

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.23 Технология хранения и переработки продукции растениеводства**

**Направление подготовки 38.03.01 Экономика**

**Профиль подготовки Бухгалтерский учет, анализ и аудит**

**Форма обучения заочная**

# **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

## **1.1   Лекция № 1 (2 часа)**

**Тема: «Введение в дисциплину «Технология хранения и переработки продукции растениеводства»**

### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Цель и задачи дисциплины
2. Повышение качества продукции растениеводства
3. Борьба с потерями при хранении.

### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1.   Цель и задачи дисциплины**

Сельское хозяйство производит основные пищевые продукты, а также сырье для пищевой и некоторых отраслей легкой промышленности, выпускающей товары народного потребления. От количества и качества этих продуктов, разнообразия их ассортимента во многом зависят здоровье, работоспособность и настроение человека.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Правильно организовать производство продуктов в конкретных условиях с наибольшей экономической эффективностью и в интересах народного потребления.
2. Изучение основ теории и практики хранения сельскохозяйственных продуктов.
3. Подготовка специалистов и руководителей сельского хозяйства в области технологий сельскохозяйственных продуктов.

Повышение качества продукции растениеводства является первой задачей курса хранения продукции растениеводства.

К. Маркс писал, что «производство продуктов питания является самым первым условием жизни непосредственных производителей всякого производства вообще...»

Наряду с увеличением производства сельскохозяйственных продуктов поставлен вопрос о повышении их качества и соответствующих экономических стимулах при продаже государству высококачественной продукции. При переработке доброточесенного сырья увеличивается выход продуктов или изделий хорошего качества, появляется возможность расширять ассортимент товаров. Продажа государству высококачественных продуктов растениеводства и животноводства позволяет колхозам и совхозам получать дополнительные доходы.

Производителям сельскохозяйственного пищевого сырья и пищевых продуктов следует знать основные понятия, характеризующие ценность и значимость этих продуктов в питании человека. Так, «пищевая ценность» продукта характеризует содержание в нем основных веществ, необходимых человеку в питании (белков, углеводов, жиров, витаминов, минеральных веществ и т. д.), а также вкусовые достоинства продукта и его энергетическую ценность. Пищевая ценность продукта тем выше, чем в большей степени он удовлетворяет потребностям организма в пищевых веществах, а также чем в большей степени его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания, разработанной учеными в области физиологии питания.

Изучение основ теории и практики хранения сельскохозяйственных продуктов — вторая задача курса.

Для бесперебойного снабжения населения продуктами питания и промышленности сырьем необходимо иметь достаточные запасы каждого вида продукта. Много зерна, картофеля и овощей в течение года нужно животноводству. Значительная часть урожая должна быть сохранена в качестве посевных фондов. Наконец, для нормального развития экономики и жизни населения в случае неурожая, стихийных бедствий и т. д. необходимы резервы.

Сохранение продуктов растениеводства до времени их использования — важнейшее общенародное дело. Можно повысить урожайность всех культур и резко увеличить их валовые сборы, но не получить должного эффекта, если на различных этапах продвижения продуктов к потребителю произойдут большие потери в массе и качестве. При неумелом обращении с продуктами в послеуборочный период потери их могут быть очень велики. Более того, возможна полная порча продукта или даже приобретение им токсических свойств.

Потери продуктов при хранении — следствие их физических и физиологических свойств. Только знание природы продукта, происходящих в нем процессов, разработанных для него режимов хранения позволяют свести потери до минимума и тем самым способствовать реальному росту урожайности.

Подготовка специалистов и руководителей сельского хозяйства в области технологии сельскохозяйственных продуктов — третья задача курса. В колхозах, межколхозных предприятиях и совхозах производится из своего сырья широкий ассортимент продуктов и других товаров как для местного снабжения, так и на продажу за пределами хозяйства или даже района и области.

Таким образом, курс «Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов» комплексный. Он охватывает большой круг вопросов, изучение которых поможет будущим руководителям сельскохозяйственного производства активно бороться за повышение качества продуктов растениеводства, эффективно вести борьбу с потерями этих продуктов при хранении, обработке и переработке.

Задачи этого курса предопределяют его техноэкономический характер.

## **2. Повышение качества продукции растениеводства**

Наряду с увеличением производства сельскохозяйственных продуктов поставлен вопрос о повышении их качества и соответствующих экономических стимулах при продаже государству высококачественной продукции. При переработке доброкачественного сырья увеличивается выход продуктов или изделий хорошего качества, появляется возможность расширять ассортимент товаров. Продажа государству высококачественных продуктов растениеводства и животноводства позволяет колхозам и совхозам получать дополнительные доходы.

Производителям сельскохозяйственного пищевого сырья и пищевых продуктов следует знать основные понятия, характеризующие ценность и значимость этих продуктов в питании человека. Так, «пищевая ценность» продукта характеризует содержание в нем основных веществ, необходимых человеку в питании (белков, углеводов, жиров, витаминов, минеральных веществ и т. д.), а также вкусовые достоинства продукта и его энергетическую ценность. Пищевая ценность продукта тем выше, чем в большей степени он удовлетворяет потребностям организма в пищевых веществах, а также чем в большей степени его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания, разработанной учеными в области физиологии питания.

В связи с особой значимостью белков в питании человека роль того или иного продукта в питании характеризуют его «биологической ценностью», т. е. содержанием белков и их аминокислотным составом, наличием в них незаменимых аминокислот.

Наконец, необходимость обеспечивать организм человека энергией привела к оценке пищи по ее «энергетической ценности», т. е. способности высвобождать из пищевых веществ в процессе окисления в организме энергию.

Полное представление о пищевой ценности продукта можно получить также, зная, какая его часть попадает в пищу. Для представления об этом имеются данные о так называемой «съедобной части» продукта, т. е. той его части, которая может быть употреблена в пищу.

Известно, что качество любого растительного сырья, производимого в сельском хозяйстве, зависит от многих факторов. Так, пищевая и технологическая ценность зерна и

семян различных культур, картофеля, овощей и плодов, сахарной свеклы, хмеля и другой растительной продукции находится в прямой зависимости от сорта, агротехники (в широком смысле этого слова), климатических факторов (включая и особенности погоды данного года), условий, способов и сроков уборки урожая, послеуборочной обработки, транспортировки и хранения. Все это влияет и на технологические свойства непищевого растительного сырья — волокна льна, хлопчатника и др.

### **3. Борьба с потерями при хранении**

Несмотря на развитие науки и техники, в мировом хозяйстве теряется значительная часть урожая. По данным Международной организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), потери зерна и зернопродуктов при хранении ежегодно составляют 10...15 %, потери картофеля, овощей и плодов - 20...30 %. Потери продуктов при хранении — следствие их физических и физиологических свойств

Различают два вида потерь продуктов при хранении: массы и качества. В большинстве случаев они взаимосвязаны, то есть потери массы сопровождаются потерями качества и наоборот. По природе потери могут быть физическими и биологическими. Возможные виды потерь зерна и семян при хранении:

Биологические

- дыхание
  - прорастание зерна
  - развитие микроорганизмов
    - развитие насекомых и клещей
    - самосогревание
  - уничтожение грызунами
  - уничтожение птицами
- Механические (физические):
- травмы
    - распыл
    - просыпь

Потери массы. Уменьшение массы продукта при хранении может произойти вследствие физических явлений и биологических процессов. Пример физических потерь — испарение части влаги из продукта в окружающую среду. Другой вид физических потерь — отделение мельчайших частиц покровных тканей продукта в процессе его перемещения, перекладки при хранении.

Значительными могут быть потери вследствие биологических процессов. Так, при дыхании семян, картофеля, корнеплодов, плодов расходуются сухие вещества. При соблюдении оптимальных режимов хранения потери вследствие дыхания ничтожны, а у семян часто не выходят за пределы отклонений при взвешивании. Еще большие потери бывают при размножении в продукте микроорганизмов и насекомых-вредителей.

Однако правильная организация хранения обычно исключает активную деятельность микрофлоры и насекомых, и поэтому потери под воздействием данных организмов нельзя признать правомерными. Только неправильной организацией хранения можно объяснить потери массы продуктов вследствие механических просыпей (так называемой растрески), уничтожения их грызунами и птицами.

Чем больше отклоняются условия хранения от оптимальных, тем больше и потери массы. При самосогревании зерна потери массы достигают 3...8 %, значительно снижается качество.

При соблюдении правил потери зерновых за год хранения составляют 0,07..0,3 % массы сухого вещества. Картофель, морковь и многие плоды и овощи можно сохранить с потерей 2..4 % массы за сезон (с осени до весны). Таким образом, потери массы растительных продуктов при хранении неизбежны, но при правильном режиме они не превышают установленных норм.

Потери качества. При правильной организации хранения продукта исключается понижение его качества. Качество продуктов при хранении снижается (за исключением превышения предела долговечности) главным образом вследствие нежелательных процессов: возможного прорастания многих из них, действия микроорганизмов или насекомых, порчи и загрязнения грызунами или птицами, в результате повреждений (травмирования).

Сохранение запасов продуктов с минимальными потерями - очень сложное дело. Перед ними и всеми работниками сельскохозяйственного производства поставлены следующие задачи в области хранения:

- сохранять продукты и семенные фонды с минимальными потерями массы и без снижения качества;
- повышать качество продуктов и семенных фондов в период хранения, применяя соответствующие технологические приемы и режимы;
- организовывать хранение продуктов наиболее рентабельно, с наименьшими затратами труда и средств на единицу массы продукта, снижать издержки при хранении.

Многие сельскохозяйственные продукты (зерно и семена, сено, солома, шишки хмеля, шерсть, шкуры и др.) — хорошая питательная среда для большой группы вредителей запасов (насекомых клещей). Активное развитие их в продукте грозит огромными потерями массы и качества.

Основные факторы, влияющие на жизнедеятельность клеток и тканей самого продукта, микроорганизмов, насекомых и клещей, — температура, влажность и газовый состав окружающей среды. Поэтому все режимы и способы хранения продуктов базируются на изучении взаимосвязей между хранимым объектом и окружающей его абиотической и биотической средой. Таким образом, при хранении сельскохозяйственных продуктов их состояние, потребительная ценность и размеры потерь массы зависят главным образом от следующих причин: интенсивности биохимических процессов, протекающих в клетках и тканях продукта; степени воздействия на продукт микроорганизмов; развития в массе продукта насекомых и клещей. Потери массы продуктов и снижение их качества значительно возрастают при доступе к ним грызунов и птиц

## **1.2 Лекция № 2 (2 часа)**

**Тема: «Классификация показателей качества зерна и их характеристика»**

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Показатели качества 1 группы и их характеристика и методы определения
2. Характеристика показателей качества 2 группы и методы их определения
3. Характеристика показателей качества 3 группы и методы их определения

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Показатели качества 1 группы и их характеристика и методы определения**

Цвет и блеск зерна. Зерно каждой культуры (рода), вида, разновидности, а часто и сорта имеет свойственный ему цвет, а иногда и блеск, являющиеся устойчивыми ботаническими признаками. Так, например, семена фасоли могут быть белыми и окрашенными, зерна пшеницы — краснозерными и белозерными. Зерно проса может быть желтым, красным, серым. Поэтому цвет зерна наряду с другими признаками положен в основу типового состава некоторых культур, принятого в стандартах.

Цвет и внешний вид зерна могут изменяться при неблагоприятных условиях выращивания и нарушениях в технологических приемах обработки и хранения,

Основные причины изменения цвета и внешнего вида зерна следующие, неблагоприятные погодные условия в период формирования и созревания зерна — ранние заморозки, захват суховеем, прорастание зерна в колосе, стекание зерна, действие на зерно

насекомых-вредителей в поле и хранилищах, активное развитие фитопатогенных или сапропитных микроорганизмов, неправильная послеуборочная обработка партий зерна (сушка, очистка, обеззараживание и т.д.).

Запах зерна. Резкое отклонение запаха в зерне от свойственного ему может возникнуть по двум причинам, вследствие его сорбционных свойств; в результате процессов, приводящих к разложению химических веществ, входящих в состав зерна, и других компонентов зерновой массы. В связи с разной природой происхождения запахов они делятся на две группы: сорбционные и разложения. Способность зерна и семян к сорбции объясняется его капиллярно-пористой коллоидной структурой. Между клетками и тканями зерна и семян различных культур находятся макро- и микрокапилляры. Их стенки образуют большую активную поверхность, которая может поглощать, т.е. сорбировать, пары и газы различных веществ, содержащихся в воздухе.

Запахи сорбционные могут быть приобретены зерном или семенами при уборке урожая с полей, засоренных полынью, диким чесноком, донником, кориандром и другими растениями, содержащими эфирные масла. В зерно могут попадать также споры и целые мешочки твердой головни, обладающие запахом селедочного рассола. Сорбционные запахи могут быть случайные, приобретаемые в результате нарушения правил обращения с зерном. Например, при перевозках в загрязненных транспортных средствах, неправильной обработке и хранении зерно может приобрести запах нефтепродуктов; в процессе послеуборочной обработки зерна, а именно в период тепловой сушки при неполном сгорании топлива — запах дыма.

Сорбционные запахи подразделяют на легкоустранимые из зерновой массы (запахи эфирных масел, полынnyй, чесночный, кориандровый и др.), трудно устранимые (дымный) и совсем неустранимые (запах нефтепродуктов).

Наличие посторонних запахов в зерне расценивается как фактор, ухудшающий его качество.

Запахи разложения образуются в самой зерновой массе. Они обусловлены физиологическими, микробиологическими процессами и развитием вредителей хлебных запасов. Типичными запахами разложения являются: амбарный, солодовый, плесневый, затхлый и гнилостный.

Амбарный запах возникает при длительном хранении зерна без перемещения, когда при недостатке кислорода в межзерновых пространствах оно переходит на анаэробное дыхание, сопровождающееся выделением этилового спирта и других промежуточных продуктов. При проветривании запах легко удаляется и не влияет на технологические свойства зерна, однако возможно снижение посевных качеств семян.

Солодовый запах — остро-ароматный и даже приятный. Часто возникает в результате прорастания зерна и на первых стадиях самосогревания. Установлено, что в зерне с этим запахом увеличивается содержание аминосоединений и сахаров. Технологические качества такого зерна понижены, и оно считается неполноценным.

Плесневый и затхлый запахи возникают в зерновой массе вследствие неправильного хранения, приводящего к развитию на зерне плесневых грибов.

Зерно с затхлым запахом считается дефектным и непригодным на пищевые и фуражные цели, так как оно часто приобретает токсические свойства из-за активной жизнедеятельности плесневых грибов. Его используют как сырье при производстве спирта.

Гнилостный запах возникает в результате глубокого разложения зерна под действием гнилостных бактерий или интенсивного развития вредителей хлебных запасов, когда подвергаются разложению их экскременты и трупы. Гнилостно-затхлый запах характеризует полную порчу зерна.

Вкус нормального зерна выражен слабо. Чаще всего он бывает пресным, а у семян эфиромасличных культур — пряным.

Вкус зерна. Отклонением от нормального считается появление в зерне сладкого, горького и кислого вкуса. Сладкий вкус возникает в зерне при прорастании вследствие

расщепления амилазами крахмала на декстрины и сахара, а также в недозревшем и морозобойном зерне, в котором процессы синтеза крахмала не завершены и поэтому наблюдается повышенное содержание Сахаров. Горький вкус обусловлен или попаданием в зерновую массу частиц растений полыни, содержащих горькое вещество — глюкозид абсентин, или обрызгиванием зерна соком сырых растений полыни в процессе обмолота. Перед переработкой горько-полынное зерно обязательно подвергают мойке. Кислый вкус ощущается при развитии на зерне плесеней. Часто он сопровождается появлением затхлого запаха.

Зараженность зерна вредителями хлебных запасов. Под зараженностью зерна понимают наличие в межзерновом пространстве или внутри отдельных зерен живых вредителей хлебных запасов — насекомых или клещей в любой стадии развития. Исходя из биологических особенностей отдельных видов насекомых различают зараженность зерна вредителями в явной и скрытой формах. Явная форма характеризуется наличием живых вредителей хлебных запасов в межзерновом пространстве, а скрытая — наличием вредителей внутри отдельных зерен. Случайно попавшие в зерновую массу полевые вредители (например, клоп-черепашка) не являются признаком ее зараженности.

В зерновой массе могут существовать различные виды насекомых и клещей. Многие из них развиваются только в хранилище и не встречаются в природе (амбарный долгоносик, хрущаки, амбарная моль). Другие способны размножаться в природных условиях и хранилищах (рисовый долгоносик, зерновая моль, фасолевая зерновка, клещи). Третий размножаются только в природных условиях и попадают в хранилище вместе с урожаем (гороховая зерновка, зерновая совка, нематоды и др.).

## **2. Характеристика показателей качества 2 группы и методы их определения**

Крупность и выравненность. Размеры плодов и семян характеризуются диаметром при шарообразной форме или длиной, шириной и толщиной, если форма удлиненная.

Размеры зерен и семян влияют на очистку. Так, при отделении примесей на плоских ситах с продолговатыми отверстиями в основу положена разница в толщине зерна основной культуры и примесей. Разницу примесей и зерна по длине используют при отделении примесей на триерах

Размеры зерен имеют значение и при переработке зерна в муку, крупу. С учетом размеров зерна регулируют рабочие органы машин при шелушении, дроблении, размоле, шлифовании и полировании.

Плотность зерна — это объемная масса, т.е. отношение массы тела к его объему. Плотность указывает на степень зрелости и выполненностии зерна. Зерно зрелое и выполненное имеет более высокую плотность, чем менее зрелое. Разницу в плотности зерна и примесей используют при сортировании зерна и его очистке. Средняя относительная плотность зерна отдельных культур,  $\text{г}/\text{см}^3$ : у пшеницы — 1,49; у ржи — 1,44, у овса (без пленок) — 1,51; у гречихи — 1,28; у льна — 1,12; у подсолнечника — 0,73.

Натура зерна — один из наиболее старых показателей качества зерна. Под натурой зерна понимают массу установленного объема зерна. В нашей стране под натурой понимают массу 1 л зерна, выраженную в граммах.

Натуру зерна определяют при оценке качества зерна пшеницы, ржи, ячменя и овса. Она колеблется в следующих пределах,  $\text{г}/\text{l}$ : для пшеницы — 700—840, для ржи — 660—740, для ячменя — 510—640, для овса — 420—580. Натура зерна среднего качества у пшеницы — 730—740, у ржи — 690—710, у ячменя — 545—605 и у овса — 460—540  $\text{г}/\text{l}$ .

Натура косвенно характеризует выполненностю зерна. Под выполненностю зерна понимают степень его налива и созревания. Для выполненного зерна характерна законченность процессов синтеза веществ, входящих в состав зерна. Выполненностю зерна имеет большое технологическое значение и характеризует его пищевую ценность. В выполненным зерне содержится больше эндосперма, а значит, и крахмала, сахара, белков. Чем больше выполненностю зерна, тем выше его натура.

На натуру влияет много факторов, искажающих прямую зависимость между ее величиной и выполненностю зерна. С увеличением влажности зерна натура его уменьшается, так как уменьшается плотность сырого зерна и снижается сыпучесть зерновой массы вследствие увеличения трения между зернами при насыпании их в пурку, что приводит к более рыхлой укладке их в мерном стакане пурки.

На натуру влияют примеси, находящиеся в зерновой массе. Органические примеси уменьшают плотность укладки зерновой массы, а следовательно, и натуру; минеральные примеси, наоборот, увеличивают ее.

Пленчатость зерна — это процентное содержание цветковых пленок (ячмень, просо, рис, овес), плодовых оболочек (гречиха) или семенных оболочек (клещевина) по отношению к массе необрушенного зерна. При анализе масличных культур (подсолнечника, сафлора) пленчатость называют лужистостью.

Содержание пленок в зерне зависит от культуры, вида, района и условий произрастания. Из всех пленчатых культур самый высокий процент пленок у овса от — 20—42% (чаще 24—32%). Пленчатость (в %) проса — 14—23 (чаще 15—18), гречихи — 17—26 (чаще 19—22), риса — 15—30 (чаще 17—22), ячменя — 8—17 (чаще 10—12).

На пленчатость определенное влияние оказывает сорт. У разных сортов неодинаковы толщина цветковых пленок, размеры зерен и их форма. В пределах одной партии пленчатость отдельных зерен также неодинакова, так как зерно разное по размеру. У зерновых крупяных культур при наличии хорошо развитого ядра меньший процент приходится на пленки. Большие колебания по пленчатости отдельных зерен характерны для метельчатых злаков (овса, риса и сорго) из-за неравномерного цветения и созревания зерен в метелке и у растений с соцветием кисть (у гречихи).

Стекловидность зерна. Под стекловидностью зерна понимают зрительное восприятие внешнего вида зерна, обусловленное его консистенцией. Стекловидными называют роговидные по строению эндосперма зерна, слабо преломляющие лучи света и поэтому при просвечивании выглядящие прозрачными. В разрезе они имеют стекловидный блеск. Мучнистые зерна при просвечивании кажутся темными, в разрезе — белыми.

Консистенция эндосперма обусловливается формой связи белковых веществ зерна с крахмальными зернами. В стекловидном эндосперме значительная часть белка тесно связана с крахмальными зернами и образует широкие прослойки так называемого прикрепленного белка, который не удаляется с них при интенсивной механической обработке. Другая часть белка расположена между крахмальными зернами и при размоле освобождается. Этот белок получил название промежуточного. Мучнистые зерна содержат больше промежуточного белка.

Зерно со стекловидным эндоспермом обладает большей механической прочностью. Под прочностью зерна понимают способность его противостоять разрушению под воздействием приложенных механических усилий.

Консистенция эндосперма учитывается при переработке риса в крупу. Зерно риса стекловидной консистенции более прочное, в результате переработки дает больший выход крупы в виде целого зерна. При варке крупы, полученной из стекловидных зерен, они сохраняются в целом виде, не распадаются.

Количество и качество клейковины. Этот показатель определяют только в зерне пшеницы. Как уже указывалось выше, зерно пшеницы содержит белки с уникальными коллоидными свойствами. Эти белки при замешивании теста образуют белковый студень, который может быть обнаружен в результате промывания теста водой. Согласно ГОСТу 27186, комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу, называют клейковиной. Интернациональное определение клейковины — глютен. Изучением клейковины занимаются более 200 лет. Ей посвящены многие тысячи работ. В настоящее время хорошо известны состав клейковины, ее физические свойства и многие факторы, влияющие на ее качество.

Отмытая из кусочка теста так называемая сырая клейковина содержит до 70% воды. При пересчете на сухое вещество 82—85% клейковины составляют белки — глиадин и глютенин. Соотношение этих белков примерно одинаково. Помимо белков в состав клейковины входят, в %: крахмал — 6 — 16, жир — 2,0—2,8, небелковые азотистые вещества — 3—5, сахар — 1 — 2 и минеральные соединения — 0,9—2,0,

Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется в широких пределах от 14 до 58%, а сухой — 5—28%. Высококлейковинными пшеницами считаются такие, в которых сырой клейковины содержится более 28%.

Упругость — свойство клейковины возвращаться в исходное положение после растягивания или надавливания. Если после применения деформирующего усилия комочек клейковины не обладает способностью к сопротивлению и не восстанавливает первоначальной конфигурации, то клейковина считается неудовлетворительной. При очень упругой клейковине получается тесто трудноразрыхляемое и рвущееся, поэтому избыточная или недостаточная упругость нежелательна.

Под растяжимостью понимают способность клейковины растягиваться в длину. Растяжимость определяют, растягивая кусочек клейковины до разрыва в течение 10 с. В момент разрыва клейковины отмечают длину, на которую она растянулась. По растяжимости клейковина бывает короткой (до 10 см включительно), средней (10—20 см) и длинной (свыше 20 см).

### **3. Характеристика показателей качества З группы и методы их определения**

Дополнительные показатели качества. Их проверяют в зависимости от возникшей необходимости. Иногда определяют полный химический состав зерна или содержание в нем некоторых веществ, выявляют особенности видового и численного состава микрофлоры, исследует остаточное количество фумигантов в зерне после газации в целях дезинсекции, микотоксина, соли тяжелых металлов и др. Неспособность теста из ржаной муки образовывать связную клейковину резко понижает его газоудерживающую способность. Поэтому в ржаном тесте значительно большую роль, чем в пшеничном, играют углеводы, в особенности крахмал и слизистые вещества. В зависимости от состояния крахмала, степени его гидролиза, физических свойств слизистых веществ и активности амилолитических ферментов в пластических свойствах ржаного теста наблюдаются заметные отклонения. При уменьшении степени полимеризации крахмала и слизистых веществ в результате большой активности амилазы получается плавящее тесто, дающее хлеб более низкого качества.

Для оценки хлебопекарных свойств муки применяют метод опытных выпечек. Однако длительность и сложность опытных выпечек ржаных хлебцев сдерживает их широкое применение. Чаще используются косвенные методы, основанные на определении активности а-амилазы или ее влияния на углеводы (по вязкости водно-мучной суспензии, изменению содержания Сахаров и др.).

В суспензиях из муки, в которой крахмал находится в нормальном состоянии, наблюдается значительное увеличение вязкости с повышением температуры в результате клейстеризации крахмала. Мука, отличающаяся высокой активностью а-амилазы при испытании в тех же условиях, дает низкие показатели вязкости. Это особенно отчетливо проявляется при анализе муки из проросшего (или начавшего прорастать) зерна.

Приборы для выявления этих свойств по принципу действия представляют собой вискозиметры. Механическая запись кривых вязкости проводится при помощи амилографа Брабендера. Приготовленную из 80 г муки и 450 мл воды суспензию помещают во вращающийся сосуд из нержавеющей стали, обогреваемый до нужной температуры, где суспензия перемешивается двухлопастным рычагом. Противодействие суспензии, а позднее клейстера, фиксируется через систему рычагов пишущим прибором на специальной бумажной ленте. Чем выше кривая, тем больше вязкость клейстера и тем, следовательно, лучше состояние крахмала для приготовления теста и выпечки. Низкие

кривые характерны для муки с большей активностью а-амилазы, содержащей много декстринов, которые в процессе испытания обладают меньшей вязкостью.

Принято считать, что ржаная мука имеет хорошие хлебопекарные свойства при вязкости не менее 400 единиц амилографа. Нормально созревшее и хорошо сохраненное зерно ржи лучших советских сортов, особенно из центральных и восточных районов страны, имеет большой показатель вязкости (500—800 е. а. и более).

Амилографы применяют и для оценки пшеничной муки (особенно с повышенной амилолитической активностью), крахмала и некоторых других продуктов. Новой модификацией амилографа Брабендера является вискограф, позволяющий измерять вязкость при постоянной температуре в пределах от 20 до 150 °С.

В последние годы широко применяется прибор Хагберга — Пертена (ри, представляющий собой вискозиметр погружения. По времени падения (в секундах) плунжера в высокой пробирке, наполненной клейстеризованной водно-мучной суспензией, судят о хлебопекарных достоинствах муки. Так, число падения порядка 160 и выше характеризует зерно ржи с хорошими хлебопекарными качествами; 120—150 — типично для зерна среднего качества, а 100 и ниже — с низкими хлебопекарными качествами. На том же принципе основан прибор ПВ-1. Установлено также, что по числу падения можно судить и о хлебопекарных достоинствах пшеницы. Однако число падения при этом будет иметь другие градации. В лабораториях Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, селекционных институтов и станций, а также в технологических лабораториях качество зерна определяют и по проценту выхода муки из исследуемого образца зерна при определенной схеме и режиме помола.

Очень важно также получить представление о том, как идет процесс измельчения зерна: размалывается ли эндосперм сразу с образованием мелких фракций муки или большая часть его превращается в крупки, которые можно хорошо сортировать по добротности, а затем домалывать в высококачественную муку, не содержащую оболочек.

Опытный помол нескольких килограммов зерна ведут на специальных лабораторных мельницах (Бюллера и др.), представляющих собой целые агрегаты для размола зерна, сортирования промежуточных продуктов на фракции и т. д. Чтобы получить для исследования муку 70 %-ного выхода, можно размалывать образцы зерна массой всего 100—200 г на мельницах типа «Квадрумат-Юниор», «Седимат-Юниор», «МЛВУ» (мельница лабораторная вальцовава универсальная) и др., что особенно важно при селекционной работе.

Размол зерна в сортовую муку необходим и для проведения опытных выпечек, определения пластических свойств теста на приборах, амилографической оценки и седиментационного анализа.

### **1.3 Лекция № 2 (2 часа)**

**Тема: «Классификация пшениц по силе»**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Характеристика пластических свойств клейковины.
2. Факторы, влияющие на количество и качество клейковины.
3. Характеристика сильных пшениц.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Характеристика пластических свойств клейковины.**

Клейковиной называют плотную резиноподобную массу, остающуюся после удаления из теста путем отмывания водорастворимых веществ, крахмала и клетчатки.

Отмытая из кусочка теста клейковина называется сырой. В ней содержится до 70 % воды, которая входит в состав набухшего (гидратированного) студня. При пересчете на

сухое вещество 82—88% клейковины составляют белки. В ней также содержатся крахмал (6—16 %), жир (2—2,8 %), небелковые азотистые вещества (3—5 %), сахар (1—2 %) и минеральные соединения (0,9—2 %). Все эти вещества входят в состав студня клейковины и остаются даже при самом тщательном ее отмывании. Основную массу белков клейковины составляют глиадин и глютенин. Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется от 7 до 50 %. Высококлейковинными пшеницами считаются такие, в которых сырой клейковины более 28 %. Ее количество определяют отмыванием теста, замешенного из 25 г муки или шрота (зерна, размолотого до состояния, близкого к муке). Тесто после замеса до отмывания клейковины должно пройти отлежку в течение 20 мин. Это необходимо для лучшего набухания белков и образования устойчивого студня клейковины.

Клейковину отмывают вручную или механизированным способом.

Качество клейковины характеризуется ее физическими свойствами (упругостью и растяжимостью) и способностью к набуханию.

Упругость — свойство клейковины возвращаться в исходное положение после снятия деформирующих усилий.

Для определения физических свойств клейковины разработаны специальные приборы (пластометр АВ-1, пенетрометр и др.). Более совершенным прибором является измеритель деформации клейковины ИДК-1. Деформирующую нагрузку в этом приборе создает давление груза (120 г), свободно падающего на шарик клейковины (массой 4 г) и сжимающего его в течение 30 с.

Результаты измерения упругости клейковины отмечаются в условных единицах на шкале прибора. Чем больше упругость испытуемого шарика клейковины, тем меньше он сжимается и тем меньшая величина будет зафиксирована на шкале прибора. При плохой упругости показатели шкалы будут максимальными.

Клейковина первой группы дает возможность получить хлеб с хорошей формоустойчивостью и достаточно разрыхленный, с большим объемным выходом, равномерной и тонкостенной пористостью. Клейковина второй группы при достаточном ее содержании обычно обладает меньшей газоудерживающей способностью, что определяет получение хлеба с меньшим объемным выходом, но в большинстве случаев добротачественного. Из зерна (муки), имеющей клейковину третьей группы, получается низкопористый, плохо разрыхленный хлеб, с малым объемным выходом, не отвечающий требованиям ГОСТа по внешним признакам.

Растяжимостью клейковины называется ее способность растягиваться в длину. Клейковину растягивают до разрыва с таким расчетом, чтобы все растягивание продолжалось 10 е. В момент разрыва клейковины отмечают длину (см), на которую она растянулась.

Клейковина с короткой растяжимостью обычно не обеспечивает хорошей разрыхленности теста, как и сильно растягивающаяся клейковина (сильно провисающая и разрывающаяся на весу под собственной тяжестью).

Способность сухих веществ, образующих клейковину, к набуханию (при образовании теста) может быть различной. Исследования в этом направлении показали, что водопоглотительная способность (гидратация) клейковины колеблется в больших пределах. Для клейковины стекловидной пшеницы характерна наибольшая набухаемость. В связи с этим одним из признаков качества является соотношение между массой сырой и сухой клейковины. Высушивание навески сырой клейковины (4 г) ведут по методике, изложенной в ГОСТ 13586.1—68, используя прибор ВНИИХП-ВЧ.

По цвету клейковина может быть светлая, серая или темная. Первая чаще обладает наиболее хорошей растяжимостью и упругостью. Темные тона ее обычно появляются вследствие неблагоприятных воздействий на зерно при созревании, хранении или обработке.

Длительное время считалось, что клейковину из ржи можно отмыть лишь в редких

случаях и путем использования длительной отлежки теста при повышенной температуре. Однако подробное изучение условий формирования ржаной клейковины в настоящее время позволяет легко отмывать ее из любого образца зерна или муки путем предварительного удаления слизистых веществ солевыми растворами. Клейковина ржи, в отличие от пшеничной, темная и, как правило, слабая; в ржаном тесте отсутствует связный клейковинный каркас, так как клейковина почти полностью пептизируется. В связи с этим тестоведение при выпечке ржаного хлеба существенно отличается от пшеничного.

Свойства клейковины из тритикале приближаются к ржаной, но она отмывается обычным методом, так же как и пшеничная.

## **2. Факторы, влияющие на количество и качество клейковины.**

На количество и качество клейковины в зерне пшеницы влияет очень много факторов. Важнейшие из них: сортовые особенности, условия выращивания и уборки урожая, неблагоприятные воздействия, которые испытывает зерно при хранении и обработке.

Содержание клейковины и признаки ее качества — наследственные свойства, хотя и зависят в значительной мере от условий выращивания. При создании нового сорта пшеницы с хорошими хлебопекарными качествами селекционер уже на ранних этапах селекции стремится увеличить содержание в зерне белка и клейковины.

Большинство распространенных в настоящее время в нашей стране сортов озимой и яровой пшеницы обладают хорошими и удовлетворительными качествами, а некоторые сорта — отличными. Однако в результате неблагоприятных условий при возделывании пшеницы технологические и пищевые достоинства зерна могут быть значительно понижены. Так, несоблюдение севооборотов, рекомендованных для данной зоны, недостаток азота в почве, воздействие насекомых (клопов-черепашек), ранние заморозки, уборка в недозрелом состоянии (молочно-восковой спелости) значительно снижают количество сырой клейковины и ухудшают ее качество. Напомним, что на содержание клейковины и ее свойства влияют и климатические особенности производства.

В районах производства зерна пшеницы с лучшими хлебопекарными качествами особенно отрицательное влияние на клейковину оказывают клопы-черепашки. Наибольший вред они наносят в молочной спелости зерна, значительно высасывая его содержимое. Зерно получается щуплым, с многочисленными впадинами на поверхности. Сильное воздействие на вещества зерна клопов-черепашек объясняется тем, что в их слюне имеются активные протеолитические и амилолитические ферменты. Протеиназы, расщепляя белки, изменяют и свойства клейковины. Отмытая из такого зерна клейковина сразу же или через короткое время расплывается, теряет упругость и при дальнейшей отлежке превращается в сметанообразную массу. Она обычно относится к третьей группе.

Интенсивный гидролиз наблюдается и в тесте, где в период его брожения наряду с протеиназами активно действует амилаза. В результате получается плывущее тесто, не способное удерживать газ. Хлеб получается малого объема даже при выпечке в формах, с плохой пористостью и липким мякишем.

При визуальном осмотре зерна можно заметить три признака повреждений, вызываемых клопами-черепашками:

- 1) на поверхности зерна имеется след укола в виде темной точки, вокруг которой образуется светло-желтое пятно; консистенция эндосперма в этом месте мучнистая;
- 2) на поверхности зерна образуется такое же пятно, в пределах которого имеется вдавленность или морщинистость без следов укола;
- 3) на поверхности зерна у зародыша образуется светло-желтое пятно без вдавленности или морщинистости и без следов укола.

Захват зерна суховеем не только приводит к его щуплости, но влияет и на клейковину. Отмытая из такого зерна клейковина обычно имеет короткую растяжимость и

относится ко второй группе.

Влияние заморозков на качество клейковины было рассмотрено при характеристике внешнего вида зерна. Клейковина морозобоиной зерна относится ко второй, а иногда и к третьей группе.

Свойства клейковины могут значительно ухудшиться при прорастании зерна на корню, в валках, на току или в складе, причем количество ее уменьшается, она становится короткорвущейся и крошащейся. Это объясняется специфическим действием свободных непредельных жирных кислот (олеиновой и линоловой), появляющихся в результате интенсивного гидролиза жира при прорастании зерна. При далеко зашедшем прорастании клейковина может быть и слабой.

Белки клейковины и способность их к образованию хорошо гидратированного эластичного студня чувствительны к повышенным температурам.

Степень порчи клейковины в результате самосогревания также зависит от продолжительности процесса и температуры, которой достигла зерновая масса. Следует иметь в виду, что даже начальные стадии самосогревания отражаются на цвете и упругости клейковины.

### **3. Характеристика сильных пшениц.**

Согласно ГОСТу 27186 к сильным пшеницам относят зерно пшеницы отдельного сорта или смеси сортов, которое характеризуется генетически обусловленными очень высокими хлебопекарными достоинствами и потенциальной способностью быть улучшителем слабой пшеницы в хлебопекарном деле. Свойство сильной пшеницы улучшать качество слабой объясняется, прежде всего, особым качеством клейковины таких пшениц. За время приготовления теста она гидролизуется в пределах, не нарушающих газоудерживающую способность. Поэтому в процессе замеса, брожения и расстойки тесто хорошо сохраняет свои физические свойства, мало расплывается. Мука из сильной пшеницы способна поглощать при замесе теста относительно большое количество воды, что приводит к увеличению выхода хлеба. Хлеб из сильной пшеницы имеет большой объем (450—600 см<sup>3</sup> и выше в зависимости от методики пробной выпечки), хорошую формоустойчивость и пористость. Следует отметить, что и среди сильных пшениц имеется известная дифференциация. Разные сорта и партии могут обладать различной смесительной ценностью. Чем выше смесительная способность пшеницы, тем при меньшей ее добавке достигается нужный «эффект смеси», т.е. хлеб из смеси сильной и слабой муки получается даже лучшим, чем из муки одной только сильной пшеницы. В зависимости от смесительной способности сильную пшеницу подразделяют на улучшитель отличный, хороший и удовлетворительный.

Сильные пшеницы очень дефицитны. В мировом производстве мягкой пшеницы относительное количество сильной составляет всего 15—20%, средней 25—30%, слабой 50—55%. Слабые пшеницы получают в увлажненной зоне, где много накапливается углеводов. Основные производители сильных пшениц — Россия, Казахстан, Канада, США, Аргентина и Австралия. Сильные пшеницы имеют наибольший спрос на мировом хлебном рынке, так как почвенно-климатические условия многих стран не позволяют получать высококачественное в хлебопекарном отношении зерно. Продают их по высоким ценам.

Наша страна обладает большими возможностями производства сильной пшеницы, располагая хорошими селекционными сортами и благоприятными почвенно-климатическими условиями во многих регионах. В соответствии с ГОСТом 9353 сильная пшеница должна отвечать требованиям высшего, первого и второго классов. В стандарте регламентирован типовой состав.

К сильной пшенице относят мягкие пшеницы 1, 2 и 3-го подтипов и V типов; 1-й подтип типа и V тип. При этом сорта могут быть только включенные в список «сильных».

В списке на 2001 г. к сильным отнесено 35 сортов озимой пшеницы (Безостая 1,

Донская безостая, Заря, Краснодарская 39, Мироновская 808, Обрий, Олимпия 2, Одесская 51, Скифянка, Спартанка, Тарасовская 29 и др.) и 63 сорта яровой пшеницы (Альбидум 28, Алтайская 81, Вега, Ершовская 32, Крестьянка, Новосибирская 67, Омская 9, Россиянка, Саратовская 29, Саратовская 42, Симбирка, Уралочка, Целинная 20 и др.). Сильная пшеница должна быть не греющаяся, в здоровом состоянии, без посторонних запахов, нормального цвета, допускается только первая степень обесцвеченности.

В зерне сильной пшеницы массовая доля клейковины должна быть не менее 28%. Для сверхсильной пшеницы с количеством клейковины более 36% введен высший класс. Качество клейковины должно быть не ниже 1-й группы.

В перечень показателей, определяющих класс пшеницы, включены также такие показатели, как натура, число падения, трудноотделимая примесь, число проросших зерен. Натура сильной пшеницы должна быть на уровне базисной, число падения — более 200 с, проросших зерен — не более 1%, трудноотделимой примеси — не более 2%.

Пшеница 3-го класса является средней по качеству. Если клейковины в зерне 25% и выше, то из нее получают хороший хлеб без улучшителей.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **2.1 Практическое занятие № 1 (2 часа)**

**Тема: «Научные принципы хранения по Я.Я. Никитинскому, режимы и способы хранения зерна»**

##### **2.1.1 Задание для работы:**

Рассмотреть следующие вопросы

1. Физические факторы, влияющие на сохранность продуктов при хранении
2. Биоз и его виды
3. Анабиоз и его виды
4. Ценобиоз и его виды

##### **2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1) Устный опрос по вопросам практического занятия, обсуждение ответов в группе и (или) тестирование по теме занятия.

2) Содержание вопросов имеет преимущественно практическую направленность. Их обсуждение способствует выработке навыка у студентов применять те или иные теоретические положения по дисциплине к практическим ситуациям.

3) При подведении итога практического занятия по дисциплине преподаватель уделяет внимание формулировкам выводов по рассматриваемой теме.

##### **2.1.3 Результаты и выводы:**

В результате проведения практического занятия созданы условия для восприятия темы, установлена связь с предыдущими темами курса. Поставлены задачи, создающие логическое мышление студентов. Тема практического занятия усвоена.

#### **2.2 Практическое занятие № 2 (2 часа)**

**Тема: «Классификация показателей качества зерна и их характеристика»**

##### **2.2.1 Задание для работы:**

Рассмотреть следующие вопросы

1. Показатели качества 1 группы и их характеристика и методы определения
2. Характеристика показателей качества 2 группы и методы их определения
3. Характеристика показателей качества 3 группы и методы их определения

##### **2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Устный опрос по вопросам практического занятия, обсуждение ответов в группе и (или) тестирование по теме занятия.

2. Содержание вопросов имеет преимущественно практическую направленность. Их обсуждение способствует выработке навыка у студентов применять те или иные теоретические положения по дисциплине к практическим ситуациям.

3. При подведении итога практического занятия по дисциплине преподаватель уделяет внимание формулировкам выводов по рассматриваемой теме.

##### **2.2.3 Результаты и выводы:**

В результате проведения практического занятия созданы условия для восприятия темы, установлена связь с предыдущими темами курса. Поставлены задачи, создающие логическое мышление студентов. Тема практического занятия усвоена.

### **2.3 Практическое занятие № 2 (2 часа)**

**Тема: «Классификация пшениц по силе»**

#### **2.3.1 Задание для работы:**

Рассмотреть следующие вопросы

1. Характеристика пластических свойств клейковины.
2. Факторы, влияющие на количество и качество клейковины.
3. Характеристика сильных пшениц

#### **2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Устный опрос по вопросам практического занятия, обсуждение ответов в группе и (или) тестирование по теме занятия.

2. Содержание вопросов имеет преимущественно практическую направленность. Их обсуждение способствует выработке навыка у студентов применять те или иные теоретические положения по дисциплине к практическим ситуациям.

3. При подведении итога практического занятия по дисциплине преподаватель уделяет внимание формулировкам выводов по рассматриваемой теме.

#### **2.3.3 Результаты и выводы:**

В результате проведения практического занятия созданы условия для восприятия темы, установлена связь с предыдущими темами курса. Поставлены задачи, создающие логическое мышление студентов. Тема практического занятия усвоена.

### **2.4 Практическое занятие № 4 (2 часа)**

**Тема: «Порядок расчета государства с хлебосдатчиками в зависимости от показателей качества зерна»**

#### **2.4.1 Задание для работы:**

Рассмотреть следующие вопросы

1. Понятие базисных и ограничительных кондиций.
2. Формирование цены на зерно по показателям качества.
3. Определение зачетного веса в зависимости от показателей качества.
4. Классификация сильных и твердых пшениц в зависимости от количества и качества клейковины. Цена за каждый класс

#### **2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Устный опрос по вопросам практического занятия, обсуждение ответов в группе и (или) тестирование по теме занятия.

2. Содержание вопросов имеет преимущественно практическую направленность. Их обсуждение способствует выработке навыка у студентов применять те или иные теоретические положения по дисциплине к практическим ситуациям.

3. При подведении итога практического занятия по дисциплине преподаватель уделяет внимание формулировкам выводов по рассматриваемой теме.

#### **2.4.3 Результаты и выводы:**

В результате проведения практического занятия созданы условия для восприятия темы, установлена связь с предыдущими темами курса. Поставлены задачи, создающие логическое мышление студентов. Тема практического занятия усвоена.

Разработал(и): \_\_\_\_\_

В.Н. Яичкин