажности (%), до которых просушивают зерно

Зерновая культура	Назначение зерна					
	на переработку		на хранение до 1 года		на хранение более 1 года	
	не выше	не ниже	не выше	не ниже	не выше	не ниже
<b>Пшеница:</b>	-	-	15,0	14,0	14,0	13,0
для мукомольной и комбикормовой промышленности	15,5	14,5	-	-	-	-
для крупяной промышленности	14,5	13,5	-	-	-	-
<b>Рожь</b>	15,5	14,5	15,0	14,0	14,0	13,0
<b>Ячмень:</b>	-	-	15,0	14,0	14,0	13,0
пивоваренный 1-го класса	15,0	14,0	-	-	-	-
пивоваренный 2-го класса	15,5	14,5	-	-	-	-
для крупяной промышленности	14,5	13,5	-	-	-	-
на солод	15,5	14,5	-	-	-	-
<b>Овес:</b>	-	-	14,0	13,0	14,0	13,0
для крупяной, комбикормовой промышленности и на кормовые цели	15,5	14,5	-	-	-	-
на солод	16,0	15,0	-	-	-	-
<b>Просо:</b>	-	-	15,0	14,0	13,0	12,0
для крупяной промышленности и на солод	15,0	14,0	-	-	-	-
<b>Гречиха</b>	16,0	15,0	15,0	14,0	14,0	13,0
<b>Рис</b>	15,5	14,5	14,0	13,0	14,0	13,0
<b>Кукуруза:</b>	-	-	14,0	13,0	13,0	12,0
для крупяной, мукомольной, крахмалопаточной и пищевого концентратной промышленности	15,0	14,0	-	-	-	-
для комбикормовой промышленности	16,0	15,0	-	-	-	-
<b>Подсолнечник (семена)</b>	-	-	7,0	6,0	-	-
для хлебоприемных предприятий и маслозаводов	9,0	8,0	-	-	-	-

водов						
<b>Горох:</b>	-	-	16,0	15,0	15,0	14,0
для крупной промышленности	15,0	14,0	-	-	-	-
для консервной промышленности и торговой сети	14,0	13,0	-	-	-	-
<b>Соя</b>	14,0	13,0	-	-	-	-

2) Хранение зерна и продуктов его переработки в охлажденном состоянии, т. е. при температурах, практически полностью тормозящих жизненные функции всех компонентов этих объектов хранения.

Согласно принятой классификации, охлажденной считается партия зерна, температура которой не превышает 10 °С. При этом зерновая масса, температура которой в отдельных слоях находится в пределах 0...10 °С, считается охлажденной в первой степени, а ниже 0 °С - охлажденной во второй степени.

В России с ее характерными климатическими условиями в период уборки и в зимний период нашли применение два способа создания режима хранения зерна и продуктов его переработки в охлажденном состоянии: первый, наиболее распространенный - путем охлаждения естественным атмосферным воздухом и второй - путем охлаждения искусственно охлажденным воздухом.

Охлаждение зерна путем перелопачивания - весьма примитивный и трудоемкий процесс. Данный способ применяется лишь в крайних случаях, когда нет возможности охладить зерно другими, более эффективными и экономически выгодными средствами.

Большой эффект достигается при перемещении зерна на транспортерах (чем длиннее путь и чем больше зерно соприкасается с воздухом, тем выше эффект охлаждения), а также при пропуске зерна через зерноочистительные машины и зерносушилки. В последнем случае вентиляторы подают в сушильные и охладительные камеры только холодный атмосферный воздух.

Наивысший эффект охлаждения зерна и продуктов его переработки достигается при использовании специальных установок для активного вентилирования, которые нагнетают охлажденный атмосферный воздух во внутренние слои насыпи зерна или продуктов его переработки.

3) Хранение зерна и продуктов его переработки в бескислородной среде - в герметичных условиях, без доступа воздуха.

Условия хранения в бескислородной среде можно создать любым из трех известных способов: создание модифицированной газовой среды - МГС (естественное снижение содержания кислорода и увеличение содержания диоксида углерода, выделяемого объектами хранения при дыхании); создание регулируемой газовой среды - РГС (введение в емкость с объектами хранения инертных газов и вытеснение оттуда воздуха) и создание вакуума.

Данный режим неприемлем для хранения семенного зерна, так как при этом режиме неизбежна (в зависимости от влажности и срока хранения) частичная или полная потеря всхожести. Однако зерно продовольственного назначения, влажность которого находится в пределах до критической, в условиях хранения в бескислородной среде полностью сохраняет свои технологические достоинства (в том числе мукомольные и хлебопекарные) и фуражные свойства (пищевую и кормовую ценность).

Выбор того или иного режима хранения партий зерна и продуктов его переработки и специальных технологических приемов их обработки определяется совокупностью целого ряда факторов: целевым назначением и качеством объектов хранения, климатическими особенностями региона хранения, техническими возможностями предприятия, технико-экономической целесообразностью. Наилучшая сохранность объектов длительного хранения при минимуме затрат достигается при комплексном сочетании режимов, например, при хранении объектов в сухом и одновременно охлажденном состоянии, либо в сухом состоянии в бескислородной среде.

Возможность реализации того или иного режима хранения зерна и продуктов его переработки неизбежно связана с необходимостью наличия на предприятии специально оборудованных для этого хранилищ и особенностями размещения в них объектов хранения, поскольку свойство сыпучести зерновых масс и продуктов их переработки позволяет размещать эти объекты хранения в различные емкости - от мешков до силосов. По этому признаку различают следующие способы хранения: тарный - в мешках и бестарный (насыпью) - в скла-

дах, бункерах и силосах. Иногда хранение зерна в складах называют напольным способом хранения, а в бункерах, силосах и закромах малой вместимости - закрожным способом хранения.

## **2.2 Мероприятия, повышающие устойчивость зерна при хранении**

Свежеубранная зерновая масса, кроме зерна основной культуры и некоторого количества зерен других культур (которые по ценности не ниже зерна основной культуры), содержит в своем составе нежелательные компоненты: семена сорных растений, мелкие, поврежденные и дефектные зерна основной культуры, органические, минеральные и вредные примеси. Присутствие в зерновых массах этих примесей ухудшает качество зерна и затрудняет его хранение.

Например, сильная засоренность зерна ухудшает как мукомольные, так и хлебопекарные свойства получаемой из этого зерна муки, придает хлебу неприятный вкус и темный цвет. Мелкие и щуплые зерна уменьшают выход готовой продукции (муки и крупы), имеют повышенную обсемененность поверхности микроорганизмами. Употребление зерновых продуктов питания, которые содержат в себе вредную примесь (куколь, спорынья, горчак и др.) более установленного стандартом количества, приводит к отравлению человека и животных. Присутствующие в зерновой массе высоковлажные и в значительной мере заселенные микроорганизмами примеси (части стеблей, семена сорных растений) служат источником самосогревания, снижают сыпучесть зерна, затрудняют его обработку.

### **2.2.1 Очистка зерна**

Очистку зерновых масс осуществляют путем сепарирования - механического разделения смесей на их составные, более однородные части (фракции), различающиеся по следующим основным признакам: геометрическим размерам (длине, ширине, толщине), аэродинамическим свойствам (скорость витания), плотности, форме и состоянию поверхности, магнитным и другим свойствам.

Именно с учетом этих признаков и разработаны основные органы зерноочистительных машин - сепараторов, используемых для выделения из зерновых масс нежелательных компонентов.

В частности, для выделения примесей, отличающихся от зерна геометрическими размерами, в сепараторах устанавливаются металлические сита (решета) с отверстиями круглыми (для выделения примесей, отличающихся от зерна шириной), прямоугольными (для выделения примесей, отличающихся от зерна толщиной), треугольными (для выделения примесей, отличающихся от зерна площадью и формой поперечного сечения), а в специальных машинах - триерах - цилиндрические или дисковые поверхности с выштампованными карманообразными ячейками (для выделения примесей, отличающихся от зерна длиной).

Для предварительной очистки свежесобранного зерна от крупных и легких примесей, отличающихся от зерна размерами и аэродинамическими свойствами применяется ворохоочиститель.

Выделение примесей, отличающихся от зерна аэродинамическими свойствами, осуществляется воздушным потоком в пневмосепарирующих каналах.

Для выделения примесей, отличающихся от зерна по плотности, используется принцип разделения, основанный на явлении самосортирования, который применяется в камнеотборочных машинах и пневмосортировальных столах (с дополнительной продувкой слоя воздухом).

Для выделения примесей, отличающихся от зерна по магнитным свойствам, используется принцип, основанный на различии магнитной восприимчивости зерновых продуктов и металломагнитной примеси, нашедший применение в сепараторах с постоянными магнитами и электромагнитами.

### **2.2.2 Сушка зерна**

Основное назначение сушки - доведение зерна до такого состояния, при котором оно впадает в состояние, близкое к анабиозу: жизнедеятельность и дыхание его затормаживаются, а развитие микроорганизмов и вредителей почти прекращается вследствие отсутствия для этого благоприятных условий.



Особенно велико значение сушки при подготовке к хранению свежесобранного зерна, которое к моменту уборки не достигает полной физиологической зрелости и не обладает высокими технологическими достоинствами.

Для хранения сухого зерна большинства культур, за исключением бобовых, семян подсолнечника, а также зерна, принимаемого по особо учитываемым признакам и др. (морозобойного, головневого, фузариозного и др.), требуются зернохранилища вместимостью примерно в 7...10 раз меньше, чем для хранения влажного зерна. Во-первых, потому что сухое зерно занимает меньший объем, а во-вторых, влажное зерно можно хранить в насыпи толщиной до 2 м, в то время как сухое зерно можно хранить в силосах элеваторов в насыпи высотой 40 м и более.

Использование современных высокопроизводительных зерносушилок, находящихся применение на хлебоприемных предприятиях, связано с использованием агента сушки (в виде смеси топочных газов с атмосферным воздухом либо чистого подогретого воздуха) и неизбежным нагревом зерна в пределах, ограничиваемых (с учетом его термоустойчивости) инструкцией по сушке.

Показателем термоустойчивости принято считать максимально допустимую температуру нагрева, при которой сохраняется качество зерна в соответствии с его назначением.

Известно, что величина допустимой температуры нагрева зерна ограничена и зависит от очень многих факторов, в том числе от сорта, степени зрелости, назначения, влажности зерна, состояния его белкового комплекса, а так же от способа и режима сушки.

Толщина и состояние слоя зерна, подвергаемого сушке, predetermined конструктивными особенностями конвективных зерносушилок. Сушка может осуществляться при одном либо при комбинированном сочетании нескольких из нижеперечисленных состояний зернового слоя: плотный, разрыхленный, кипящий, виброкипящий, взвешенный, падающий.

Сушилки, осуществляющие сушку зерна в плотном неподвижном слое, относятся к установкам периодического действия (сушилки камерного и бункерного типов).

Сушилки, в которых зерно сушится в плотном малоподвижном слое, являются установками непрерывного действия (шахтные прямоточные сушилки).

Сушилка зерна в разрыхлённом слое находит применение в барабанных сушилках.

Сушка зерна в кипящем, как и во взвешенном и падающем слое находит применение в специальных устройствах для быстрого предварительного нагрева сырого зерна перед его последующим обезвоживанием в плотном малоподвижном либо плотном подвижном слое.

Сушка в падающем слое осуществляется во время гравитационного, искусственно замедленного с помощью специальных тормозных элементов движения зерна в противотоке агента сушки.

### **2.2.3 Активное вентилирование зерновых масс**

Активное вентилирование осуществляется принудительным продуванием зерновых масс воздухом через скважины межзернового пространства. Проходя через слой зерна, воздух в зависимости от влажности и температуры может охлаждать зерно (если температура зерна выше температуры воздуха), подогреть зерно (если температура зерна ниже температуры воздуха), подсушивать зерно (если парциальное давление содержащихся в воздухе водяных паров ниже парциального давления водяных паров воздуха в межзерновом пространстве и на поверхности зерна) и увлажнять зерно (если парциальное давление содержащихся в воздухе водяных паров выше парциального давления водяных паров воздуха в межзерновом пространстве и на поверхности зерна).

Таким образом, использование активного вентилирования в процессе обработки, временного и длительного хранения зерновых масс позволяет:

- предупредить и ликвидировать самосогревание зерна;
- охладить зерно до температуры, обеспечивающей его длительную количественно-качественную сохранность;

- осуществить сушку зерна теплым воздухом с низкой относительной влажностью и тем самым ускорить процессы послеуборочного дозревания зерна, повышения семенных и хлебопекарных достоинств;
- создать неблагоприятные условия для развития вредителей хлебных запасов и микроорганизмов;
- устранить некоторые посторонние запахи в зерновой массе;
- произвести дегазацию зерновых масс после обработки фумигантами.

В зависимости от типа хранилища различают следующие установки для активного вентилирования: для площадок, для складов с горизонтальными полами, для складов с наклонными (заглубленными) полами, для силосов элеваторов, для металлических силосов и для вентилируемых бункеров. В зависимости от варианта исполнения установки бывают стационарные, передвижные (трубные) и напольно-переносные.

#### **2.2.4 Химическое консервирование зерна**

При химическом консервировании зерно покрывается тонким слоем консерванта, который предотвращает развитие микроорганизмов на его поверхности, позволяет ликвидировать самосогревание зерна и даже предохранить его от развития вредителей хлебных запасов при длительном хранении. Обработанное консервантом зерно в зависимости от состояния (влажности и сыпучести) может храниться в складах, силосах элеваторов, укрытых от атмосферных осадков бункерах, закромах и даже на открытом воздухе под укрытием из полиэтиленовой пленки. Продолжительность безопасного хранения зависит от вида консерванта, состояния зерна по влажности и его назначения (семенное, продовольственное или кормового назначения).

В России для консервирования сырого зерна кормового назначения применяют 100%-ю пропионовую кислоту, 86%-ю муравьиную, 80, 96 и 100%-ю уксусную кислоту и 70%-й концентрат низкомолекулярных кислот (КНМК), в состав которого входят муравьиная (30...35 частей), уксусная (26...30 частей), пропионовая (до 8 частей) и масляная кислоты (до 5 частей), а также вода

(25...30 частей). Из них наиболее эффективными признаны пропионовая кислота и концентрат КНМК.

По зоотехническим условиям кормовое зерно, консервированное пропионовой кислотой и КНМК, можно (и желательно) скармливать животным во влажном состоянии. Животные охотно поедают этот корм, и он лучше усваивается. Кроме того, как свидетельствует практика, затраты на химическое консервирование в среднем на 20 % ниже затрат на обработку и сушку зерна на зерноочистительно-сушильных комплексах.

За рубежом для консервирования зерна продовольственного назначения, влажность которого ниже критической, используют те же консерванты, что и для хранения кормового зерна. Единственное отличие - более низкие дозы внесения консервантов - 0,3...1,0 %.

В России в качестве консервантов продовольственного зерна с целью создания условий для безопасного длительного хранения, исключающего возможность развития зерновых вредителей, используют пестициды, в частности карбофос, препарат 242, дусты. Используемые в малых концентрациях, они не влияют на продовольственные достоинства зерна. Направляемое на переработку, зерно следует подвергать обязательному контролю с целью выявления остаточного содержания пестицидов.

### **2.3 Борьба с вредителями хлебных запасов**

В России разработан комплекс мероприятий, своевременное и правильное проведение которых с учетом особенностей физиологии вредителей, гарантирует сохранность зерна и продуктов его переработки, исключает возможность угрожающего размножения и распространения вредителей.

Вредоносность вредителей хлебных запасов послужила основанием для введения в нормативные документы следующих двух показателей состояния зерна и продуктов его переработки: зараженность и загрязненность.

Зараженность - определяется наличием живых насекомых и клещей; является технологическим показателем, используемым для характеристики стойкости продуктов при хранении и возможности дальнейшей их порчи; для зерна

оценку этого показателя проводят в соответствии с ГОСТ 13586.6-93 "Зерно. Методы определения зараженности вредителями";

Загрязненность - определяется наличием живых и мертвых насекомых и клещей; является показателем, используемым для характеристики гигиеничности и безопасности, пригодности зерна и продуктов его переработки для продовольственных целей; оценку этого показателя, введенного в нормативный документ "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы" (СанПиН 2.3.2.1078-01) с учетом дополнений и изменений СанПиН 2.3.2.1280-03 проводят в соответствии с утвержденным Росгосхлебинспекцией 18.10.96г. документом "Методы определения загрязненности вредителями зерна, семян зернобобовых культур, крупы, муки и отрубей".

Зараженность (или загрязненность) зерна оценивают величиной суммарной плотности зараженности (или загрязненности) - СПЗ.

При подсчете СПЗ за условную единицу принят эквивалент вредоносности одного жука - рисового долгоносика, являющегося самым распространенным вредителем зерна. Коэффициенты вредоносности остальных вредителей представляют количественную долю вреда каждого из них по отношению к вреду рисового долгоносика. Таким образом, СПЗ оценивается в сравнимых единицах - количеством экземпляров рисового долгоносика в 1 кг зерна (экз/кг) и рассчитывается по формуле:

$$\text{СПЗ} = \sum P_v \times K_v$$

где  $P_v$  - средняя плотность зараженности (или загрязненности) каждым (конкретным) видом вредителя, экз/кг;  $K_v$  - коэффициент вредоносности вредителя.

В зависимости от размера СПЗ в соответствии с ГОСТ 13586.6-93 различают 5 степеней зараженности зерна (табл. 8).

Таблица 8 - Степень заражённости зерна вредителями хлебных запасов

Степень	СПЗ, Экс/кг	Потери в расчёте на 1000т зерна, т		Обоснование целесообразности использо- вания
		Зерна	Недомола муки	
I	≤1	0,34	0,4	Стоимость потерь зерна меньше стоимо- сти дезинсекции; целесообразен прогноз численности вредителей
II	>1...3	1,0	1,2	Стоимость потерь зерна соизмерима со стоимостью дезинсекции
III	>3...15	5,0	6,0	Стоимость потерь зерна больше стоимо- сти дезинсекции; зерно допускается ис- пользовать на продовольственные цели
IV	>15...90	30,0	36,0	Зерно допускается использовать на про- довольственные цели только после под- сортировки незаражённого зерна
V	>90	Непродовольственное зерно		Зерно нельзя использовать на продоволь- ственные цели

Успех в борьбе с вредителями зерна и продуктов его переработки зависит не столько от работы по их истреблению, сколько от своевременности мероприятий по предотвращению заражения ими хлебных запасов и, как положительное следствие, по предотвращению ухудшения их качества и потерь в мас-се.

Именно поэтому системы защиты хранящегося зерна от насекомых и клещей в зависимости от зон страны (расположенных в направлении с севера на юг) включает комплекс профилактических (в том числе карантинных) и истребительных мероприятий. Использование истребительных мероприятий, как правило, неизбежно при несоблюдении мер профилактического характера.

Дезинсекцией (от лат. - уничтожение, устранение и - насекомое) называют истребительные меры, направленные на уничтожение насекомых и клещей в различных объектах. Применяемые способы дезинсекции принято делить на две группы: физико-механические и химические.

К физико-механическим способам дезинсекции относят механическую очистку объектов, термические воздействия, применение различных излучений.

К химическим способам дезинсекции (опыливание, опрыскивание, обработка аэрозолями, фумигация, использование отравленных приманок) относят применение химических отравляющих веществ (пестицидов), минимальные до-

зы которых губительно действуют на вредителей (насекомых, клещей и грызунов), вызывая их смерть или глубокое нарушение жизненных функций. Пестициды, используемые для уничтожения насекомых и клещей, принято называть инсектицидами, а для уничтожения грызунов - родентицидами.

Дератизацией (от лат. - устранение и - крыса) называют истребительные меры, направленные на уничтожение грызунов в различных объектах. Различают три основных способа дератизации: механический (отлов грызунов); химический (применение химических отравляющих веществ); биологический (использование естественных врагов грызунов из мира животных и микробов-возбудителей некоторых инфекционных болезней).

## **2.4 Технологические принципы организации приемки, обработки, размещения, хранения зерна и продуктов его переработки**

При поступлении зерна хлебоприемные и зерноперерабатывающие предприятия должны обеспечить быструю приемку и необходимую обработку его до стойкого в хранении состояния, правильное размещение и тщательное наблюдение за хранящимся зерном и продуктами его переработки.

Хлебоприемные предприятия и элеваторы в соответствии с функциональным назначением обеспечивают приемку, временное хранение, обработку (очистку, сушку), формирование крупных однородных партий, длительное хранение и реализацию зерна, семян зерновых и масличных культур (иногда трав). Конечный результат их деятельности - доведение зерна до установленных промышленных (норм качества при реализации перерабатывающим предприятиям) и других кондиций (посевных, экспортных, специальных).

Все выполняемые с зерном операции связаны с необходимостью транспортирования (внутреннего перемещения) зерна, для чего используют непрерывно действующие машины (конвейеры, нории и т. д.) и самотечные трубы. Обработывают зерно на непрерывно действующем оборудовании (зерноочистительных машинах, зерносушилках). Все это в совокупности с оперативными бункерами и хранилищами позволяет организовать технологический процесс приемки и обработки зерна на хлебоприемных предприятиях по поточному ме-

тоту даже при использовании машин и оборудования различной производительности.

Принципиальная технологическая схема приемки и послеуборочной обработки зерна на элеваторе приведена на рис 2.

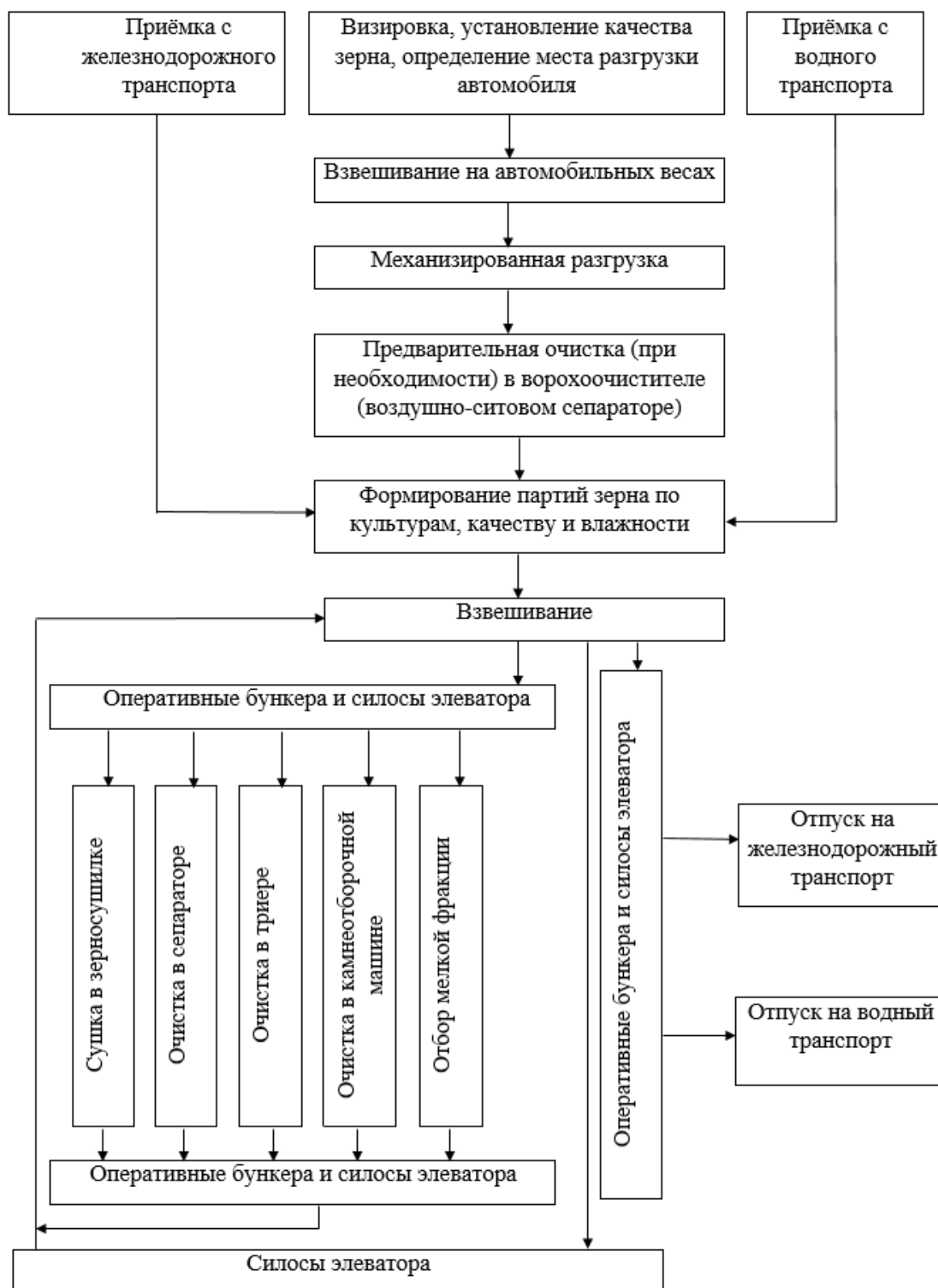


Рисунок 2 - Принципиальная технологическая схема приемки и послеуборочной обработки зерна на элеваторе



Партии семян, не разделенные на классы по влажности и чистоте, подвергаются послеуборочной обработке, которая состоит из следующих основных технологических приемов и операций: отбор проб; взвешивание; разгрузка транспорта; предварительная очистка на ворохоочистителях (или воздушно-ситовых сепараторах); временное хранение семян в накопительных емкостях (бункерах, складах), оборудованных установками для активного вентилирования с целью формирования партий для сушки или закладки их на хранение; сушка на зерносушилках или установках активного вентилирования (с подогревом либо без подогрева атмосферного воздуха); очистка семян от примесей до норм 1-го класса стандартов на семена или, в крайнем случае, при наличии трудноотделимых сорняков до норм 2-го класса (по чистоте); обеззараживание партий семян от вредителей; хранение семян в охлажденном (до низких положительных температур) состоянии; протравливание; отпуск семян.

## **2.5 Учет зерна и зернопродуктов**

Процессы послеуборочной обработки и переработки зерна, а также хранения зерна и зернопродуктов сопровождаются изменением их количественно-качественных показателей. Поэтому лишь в условиях хорошо налаженного на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях учета можно добиться успехов в борьбе с потерями, обеспечить сохранность количества и качества зерна и продуктов его переработки.

Операции количественно-качественного учета, осуществляемые предприятиями, предназначены для контроля сохранности и определения убыли зерна, продуктов его переработки, семян масличных культур и трав по культурам, а неоднородных по качеству партий - и по местам.

При этом партии зерна, семян масличных культур и трав, побочные продукты и продукция (кроме упакованной в мешки стандартной массой) учитываются с указанием массы, влажности и сорной примеси; кукурузы в початках - с указанием массы и средневзвешенной влажности початков; продукции в стандартной упаковке - с указанием числа мест, массы и влажности. Учет отхо-

дов I, II и III категорий ведут только по массе. Учетные операции фиксируют в книгах количественно-качественного учета по соответствующей форме.

Каждая партия отгруженных (отпущенных) зернопродуктов списывается по книгам количественно-качественного учета на основании расходных товарно-транспортных накладных, накладных на перемещение, ведомостей железнодорожных и водных накладных и других документов, удостоверяющих качество (удостоверений о качестве, карточек анализа и др.).

Продукция в мешках стандартной массы, подвергавшаяся на предприятии подработке в связи с нарушением заводской упаковки или упаковки инопоставщика, отпускается потребителям по фактической массе и, в связи с этим подлежит учету в книгах количественно-качественного учета по количеству мест, массе и влажности.

В книгах количественно-качественного учета на основании акта на подработку приходится фактическая масса продукции, полученная после подработки, с указанием ее влажности (определяется лабораторией).

После полного израсходования партии подработанной продукции составляется акт зачистки, который рассматривается и утверждается в установленном порядке.

Убыль массы зерна при обработке и хранении - это вид потерь массы, который имеет место при очистке, сушке и хранении в результате снижения сорной примеси и влажности зерна.

Размер убыли массы зерна (и продуктов его переработки) за счет снижения влажности (%):

$$X_w = \frac{100(w_{\text{п}} - w_{\text{р}})}{(100 - w_{\text{р}})}$$

где  $W_{\text{п}}$  – влажность зерна по приходу, %;  $W_{\text{р}}$  – влажность зерна по расходу, %

Размер убыли массы зерна за счет снижения сорной примеси определяется количеством побочных продуктов и отходов всех категорий, указанных в актах. Однако следует учитывать, что при очистке, вентилировании и других операциях, связанных с перемещением зерна, возможны неучитываемые потери сорной примеси, которые возникают в результате уноса воздухом ее легких

фракций. По этой причине разрешается дополнительно списывать массу зерна (сверх списанной по актам обработки) за счет снижения сорной примеси при сопоставлении показателей по приходу и расходу зерна с пересчетом (%) по формуле:

$$X_{\text{с.п}} = \frac{(a - b)(100 - x_w)}{(100 - b)}$$

где  $a, b$  – количество сорной примеси соответственно по приходу и расходу, %;  
 $X_w$  – размер убыли массы зерна за счет снижения влажности, %.

Убыль массы зерна, определенную по этой формуле, списывают в размере не более 0,2 %.

Естественная убыль массы зерна и продуктов его переработки при хранении. Для определения потерь массы за счет естественной убыли установлены нормы естественной убыли, которые следует применять лишь в тех случаях, когда установлена фактическая недостача зерна и продуктов его переработки. Указанные нормы зависят от продолжительности хранения, типа хранилища и способа хранения (насыпью или в таре). Механические потери в качестве постоянного коэффициента включены в формулу расчета естественной убыли при хранении сроком до 3 мес. Биологические же потери рассчитываются пропорционально всему сроку хранения. Продолжительность хранения определяют по среднему сроку хранения. Причем средний срок хранения до 3 мес исчисляют в днях, а свыше 3 мес - в месяцах. При этом средний срок хранения в днях данной партии зерна, продукции и комбикормов определяется путем деления суммы ежедневных остатков на массу по приходу данной партии (табл.9), а для определения среднего срока хранения в месяцах среднее количество дней хранения делится на 30.

Таблица 9 - Расчет среднего срока хранения

Дата	Приход, кг	Расход, кг	Остаток, кг	Количество дней хранения	Сумма ежедневных остатков, ц
	П	Р	Ост = П – Р	Д	$\sum = (\text{ост} \times \text{Д}) / 100$
20 августа	25 000	-	25 000	3	750
23 августа	75 000	12 500	87 000	8	7000
31 августа	88 000	13 000	162 500	6	9 750

06 сентября	125 000	25 000	262 500	2	5 250
08 сентября	36 000	-	298 500	5	14 925
13 сентября	82 000	32 000	348 500	7	24 395
20 сентября	112 000	22 000	438 500	10	43 850
30 сентября	165 500	35 000	569 000	15	85 350
15 октября	-	69 000	500 000	-	-
ИТОГО	708 500	208 500	500 000	56	191 270

Средний срок хранения составляет  $(191270 \cdot 100) / 708500 = 27$  дней.

## Тестовые задания к главе 2

1. Продолжительность временного (краткосрочного) хранения зерна и семян:

- а) до 6 месяцев
- б) до 2 недель
- в) до 2 месяцев
- г) до 10 дней
- д) до 3 месяцев

2. Способ хранения зерна и семян в таре:

- а) в закромах
- б) в бунтах
- в) в мешках
- г) в бункерах
- д) в силосах

3. Объекты временного хранения:

- а) свежесобранная зерновая масса
- б) отруби
- в) зерновая масса после технологических приемов обработки
- г) мучка
- д) шроты

4. Пределы влажности (%), до которых просушивают зерна злаковых культур (например, пшеницы) при режиме хранения в сухом состоянии:

- а) 11-14
- б) 14 - 16

в) 15 - 18

г) 17 - 19

д) 6 – 7

5. Температура зерна, соответствующая первой степени охлаждения, °С:

а) ниже + 10

б) - 1

в) - 5

г) - 10

д) выше + 10

6. Температура зерна, соответствующая второй степени охлаждения, 0С:

а) + 10

б) + 15

в) + 5

г) + 1

д) ниже 0

7. Наиболее эффективный способ охлаждения зерновой массы:

а) перелопачивание

б) активное вентилирование

в) перемещение зерна на транспортерах

г) пропуск через зерноочистительные машины

д) проветривание

8. Наиболее вероятное последствие хранения семенного зерна в бескислородной среде:

а) прораствание

б) снижение всхожести

в) самосогревание

г) плесневение

д) гниение

9. Нормы естественной убыли массы зерна при хранении зависят от:

а) типа зернохранилища

б) способа хранения

- в) режима хранения
- г) продолжительности хранения
- д) обработки зерна

10. Примеси, ухудшающие качество зерна и затрудняющие его хранение:

- а) семена сорных растений
- б) дефектные зерна основной культуры
- в) органические примеси
- г) вредные примеси
- д) некоторое количество зерен других культур

11. Для выделения примесей, отличающихся от зерна шириной, используют от-  
верстия сит:

- а) прямоугольные
- б) круглые
- в) треугольные

12. Машина для выделения из зерновой массы длинных и коротких примесей:

- а) триер
- б) сепаратор
- в) аспиратор
- г) пневмосортировальный стол
- д) камнеотборочная машина

13. Машина для предварительной очистки свежесобранного зерна:

- а) сепаратор
- б) ворохоочиститель
- в) триер
- г) камнеотборочная машина
- д) пневмосортировальный стол

14. Толщина насыпи влажного зерна, рекомендованная при его хранении, м:

- а) 4,5
- б) 5
- в) 7
- г) 10

д) 2

15. Термоустойчивость зерна ограничена и зависит от факторов:

- а) степени зрелости
- б) назначения
- в) способа и режима хранения
- г) влажности
- д) состояния его белкового комплекса

16. Сушилки, в которых зерно сушится в плотном малоподвижном слое, являются:

- а) камерного типа
- б) бункерного типа
- в) шахтные прямоточные
- г) шахтные рециркуляционные
- д) барабанные

17. В результате активного вентилирования зерно можно:

- а) охлаждать
- б) подогревать
- в) увлажнять
- г) подсушивать

18. Вещества признанные наиболее эффективными для химического консервирования зерна:

- а) пропионовая кислота
- б) муравьиная кислота
- в) уксусная кислота
- г) концентрат низкомолекулярных кислот
- д) масляная кислота

19. Допустимая загрязненность продовольственного зерна вредителями хлебных запасов, согласно СанПин, на уровне, экз/кг:

- а)  $\leq 1$
- б)  $> 1..3$
- в)  $> 3..15$

г) > 15..90

д) > 90

20. Истребительные меры борьбы с вредителями хлебных запасов:

а) дезинсекция

б) дератизация

в) соблюдение санитарного состояния и правил хранения

г) недопущение проникновения вредителей в места хранения

21. Химические способы дезинсекции:

а) опыливание

б) опрыскивание

в) фумигация

г) обработка  $\gamma$  - лучами

д) обработка аэрозолями

22. Последовательность операций с зерном на элеваторах:

а) формирование крупных однородных партий

б) временное хранение

в) приемка

г) обработка

д) длительное хранение

23. Последовательность обработки семенного зерна и обеспечение его сохранности:

а) сушка

б) очистка

в) защита от насекомых и клещей

г) активное вентилирование семян

д) протравливание семян

24. Убыль массы зерна при обработке и хранении списывается в размере не более, %:

а) 2

б) 5

в) 0,15



г) 0,5

д) 0,2

### Рекомендуемая литература

1. Атаназевич, В.И. Сушка зерна / В.И. Атаназевич. - М.: Агропроимиздат, 1989. - 240с.
2. Баум, А.Е. Сушка зерна / А.Е. Баум, В.А. Резчиков. - М.: Колос, 1983. – 223с.
3. Беркунова, Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна / Н.С. Беркунова. – М.: Росагропромиздат, 1991. - 120с.
4. Блиев, С.Г. Проблемы качества зерна / С.Г. Блиев. - Изд. центр «Эльфа», 1999. – 215с.
5. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна / Г. Боуманс, пер. с англ. В.И. Дашевского. – М.: Агропромиздат, 1991. – 608с.
6. Вобликов, Е.М. и др. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е.М. Вобликов. – Ростов-на-Дону: Изд. центр «Март», 2001. – 240с.
7. Вобликов, Е.М. Технология хранения зерна / Е.М. Вобликов. 2003. – 438с.
8. Вобликов, Е.М. Технология элеваторной промышленности / Е.М. Вобликов. - Ростов н/Д: «МарТ», 2001. - 192с.
9. Гудилин, А.В. Технология обработки зерна на элеваторах / А.В. Гудилин, С.М. Савченко. – М.: Колос, 1982. - 126с.
10. Жидко, В.И. Зерносушение и зерносушилki / В.И. Жидко, В.С. Уколов. – М.: Колос, 1982. - 239с.
11. Изотова, А.И. Технология элеваторной промышленности. Учебно-практическое пособие / А.И. Изотова. – М.: МГУТУ, 2007. – 40с.
12. Казаков, Е.Д. Методы оценки качества зерна / Е.Д. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1987. - 215с.
13. Карпов, Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна / Б.А. Карпов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 288с.

14. Креймерман, Г.И. Технологическое проектирование зернохранилищ / Г.И. Креймерман. - М.: Колос, 1970. - 224с.
15. Крылов, М.М. Курсовое и дипломное проектирование предприятий элеваторной промышленности / М.М. Крылов, Т.В. Потемская, А.Н. Ус. - М.: Агропромиздат, 1985 г. -159с.
16. Лебедев, В.Б. Промышленная обработка и хранение семян / В.Б. Лебедев. – М.: Агропромиздат, 1991. - 255с.
17. Маевская, С.Л. Количественно – качественный учет зерна и зернопродуктов / С.Л. Маевская, О.А. Лабутина. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 296с.
18. Малин, Н.И. Справочник по сушке зерна / Н.И. Малин. – М.: Колос, 1986. – 159с.
19. Малин, Н.И. Технология хранения зерна / Н.И. Малин. – М.: КолосС, 2005. – 280с.
20. Малин, Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Н.И. Малин. – М.: КолосС, 2004. – 240с.
21. Мельник, Б.Е. Активное вентилирование зерна. Справочник / Б.Е. Мельник. – М.: Агропромиздат, 1986.
22. Мельник, Б.Е. Производство зернового сырья на элеваторах \ Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Н.И. Малин. – М.: Колос, 1996. - 496с.
23. Мельник, Б.Е. Технология приемки, хранение и переработка зерна / Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Г.А. Винников. – М.: Агропромиздат, 1990. - 367с.
24. Пилипюк, В.Л. Технгология хранения зерна и семян / В.Л. Пилипюк. 2011. - 310с.
25. Платонов, П.Н. Элеваторы и склады / П.Н. Платонов, С.П. Пунков, В.В. Фасман. – М.: Агропромиздат, 1987.
26. Подкопаев, В.Н. Повышение качества и сокращение потерь зерна \ В.Н. Подкопаев. – М.: Хлебпродинформ, 2002. – 192с.
27. Пунков, С.П. Проектирование элеваторов и хлебоприемных предприятий с основами САПР / С.П. Пунков, Л.В. Ким, В.Б. Фейденгольд. – Изд-во Воронежского университета, 1996.

28. Пунков, С.П. Хранения зерна. Элеваторно-складское хозяйство и зерносушение / С.П. Пунков, А.И. Стародубцева. - М.: Агропромиздат, 1980. - 368с.
29. Симбирский, В.А. Справочник по заготовкам и качеству зерна / В.А. Симбирский, Б.М. Мишков, В.М. Батурин. - М.: Агропромиздат, 1985. - 336с.
30. Стародубцева, А.И. Практикум по хранению зерна / А.И. Стародубцева, Н.И. Паньшина. - М.: Колос, 1976. - 256с.
31. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна / Л.А. Трисвятский. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351с.
32. Юкиш, А.Е. Справочник работника элеваторной промышленности / А.Е. Юкиш, Э.С. Хувес. – М.: Колос, 1983. - 304с.

#### **Список использованных источников**

1. Малин, Н.И. Технология хранения зерна / Н.И. Малин. – М.: КолосС, 2005. – 280с.
2. Вобликов, Е.М. и др. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е.М. Вобликов. – Ростов-на-Дону: Изд. центр «Март», 2001. – 240с.
3. Стародубцева, А.И. Практикум по хранению зерна / А.И. Стародубцева, Н.И. Паньшина. - М.: Колос, 1976. - 256с.

Учебное издание

**Тупольских Татьяна Ильинична,  
Шумская Наталия Николаевна  
Гучева Наталья Владимировна**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ  
И ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА**

**Учебно-методические пособие**

Ген. план 20\_\_г.  
поз.

---

В печать \_\_\_\_20\_\_г.

Формат \_\_\_\_\_ Бумага тип №\_ Офсет.

Объем \_\_\_\_ усл. п. л. Заказ № \_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_ экз. Цена свободная

---

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:  
344000, г. Ростов–на–Дону, пл. Гагарина, 1