

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.09.01 Производство круп

Направление подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки Хранение и переработка сельскохозяйственной
продукции

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 Показателя качества и основные свойства зерна. Анатомическое строение зерна.....	3
1.2 Лекция № 2 Основные понятия, цели и задачи технологического процесса производства круп.....	4
1.3 Лекция № 3 Общие принципы построения технологического процесса подготовительного отделения крупозавода.....	6
1.4 Лекция № 4 Очистка зерна от примесей, Нормы качества зерна после очистки.....	7
1.5 Лекция № 5 Гидротермическая обработка зерна. Способы ГТО, эффективность.....	9
1.6 Лекция № 6 Шелушение зерна Способы шелушения. Применяемое оборудование.....	10
1.7 Лекция № 7 Переработка продуктов шелушения. Крupo-отделение.....	12
1.8 Лекция № 8 Шлифование и полирование ядра. Способы, применяемое оборудование.....	13
1.9 Лекция № 9 Дробление ядра. Способы дробления, применяемое оборудование.....	15
1.10 Лекция № 10 Технология гречневой крупы и пшена.....	15
1.11 Лекция № 11 Технология овсяной и рисовой крупы.....	17
1.12 Лекция № 12 Технология пшеничной и ячменной крупы.....	18
1.13 Лекция № 13 Технология кукурузной и гороховой крупы. Технология круп повышенной питательной ценности.....	20
2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ	22
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Отбор и подготовка проб к анализу.....	22
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Определение технологической эффективности работы зерноочистительных машин.....	24
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Изучение взаимозаменяемости сит при фракционировании зерна.....	25
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Оценка качества зерна крупяных культур.....	26
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Определение эффективности пофракционной очистки гречи от примесей.....	27
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Влияние крупности зерна на эффективность его шелушения.....	29
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Влияние нагрузки на эффективность шелушения зерна.....	30
2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Влияние зазора и времени на эффективность шелушения.....	31
2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Разделение шелушенных и нешелушенных зерен, отличающихся размерами.....	32
2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Производство пшена. Оценка качества.....	33
2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Оценка потребительских достоинств крупы.....	34
2.12 Лабораторная работа № ЛР-12 Расчет выхода готовой продукции на крупозаводах.....	35

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «Показатели качества и основные свойства зерна. Анатомическое строение зерна»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Анатомическое строение зерна
2. Технологические свойства зерна
3. Показатели качества зерна

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Анатомическое строение зерна

У всех хлебных злаков зерно представляет собой односемянный плод с тонким околоплодником, плотно сросшимся с семенем.

Зерно имеет выпуклую спинную сторону и плоскую брюшную, вдоль которой у хлебов первой группы видна продольная борозда.

В нижней части зерновки располагается зародыш, выступающий в виде небольшого ноготка. На противоположной зародышу части, в верхнем конце зерновки у пшеницы, ржи и овса имеется хохолок.

По внутреннему строению зерно состоит из трех основных частей: оболочки, эндосперма и зародыша. Оболочки богаты клетчаткой и защищают семя от воздействия внешней среды.

Различают наружную или плодовую, и семенную оболочки. Внутренняя часть зерновки, или мучнистое ядро называется эндоспермом. В эндосперме различают периферический слой, непосредственно прилегающий к оболочке. Этот слой чрезвычайно богат биологически активными веществами, его называют алейроновым слоем.

Под алейроновым слоем располагаются крупные тонкостенные клетки разнообразной формы, занимающие всю внутреннюю часть эндосперма. Эти клетки заполнены крахмальными зёрнами различной величины, в промежутках между которыми расположены белковые вещества.

Крахмальные зёрна у каждого хлебного злака имеют свои характерные вид и форму, что дает возможность при микроскопическом исследовании различать муку разных хлебов и установить примеси.

От количественного соотношения анатомических частей зерна, имеющих разную пищевую ценность, зависят выход и состав муки.

2. Технологические свойства зерна

В качестве объекта хранения и переработки рассматривают не просто зерно, а зерновую массу. При работе с зерном прежде всего необходимо учитывать следующие его свойства: сыпучесть, самосортирование, скважистость, сорбционные и теплофизические свойства.

Сыпучесть характеризуется коэффициентами внешнего и внутреннего трения, определяемого путем измерения угла трения и угла естественного откоса.

Самосортирование – при перемещении зерновой массы наблюдается неравномерное распределение входящих в нее компонентов по отдельным участкам насыпи.

Скважистость - это отношение объема, занятого промежутками между твердыми частицами зерновой массы, к общему объему зерновой массы, выраженное в процентах.

Сорбционные свойства. Зерно и семена всех культур обладают способностью поглощать (сорбировать) из окружающей среды пары различных веществ и газы. Может наблюдаться и обратный процесс - выделения (десорбции) этих веществ в окружающую среду.

Гигроскопичность зерновой массы - это её способность сорбции и десорбции паров воды. Она объясняется в основном капиллярно-пористой структурой зерна и наличием в них гидрофильных коллоидов.

Отдельные зёрна и зерновая масса в целом обладают такими теплофизическими

свойствами, как теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность. Зерновая масса обладает низкой теплопроводностью и температуропроводностью.

Термовлагопроводность - это перемещение влаги, обусловленное градиентом температур. Перемещение влаги в виде конденсата водяных паров по направлению потока теплоты может сопровождаться скоплением ее в отдельных участках зерновой массы, что весьма нежелательно.

3. Показатели качества зерна

Для характеристики качества зерна применяют следующие показатели: общие (относящиеся к зерну всех культур); специальные (применяемые для зерна отдельных культур); показатели безопасности.

В группу общих показателей качества зерна входят: цвет, запах, вкус, зараженность вредителями хлебных запасов, влажность и засоренность. Эти показатели определяют при оценке качества любого зерна, предназначенного для того или иного целевого назначения.

В группу обязательных показателей качества зерна входят такие показатели, которые присущи только отдельным культурам или партиям зерна, используемым по определенному целевому назначению.

К обязательным показателям относят: стекловидность, количество и качество сырой клейковины пшеницы, объемную массу (пшеницы, ржи, ячменя и овса), содержание мелкого зерна, крупность зерна, пленчатость и процентное содержание ядра в крупных культурах.

К показателям безопасности относят содержание токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов, вредных примесей и радионуклидов, которое не должно превышать допустимых уровней согласно СанПиН

В группу дополнительных показателей качества входят показатели химического состава зерна, содержание микроорганизмов, активность ферментов и т.п.

1.2 Лекция №2 (1час)

Тема: «Основные понятия, цели и задачи технологического процесса производства круп»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия
2. Цели и задачи производства круп
3. Основные этапы производства круп

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия

Крупа - это важный продукт питания, обладающий высокой пищевой ценностью. Крупы представляют собой целое или дробленое зерно, освобожденное от неусвояемых частей зерна.

Благодаря высокой питательной ценности, хорошей усвояемости и невысокой стоимости крупы широко используются в питании.

В крупе содержатся незаменимые аминокислоты, витамины, минеральные соли. Крупы широко используются в кулинарии для приготовления разнообразных первых и вторых блюд, а в пищевой промышленности - для производства консервов и пищевых концентратов.

В зависимости от вида зерна крупы подразделяют на следующие: гречневую, рисовую, овсяную, ячменную, пшено, пшеничную, гороховую и др.

По способу обработки зерна крупы могут быть нешлифованными, шлифованными, полированными, недроблеными, дроблеными, плющеными. В зависимости от гидротермической обработки — пропаренными и непропаренными. При определении сорта крупы учитываются ее чистота, содержание доброкачественного ядра, сорных примесей, необрушенных зерен, испорченных и колотых ядер.

Химический состав крупы зависит от вида зерна и технологии производства. В крупах содержится от 60 до 85% углеводов. Углеводы круп - это в основном крахмал, небольшое количество сахаров и клетчатки. От свойств и количества крахмала зависят увеличение объема круп при варке, консистенция каш. Наибольшим содержанием крахмала отличаются крупы из риса, пшеницы, кукурузы.

2. Цели и задачи производства круп

Физиологические нормы питания человека, разработанные в нашей стране, предусматривают введение в рацион различных круп примерно 24...35 г в день. Предпочтительнее крупы из гречихи, риса, овса и бобовых, поскольку их белки обладают повышенной биологической ценностью. Все крупы богаты крахмалом. Особенно необходимы крупы в рационе питания детей и при различных заболеваниях.

Основная задача переработки зерна в *крупу* - максимальное удаление внешних покровов зерна, которые не усваиваются организмом человека. Из зерна без оболочек легче и быстрее приготовить пищу.

3. Основные этапы производства круп

Процесс выработки крупы состоит из последовательного ряда операций, каждая из которых определенным образом влияет на состав и свойства получаемых продуктов. Основными операциями производства большинства круп являются следующие.

- Очистка зерна от примесей. Эта операция производится для того, чтобы удалить легкие, мелкие и крупные примеси, металлопримеси и щуплые зерна.

Для некоторых культур (овес, гречиха, горох, кукуруза) после очистки зерна применяют гидротермическую обработку, в процессе которой зерно увлажняют и пропаривают при давлении пара 1,5-3 кг/см² в течение 3-5 мин, а затем высушивают до содержания 12-14 % влаги. При такой обработке ядро приобретает большую механическую прочность, а пленки и оболочки становятся более хрупкими. Гидротермическая обработка облегчает обрушивание зерна и способствует увеличению выхода недробленой крупы. Пропаривание зерна приводит также к инаktivации ферментов, вызывает снижение содержания водорастворимых и летучих веществ. Питательная ценность крупы и ее стойкость при хранении улучшаются, а продолжительность варки сокращается.

- Обрушивание, или шелушение. При этой операции удаляются цветочные пленки (просо, ячмень, овес, рис), плодовые (гречиха, пшеница) или семенные оболочки (горох), а освобожденное ядро превращается в пригодный для использования в пищу продукт.

- Сортировка продуктов шелушения. Этот процесс необходим для разделения шелушенных и не шелушенных, битых ядер, лузги и мучки. Он увеличивает выход крупы, улучшает ее внешний вид.

- Шлифование и полирование. При переработке проса, овса и кукурузы их шлифуют, а рис, горох, ячмень и пшеницу шлифуют и полируют.

При шлифовании с поверхности шелушенного и дробленого зерна удаляются плодовые и семенные оболочки, частично алейроновый слой и зародыш, а также опушение, покрывающее ядро некоторых культур, например овса. Шлифование улучшает внешний вид, сохраняемость и кулинарные свойства крупы. Шлифованные и полированные крупы быстрее варятся, имеют лучшую консистенцию, цвет.

При полировании стекловидный рис и горох приобретают более приятный внешний вид (гладкая полированная поверхность), а у перловой и пшеничной номерной крупы заметно округляются крупинки, становятся более шаровидными.

- Очистка и сортировка. Перед выбоём (упаковкой) крупу очищают от металлопримесей, контрольно провеивают и просеивают. Выход крупы составляет 45-73% от партии зерна.

- Упаковка. Крупы упаковывают в новые джутовые, льно-джутовые и хлопчатобумажные мешки I, II и III категорий стандартной массой 50, 65 и 70 кг. Ее также расфасовывают в бумажные однослойные пакеты по 0,5 и 1 кг.

1.3 Лекция №3 (1 час)

Тема: «Общие принципы построения технологического процесса подготовительного отделения крупозавода»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Подготовительное отделение крупозавода
2. Проектирование технологической схемы подготовительного отделения крупозавода

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Подготовительное отделение крупозавода

На этапе подготовки зерна его очищают от примесей, проводят водно-тепловую обработку и разделяют зерно на фракции.

Зерно, направляемое в зерноочистительное отделение крупяного завода, должно соответствовать установленным нормам качества. Доводят зерно до этих норм на элеваторах крупяных заводов, предварительно очищая и подготавливая его, просушивая и формируя крупные партии зерна для переработки.

Формировать партии зерна для выработки крупы необходимо тщательно, так как от этого зависит эффективность переработки всей партии и рациональное использование зерна. При этом нельзя смешивать зерно разных типов, подтипов и сортов, поскольку его технологические свойства существенно различаются. Можно хранить вместе зерно одного и того же сорта, но произрастающего в разных местах и имеющего близкие показатели качества. Смешивание исходных партий, имеющих различную влажность, возможно, если различие по влажности не превышает 1 %.

Основные требования к очистке крупяного зерна в зерноочистительном отделении крупяного завода сводятся к выделению сорной примеси. Учитывая различие формы, размеров и строения крупяного зерна и его примесей, каждую культуру очищают по индивидуальной схеме технологического процесса.

Существуют некоторые общие принципы построения технологического процесса очистки и подготовки крупяного зерна.

В соответствии со схемой, поступающее в зерноочистительное отделение зерно направляют в бункера, вместимость которых принимают на бесперебойную работу крупозавода в течение 24 – 30 часов.

Для основной очистки зерна в зерноочистительном отделении установлены воздушно-ситовые сепараторы, камнеотделительные машины, триеры. Набор и последовательность технологических операций по очистке и подготовке зерна зависят от перерабатываемой культуры и ее засоренности. Поэтому технологические операции используют дифференцированно для различного крупяного зерна.

Водно-тепловую обработку применяют для подготовки к переработке таких культур, как гречиха, овес, горох, пшеница, ячмень, кукуруза, а также в процессе производства хлопьев, толокна, диетической муки.

2. Проектирование технологической схемы подготовительного отделения крупозавода

Технологические процессы подготовительных отделений крупяных заводов должны включать:

- очистку зерна от примесей с использованием различных сепарирующих машин;
- обработку поверхности зерна сухим или влажным способом;
- гидротермическую обработку зерна для направленного изменения технологических свойств;
- оперативное хранение зерна для обеспечения бесперебойной работы технологического оборудования, а также создания необходимого оперативного запаса зерна в бункерах и силосах;
- контроль всех категорий отходов для извлечения зерна и возврата его в основной технологический поток.

Технологический процесс проектируемого предприятия изображают в виде технологической схемы, в которой условными обозначениями в определенной

последовательности и взаимосвязи показаны машины и технологические операции. Оборудование необходимо изображать схематически с показом движения основных и побочных продуктов, принятых номеров сит или размеров ячеек триеров и т. п. Технологические системы процесса соединяют между собой сплошной линией, что показывает движение зерна, отходов и побочных продуктов. При необходимости направление продукта можно указывать стрелкой с наименованием той системы, куда направляется продукт.

Число оборудования в пределах системы может быть равно, больше или меньше единицы в зависимости от мощности предприятия, конструктивного исполнения и производительности оборудования.

Основными факторами, влияющими на выбор технологии в подготовительных отделениях, следует считать вид перерабатываемой культуры, ассортимент и качество готовой продукции, характер и количественную характеристику засорителей, а также способ транспортирования промежуточных продуктов.

При проектировании технологических схем на системах сепарирования для выделения примесей используют сита (пробивные сита) с круглыми (первый тип), продолговатыми (второй тип) и треугольными отверстиями (третий тип), а также проволочные стальные тканые сетки.

Очищенное зерно направляется на последующую систему технологического процесса, а отходы и побочные продукты в зависимости от содержания в них полезного зерна, минеральных примесей, семян вредных и сорных растений и т. п. поступают на системы контроля отходов соответствующих категорий. Отходы моечных вод для извлечения из них полезного зерна отделяют от воды.

В крупной технологии гидротермическую обработку необходимо осуществлять непосредственно перед передачей зерна в перерабатывающее отделение с таким расчетом, чтобы время между последней подготовительной операцией и первой операцией перерабатывающего отделения было сведено к минимуму.

1.4 Лекция №4 (1 час)

Тема: «Очистка зерна от примесей. Нормы качества зерна после очистки»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Очистка зерна от примесей
2. Зерноочистительные машины
3. Кондиции зерна

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Очистка зерна от примесей

Очистка зерна от примесей - важнейший прием в обработке зерна, существенно влияющий на стабильность качества хранящегося зерна; улучшающий качество партий зерна, передаваемых в переработку; повышающий эффективность работы и производительность технологического оборудования, включенного в схему процесса после очистки; повышающий степень использования зерна за счет использования выделенных отходов на фуражные цели.

В зерноочистительных машинах применяют различные рабочие органы, работа которых основана на использовании определенного признака делимости зерновой массы.

Признаки делимости зерновой массы: размеры (длина, толщина, ширина); аэродинамические свойства (скорость витания); форма и состояние поверхности (фрикционные свойства); плотность (гравитационные свойства); цвет, упругость, магнитные свойства и др.

Принципы и способы разделения зерна и примесей, наиболее широко применяемые в практике:

- по ширине - на ситах с круглыми отверстиями;

- по толщине - на ситах с продолговатыми отверстиями;
- по длине - на ячеистой поверхности;
- по форме - на ситах с фасонными отверстиями (например, треугольными) или на наклонной гладкой поверхности;
- по аэродинамическим свойствам - в пневмосепарирующих каналах;
- по форме и состоянию поверхности - на ворсистой наклонной плоскости;
- по упругости и коэффициенту ударного трения - виброударное сепарирование;
- по магнитным свойствам - магнитное сепарирование;
- по плотности и коэффициенту трения - вибрационное перемещение;
- по плотности - в случае самосортирования на конических поверхностях при круговых поступательных их колебаниях;
- по размерам, коэффициенту трения, плотности - на неподвижных наклонных ситах.

2. Зерноочистительные машины

Существует большое разнообразие зерноочистительных машин, в рабочих органах которых реализованы один или несколько принципов разделения зерна. Например: ситовые сепараторы (на ситах), воздушно-ситовые сепараторы (сита и пневмосепарирование в каналах); триеры (на ячеистой поверхности); аспирационные колонки, воздушные сепараторы (по аэродинамическим свойствам) и т. д.

Характерные случаи применения зерноочистительных машин:

- ситовые сепараторы - для очистки зерновой массы от крупных и мелких примесей (при пневмотранспорте применяются в системе с пневмосепаратором);
- воздушноситовые сепараторы - для отсортировывания крупных, мелких и легких (аспираторные отсысы) примесей, щуплого зерна, пыли;
- триеры - для выделения овсюга и куколя из массы пшеницы;
- аспирационные колонки и воздушные сепараторы - для очистки от легких примесей и щуплого зерна;
- вибропневматические камнеотделительные машины, сортировальные столы - для удаления минеральной примеси, разделения продуктов шелушения крупяных культур с выделением ядра;
- камнеотделительные машины - для очистки от минеральной примеси;
- магнитные сепараторы - для устранения металломагнитных примесей.

3. Кондиции зерна

В процессе очистки из общей массы выделяются примеси, мелкие и щуплые зерна основной культуры. При проведении сортировки зерно разделяют на сорта.

После очистки зерно сортируют (в зависимости от назначения) на семенное, продовольственное и фуражное. Помимо очистки и сортировки зерно также подвергается калибровке, то есть производится выделение семян одного размера. Это необходимо для проведения равномерного высева, а также для получения из зерна муки либо крупы с заданными качествами. Зерно оценивается по нормам качества (кондиции). Различают заготовительные и посевные кондиции.

Кондиционными считаются семена, отвечающие нормативам трех классов:

1 класс – содержание семян основной культуры (чистота семян) не менее 99%, всхожесть не ниже 95%;

2 класс - содержание семян основной культуры (чистота семян) не менее 98%, всхожесть не ниже 90%;

3 класс - содержание семян основной культуры (чистота семян) не менее 97%, всхожесть не ниже 85%.

Оценка продовольственного и фуражного зерна проводится по базисным и ограничительным кондициям. Базисной кондиции соответствует зерно, которое используется по целевому назначению без проведения существенной дополнительной обработки. Ограничительная кондиция зерна позволяет провести доработку с целью доведения зерна до базисной кондиции.

Основные показатели базисной и ограничительной кондиции:

- влажность;
- содержание зерновой и сорной примеси;
- зараженность и запах зерна.

1.5 Лекция №5 (1 час)

Тема: «Гидротермическая обработка зерна. Способы ГТО, эффективность»

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Гидротермическая обработка зерна
2. Способы ГТО
3. Эффективность ГТО

1.5.2 Краткое содержание вопросов

1. Гидротермическая обработка зерна

Гидротермическую обработку (ГТО) зерна крупяных культур применяют для подготовки к переработке таких культур, как гречиха, овес, горох, пшеница, кукуруза, а также в процессе производства хлопьев, толокна, диетической муки.

Это важный этап подготовки зерна к переработке. В результате ГТО улучшаются технологические свойства зерна: облегчается отделение оболочек при шелушении, снижается дробимость ядра, улучшаются потребительские свойства крупы (сокращается длительность ее варки, каша становится более рассыпчатой, вследствие инактивации ферментов повышается стойкость крупы при хранении).

Выбор способа ГТО зависит от строения зерна, ассортимента продукции, воздействия режима обработки на изменение внешнего вида крупы и т. д. Наиболее распространены два способа ГТО: первый включает операции пропаривания, сушки и охлаждения; второй – увлажнения и отволаживания.

2. Способы ГТО

Первый способ ГТО (пропаривание – сушка – охлаждение) применяют при переработке гречихи, овса и гороха (рис. 25). Особенность его заключается в высокой (свыше 100 °С) температуре нагрева зерна. Пропаривание зерна способствует равномерному его увлажнению. Пар, обладая высокой проникающей способностью, не только омывает наружную поверхность зерна, но и заполняет пространство между цветковыми пленками и ядром.

В результате прогрева и увлажнения в зерне происходят частичные химические преобразования, ядро пластифицируется, становится менее хрупким и меньше дробится при шелушении и шлифовании.

После пропаривания зерно сушат в сушилках, а затем охлаждают до температуры, не превышающей более чем на 6...8°С температуру производственного помещения. Подсушивание зерна применяют для удаления избыточной влаги, дальнейшего повышения прочности ядра и снижения прочности цветковых пленок и оболочек.

Охлаждение после сушки дополнительно снижает влажность зерна и приводит к повышению хрупкости оболочек. Однако сушку и охлаждение необходимо проводить достаточно осторожно: чрезмерное подсушивание и охлаждение приводят к повышению хрупкости ядра и снижению выхода целой крупы при последующей переработке. Режимы пропаривания, сушки и охлаждения тесно связаны со способами шелушения зерна.

Оптимальные режимы водотепловой обработки крупяного зерна позволяют улучшить его технологические свойства, увеличить выход крупы, снизить расход электроэнергии на производство и повысить пищевые достоинства вырабатываемой крупы. Улучшение пищевых достоинств крупы происходит в результате увеличения количества водорастворимых веществ, содержания декстринов, повышения набухаемости крупы, сокращения продолжительности ее варки. Возрастает стойкость крупы в процессе хранения в результате снижения ферментативной активности.

Второй способ ГТО (увлажнение – отволаживание) применяют для пшеницы и кукурузы. Зерно увлажняют теплой водой (температурой 40 °С) в специальных аппаратах или обрабатывают в пропаривателях непрерывного действия при низком давлении пара. Увлажненное зерно отволаживают в бункере в течение нескольких часов. Режимы гидротермической обработки пшеницы и кукурузы приведены в таблице 9. В результате зерно приобретает повышенную пластичность, меньше дробится при шелушении. Вследствие возникающих в зерне механических напряжений наружные оболочки частично отслаиваются и легко отделяются при шелушении.

Этот способ может быть применен и для овса при условии последующего шелушения в центробежном шелушителе (шелушение однократным ударом). В этом случае зерно увлажняют до 16...18 % и отволаживают в течение 8 ч.

Не получила распространения гидротермическая обработка зерна других культур (ячменя, проса, риса), хотя исследованиями установлена возможность ее проведения для ячменя, а также известен положительный зарубежный опыт ГТО риса.

Трудности ГТО проса объясняются повышением прочности испорченных зерен в результате ее проведения. Необработанные зерна проса имеют меньшую прочность и частично разрушаются при последующем шелушении и шлифовании. После ГТО испорченные зерна разрушаются труднее и в большом количестве попадают в крупу, снижая ее качество. Трудности проведения ГТО риса связаны с пожелтением и растрескиванием ядра при увлажнении.

3. Эффективность ГТО

Эффективность процесса гидротермической обработки можно определить по степени происшедших изменений технологических свойств зерна. При оптимальном режиме выход готовой продукции, ее качество и потребительские свойства будут наилучшими. Следует иметь в виду также, что различные способы обработки в разной степени воздействуют на свойства зерна. Обычно использование тепла благотворно сказывается на технологических свойствах зерна.

1.6 Лекция №6 (2 часа)

Тема: «Шелушение зерна. Способы шелушения. Применяемое оборудование»

1.6.1 Вопросы лекции:

1. Шелушение зерна
2. Способы шелушения
3. Применяемое оборудование

1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Шелушение зерна

Шелушение в технологии крупы — это более глубокая обработка поверхности, чем при подготовке зёрна к помолу. В результате этой операции практически полностью удаляются наружные оболочки риса, гречихи, овса, ячменя, проса, частично — пшеницы, гороха. Операцию шелушения для кукурузы не проводят, а наружные оболочки удаляют шлифованием после дробления зерна.

Таким образом, шелушение — это операция по отделению наружных оболочек у зерна крупяных культур. Причем, операция должна быть проведена с минимальным дроблением ядра, так как при переработке основных крупяных культур крупа — это целые, недробленые ядра, в различной степени сохранившие внутренние оболочки, алейроновый слой и зародыш. При производстве дробленых круп степень разрушения ядра также должна быть минимальной, что позволит получить больший выход крупы крупных номеров. Решение этой проблемы лежит в правильном выборе метода шелушения, который определяется особенностью анатомического строения зерна, степенью связи удаляемых оболочек с ядром, а также прочностью ядра или зерна (способностью сопротивляться разрушению при внешнем силовом нагружении).

2. Способы шелушения

В зависимости от принципа механического воздействия, конструкции рабочих органов шелушительных машин, характера вызываемых деформаций способы шелушения классифицируют с выделением четырех самостоятельных групп.

К первой группе относят способ шелушения, в котором преобладающим видом воздействия являются сжатие и сдвиг. Таким способом можно шелушить зерно гречихи, риса, овса, проса, у которых наружные оболочки не срастаются с ядром. По такому принципу работают вальцедековые станки с неподвижной декой и вращающимся валком, постава с неподвижным и вращающимся диском, шелушители с двумя вращающимися с разной скоростью валками.

Ко второй группе относят способ шелушения, в основе которого лежит многократный удар и сопутствующее фрикционное воздействие об абразивную или стальную терочную поверхность. Таким способом шелушат ячмень, овес, пшеницу. Эти культуры имеют достаточно прочное ядро, глубоко проникающую в ядро бороздку, что усложняет отделение наружных оболочек. По такому принципу работают обоечные машины.

К третьей группе относят способ шелушения, в основе которого лежит однократный удар о стальную поверхность, что приводит к разрушению связей оболочки — ядро и к шелушению. Таким способом шелушат овес, у которого цветковые пленки хотя и плотно соединены с ядром, но с ним не срастаются. Ядро прочное, нехрупкое. Этот способ шелушения реализован в центробежных шелушителях.

К четвертой группе относят фрикционно-терочный способ шелушения, в основе которого лежит контактное трение поверхности зерна об абразивную и стальную терочную поверхность. В результате воздействия происходит постепенное разрушение поверхностного слоя зерна. Таким способом шелушат крупяные культуры, у которых наружные оболочки прочно связаны с нижерасположенными анатомическими слоями зерна (пшеница, ячмень, горох). Этот способ шелушения реализован в шелушителях с абразивным ротором и ситовой декой.

Таким образом, в основе выбора способа шелушения лежат особенности строения зерна, показатели структурно-механических свойств и степень связи с ядром разделяемых анатомических частей.

3. Применяемое оборудование

Различие физико-механических свойств крупяного зерна требует различного воздействия на него рабочих органов, чем и объясняется разнообразие в конструкции шелушительных машин, применяемых на современных крупяных заводах. В число шелушительных машин входят двух- и однодековые вальцедековые станки 2ДШС-3 и СВУ-2, шелушительная постава, станки с резиновыми валками ЗРД-2,5, вертикальные шелушительные машины ЗШН. На ячменнозаводах для этой цели также применяются обоечные машины с абразивным цилиндром.

Двухдековые станки. Выпускают в двух вариантах: 2ДШС-3А для переработки проса и 2ДШС-3Б для переработки гречихи. В станке объединены два прохода процесса шелушения без промежуточного отбора ядра.

Применение вальцедековых станков с деками, имеющими резиновую поверхность, позволило отказаться от сортирования проса на фракции до его шелушения.

Кроме вальцедековых станков типа 2ДШС-3, на крупяных заводах применяют однодековые станки типа СВУ-2 и ЗМШ. Технологический эффект работы вальцедековых станков характеризуется количеством шелушенных зерен после пропуска зерна через машины.

Эффективность работы станков в полной мере проявляется лишь при правильной его наладке и при постоянном наблюдении. Без особой необходимости не следует самостоятельно вносить изменения в конструкцию станка, так как это может сократить срок его службы.

1.7 Лекция №7 (2 часа)

Тема: «Переработка продуктов шелушения. Крупоотделение»

1.7.1 Вопросы лекции

1. Сортирование продуктов шелушения
2. Крупоотделение
3. Эффективность процесса крупоотделения

1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Сортирование продуктов шелушения

Важной технологической операцией является сортирование продуктов шелушения, которые состоят из шелушенных и нешелушенных зерен, дробленого ядра, мучки и лузги. Продукты шелушения сортируют, отсеивая мучку и дробленку в просеивающих машинах, отвеивая лузгу в аспирационных колонках и выделяя ядро из оставшихся продуктов шелушения. К мучке относят частицы измельченного эндосперма и оболочек, выделяемых проходом через сито с отверстиями 1,0...1,5 мм или через металлотканое сито № 063 в зависимости от перерабатываемой культуры.

Дробленое ядро (дробленку) получают проходом сита с отверстиями размером 1,6×20 мм при переработке гречихи и 1,4...2,5 мм для других культур. Лузга представляет собой частицы цветковых пленок или оболочек.

Поскольку физические свойства мучки, дробленки и лузги существенно отличаются от физических свойств шелушенного и нешелушенного зерна, то их выделение особых затруднений не вызывает. Однако разделение шелушенного и нешелушенного зерна затруднено из-за незначительного различия их физических свойств. Поэтому применяют методы выделения ядра, в которых использовано различие размеров, плотности, состояния поверхности шелушенного и нешелушенного зерна.

При разделении продуктов шелушения зерна первым этапом проводят их сортирование. Мучку и дробленое ядро выделяют в просеивающих машинах, отличающуюся аэродинамическими свойствами лузгу отвеивают в аспираторах. Оставшуюся смесь шелушенных и нешелушенных зерен разделяют в крупоотделительных машинах.

Выделенное по схеме нешелушенное зерно направляют на повторное шелушение. Если же провести разделение шелушенного и нешелушенного зерна невозможно, то на повторное шелушение направляют смесь продуктов. Такое упрощение технологической схемы ведет к увеличению оборота продуктов, дополнительному дроблению ядра и снижению в результате выхода целой крупы.

2. Крупоотделение

Разделение смеси шелушенных и нешелушенных зерен называют *крупоотделением*. Эту операцию применяют только для тех культур, у которых пленки неплотно соединены с ядром. У зерна с плотным срастанием пленок с ядром (например, ячмень) в продуктах шелушения помимо ядра и нешелушенного зерна будут присутствовать зерна с разной степенью отделения пленок, поэтому разделение шелушенных и нешелушенных зерен теряет смысл.

Разделение смеси шелушенных и нешелушенных зерен основано на различии физических свойств компонентов.

Разделение в просеивающих машинах применяют для гречихи, имеющей наибольшее различие в размерах шелушенных и нешелушенных зерен.

Разница в размере диаметра описанной окружности зерна и полученного из него ядра, как правило, не менее 0,5 мм. Такого различия достаточно для эффективного разделения смеси. Перед шелушением гречиху калибруют на ситах с отверстиями диаметром 4,5; 4,2; 4,0; 3,8; 3,6; 3,3 мм. После шелушения каждой фракции смесь шелушенного и нешелушенного зерна разделяют на ситах с размером на 0,2...0,3 мм меньше, чем отверстия сита, сходом с которого получена фракция.

Разделение в триерах проводят для овса, шелушенные и нешелушенные зерна которого

значительно отличаются по длине. Для разделения смеси устанавливают триеры с ячейками размером 8...9 мм. Для более полного разделения требуется последовательное трех-четырёхкратное сепарирование. В результате получают ядро с минимальным количеством нешелушенных зерен, однако в сходовом продукте содержится обычно много крупного ядра. Поэтому овес, так же как и гречиху, рекомендуют перед шелушением предварительно калибровать на две-три фракции по длине.

Разделение в крупотделительных машинах проводят на основании различий нешелушенных и шелушенных зерен по комплексу свойств – по плотности, коэффициенту трения, упругим свойствам и т. д. Наиболее распространены падди-машины, кроме того, используют крупотделители с плоскими ячеистыми поверхностями, а также с неподвижными наклонными ситами.

Наиболее эффективны падди-машины при разделении продуктов шелушения риса, несколько менее (но также удовлетворительно) – для овса и еще меньше – для проса. Достоинство падди-машин – их высокая эффективность, недостатки – большие габариты и низкая производительность. Для повышения производительности машин увеличивают число каналов.

3. Эффективность процесса крупотделения

При оценке эффективности процесса крупотделения определяют производительность Q , выход основного продукта, чистоту основного продукта (количество нешелушенных и шелушенных зерен, лузги и примесей в процентах), коэффициент извлечения ядра и рассчитывают нагрузку на один канал или на 1 м² сортирующей поверхности.

Производительность крупотделительных машин рассчитывают по суммарной массе всех получаемых продуктов в единицу времени.

Длительной эксплуатацией ситовых сепарирующих машин в производстве крупы установлено, что оптимальным значением коэффициента извлечения проходовой фракции является $\phi = 80...82\%$, например, на сортировании пшена.

1.8 Лекция №8 (1час)

Тема: «Шлифование и полирование ядра. Способы, применяемое оборудование»

1.8.1 Вопросы лекции:

1. Шлифование ядра, способы шлифования
2. Полирование ядра
3. Применяемое оборудование

1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Шлифование ядра, способы шлифования

Шлифование, как первый этап обработки поверхности ядра, обеспечивает удаление оболочек, содержит значительное количество клетчатки (не усваивается), улучшение товарного вида крупы (цвет), потребительских свойств крупы (снижение длительности варки за счет лучшего проникновения влаги внутрь эндосперма), увеличение коэффициента развариваемости крупы, повышение усваиваемости крупы. Шлифование обеспечивает и стабильность крупы при хранении, за счет удаления зародыша и алейронового слоя (с большим содержанием жира).

В результате шлифования существенно меняется химический состав зерна: снижается зольность (в 2 раза – рис), снижение содержания клетчатки (в 2 раза), содержание жира (в 5 раз), содержание белка (на 0,5%), снижается содержание витаминов (в 3 раза), но возрастает содержание крахмала (на 3%).

Шлифование, как технологический процесс, - сумма многократных механических воздействий шлифовальных машин (рабочих органов) на шелушимое зерно. При шлифовании важно так вести режим работы шлифовальной машины, чтобы избежать дробление ядра. В шлифовальных машинах, во избежание излишнего дробления ядра, применяют эластичную или абразивную рабочую поверхность (но с мелкозернистой

структурой), кроме того, уменьшают скорость и увеличивают рабочие зазоры между рабочими органами машин по сравнению с шелушением.

Технология крупяного производства различает 2 вида шлифования ядра:

- шлифование целого ядра (на овсо-, просо-, рисозаводах); отличительная особенность здесь – сохранение формы частицы с уменьшением размеров;
- шлифование и округление дробленого ядра (ячменю-, пшен., кукур.); осуществляется удаление не только оболочечных частиц, но также частицам придается округлая форма.

Степень шлифования ядра может оцениваться изменением зольности крупы, ее белизны, количеством образовавшейся мучки. В практических условиях эффективность шлифования определяют, сравнивая крупу с эталонами.

2. Полирование ядра

Для некоторых крупяных культур предусматривают не только шлифование, но и полирование ядра (ячмень, пшеница).

Полирование – финальная обработка ядра, как и шлифование. Основная цель – улучшение товарного вида крупы. Оно необходимо т.к. после шлифования на поверхности ядра остаются царапины, прилипшая мучка (которую нельзя ни отсеять, ни проветрить), которые придают крупе матовый цвет, а нужно блестящий, следовательно, крупу полируют. При полировании с поверхности ядра удаляется мучка, оставшаяся после шлифования, заглаживаются царапины, крупа становится более светлой и яркой. Для полирования применяют те же шлифовальные машины, в которых используют более мелкий абразивный материал. Для улучшения внешнего вида рисовой и гороховой крупы ее полируют в поставках. Полированная крупа имеет гладкую, блестящую поверхность. Этот процесс способствует повышению содержания доброкачественного ядра. Однако полирование применяют редко из-за отсутствия эффективно работающего оборудования.

Химический состав при полировании изменяется незначительно.

3. Применяемое оборудование

Для шлифования крупы применяют шелушильно-шлифовальные машины А1-ЗШН-3 и вальцедековые станки (для пшена). Однако наибольшее распространение получили специальные шлифовальные машины. Эти машины применяют в основном для шлифования рисового и овсяного ядра. К специальным машинам относят шлифовальные поставы РС-125 и шлифовальные машины А1-БШМ.

Ядро обрабатывается в рабочей зоне между вращающимся на вертикальном валу абразивным коническим барабаном и ситовой обечайкой. Для предотвращения кругового движения ядра вместе с барабаном в обечайке предусмотрены продольные пазы, где установлены распределительные колодки из пищевой резины, задерживающие продукт.

Эффективность шлифования регулируют поднятием или опусканием барабана, в результате чего изменяется также положение резиновых колодок, которые могут придвигаться или удаляться от барабана.

Недостатки шлифовального постава – большие габариты, сложность обслуживания и ремонта, невысокая производительность, образование значительного количества битого ядра.

Шлифовальная машина А1-БШМ-2,5 отличается горизонтальным расположением вала, на котором расположены корундовые кольца, цилиндрической ситовой обечайкой. Она более производительна.

Машина А1 -ЗШН-3 предназначена в основном для шлифования и полирования дробленой крупы – перловой, ячневой, пшеничной, кукурузной, а также гороха.

Оценка эффективности процессов шлифования и полирования. Может осуществляться определяя степень снижения клетчатки, жира, зольности, а также определяя увеличение дробленого ядра и мучки. Но на предприятии определяют этот показатель путем анализа отобранных проб после шлифования и полирования по количеству обработанных ядер, т.е. ядер с поверхности которых полностью удалены оболочки. Осуществляется посредством лупы.

1.9 Лекция №9 (1час)

Тема: «Дробление ядра. Способы дробления, применяемое оборудование»

1.9.1 Вопросы лекции:

1. Дробление ядра
2. Технология дробления
3. Применяемое оборудование

1.9.2 Краткое содержание вопросов:

1. Дробление ядра

При производстве некоторых видов крупяной продукции требуется дробление или резание крупы или ядра на части. Такое дробление применяют при производстве перловой, пшеничной крупы, а также при производстве дробленой овсяной крупы и хлопьев из такой крупы.

Дробление – совокупность операций, назначение которых раздробить ядро в крупинки с размерами от 1-го до 4-х мм (1 – 4 мм), в зависимости от вида крупы.

В результате дробления или резания крупы должны быть получены частицы определенного размера. При этом нужно, чтобы количество мучки было минимальным.

2. Технология дробления

Технология дробления строится по приблизительно одинаковому принципу: продукты, подлежащие дроблению, предварительно сортируют на более однородные фракции крупности, затем дробят с применением оборудования, дающего наибольший эффект.

Продукты дробления также сортируют, а полученные более однородные фракции направляют на последующие системы технологического процесса.

3. Применяемое оборудование

Для дробления зерна помимо вальцовых станков с обычной нарезкой применяют вальцовые станки, вальцы которых имеют взаимно перпендикулярную нарезку.

Для резки овсяной крупы используют крупорезы. Крупа поступает внутрь вращающегося барабана с радиальными каналами.

Затем крупа поступает в отверстия, в результате действия центробежных сил продвигается к наружной поверхности барабана и на выходе из отверстий срезается ножами ножевой рамы.

Такие крупорезки разрезают ядро на несколько частей, причем можно регулировать крупность частиц. При этом количество образующейся мучки не превышает 1%.

Для дробления зерна кукурузы на крупные части с одновременным отделением зародыша используют детерминаторы.

Рабочий орган детерминатора – конический барабан, на поверхности которого имеются крупные рифли, нанесенные в виде винтовой линии с большим шагом, а затем в виде пирамид с различными основаниями. Окружающая барабан коническая обечайка имеет такие же выступы, а в нижней части сито из толстой стали.

Поступающее в узкую часть конического зазора зерно разрушается рифлями и пирамидами. Мелкие фракции просеиваются через отверстия сита, крупные части зерна, отделившиеся оболочки и зародыш выходят из рабочей зоны в ее широкой части.

1.10 Лекция №10 (1час)

Тема: «Технология гречневой крупы и пшена»

1.10.1 Вопросы лекции:

1. Технологическая схема производства гречневой крупы
2. Технологическая схема производства пшена

1.10.2 Краткое содержание вопросов:

1. Технологическая схема производства гречневой крупы

Процесс выработки крупы состоит из последовательного ряда операций, каждая из которых определенным образом влияет на состав и свойства получаемых продуктов.

Основными операциями произво производства гречневой крупы являются.

Очистка зерна от примесей. Эта операция производится для того, чтобы удалить лёгкие, мелкие и крупные примеси, металлопримеси и шуплые зёрна. Осуществляется она на тех же машинах, что и при переработке зерна на мельницах, но с соответствующим изменением применяемых рабочих органов машин (сит), режимов аспирования и т.д.

Гидротермическая обработка зерна. В процессе которой зерно увлажняют и пропаривают при давлении пара 1,5-3 кг/см² в течение 3-5 минут, а затем высушивают до содержания 12-14% влаги. Гидротетмическая обработка облегчает обрушивание зерна и способствует увеличению выхода недроблёной крупы. Пропаривание зерна приводит также к инаktivации ферментов, вызывает снижение содержания водорастворимых и летучих веществ. Питательная ценность крупы и её стойкость при хранении улучшаются, а продолжительность варки сокращается.

Сортировка зерна по размеру. Осуществляют на ситах с разными отверстиями в целях получения фракций зерна, однородного по наименьшему измерению. Одновременно отделяется и оставшееся мелкое зерно. Этот процесс имеет большое значение, так как при переработке несортированного зерна понижается выход и ухудшается качество крупы - при обрушивании более крупные зерна разрушаются, превращаются в мучель и дроблёное ядро, а мелкие остаются необрушенными.

Обрушивание, или шелушение. При этой операции у гречихи удаляются плодовые оболочки, а освобожденное ядро превращается в пригодный для использования в пищу продукт. В нём резко снижается количество неусвояемых веществ - клетчатки и пентозанов (соответственно 82-92% и 61-75% их первоначального содержания). Для увеличения выхода цельного ядра и повышения эффективности процесса шелушения зерно гречихи перед шелушением сортируют на фракции по размеру.

Сортировка продуктов после шелушения. Осуществляют на лузговейках, ситах-сортировках и на крупотделителях. Этот процесс необходим для разделения шелушенных и не шелушенных, битых ядер, лузги и мучки. Он увеличивает выход крупы, улучшает её внешний вид.

Шлифование. Шлифование - это удаление с поверхности целого ядра плодовых, а также частично семенных оболочек и зародыша. Шлифование осуществляется трением ядер о поверхность рабочих органов машин и между собой. После шлифования крупу просеивают для отделения битых ядер, мучки из целого ядра.

Очистка и сортировка. Перед выбоём (упаковкой) крупу очищают от металлопримесей, контрольно провеивают и просеивают. Выход гречневой крупы составляет 63-66%.

Упаковывание крупы.

2. Технологическая схема производства пшена

Производство пшена происходит из обычного проса путем шелушения, в результате чего мы получаем пшено-дранец. Конечная обработка проводится в шлифовальном агрегате и на выходе готовый продукт - шлифованное пшено. При переработке зерна необходимо соблюдать следующие требования: влажность - не более 13%, сорность - не больше 3%, зерновой - не больше 6%, наличие ядра - не меньше 74%. При производстве тщательно отделяют крупные ядра от мелких, от примесей трехкратным пропуском сквозь ситово-воздушные сепараторы. В камнеотделителе удаляются немагнитный сор. В результате не должно быть больше 0,5% мусора.

На шелушение два вида проса - крупный и мелкий проходят по отдельным путям. Сита (бураты) контролируют отходы, которые далее разделяются на две категории - кормовые и не кормовые. Гидротермический способ обработки не применяется, так как с укреплением здоровых ядер, могут уплотниться и дефектные. Производственный процесс пшена не включает промежуточные виды операций разделения ядер на отшелушенные и не шелушенные. Зерно направляется с одного способа шелушения во второй, то есть применяется конвеерный тип.

Очистка зерен происходит на станках вальцового типа. Крупная и мелкая фракции попадают отдельными путями и проходят первый этап отдельно, а во второй и третьей системах объединяются. Поверхность вальца абразивный материал, дека изготовлена из тканево-резиновых пластинок, за счет чего при работе она деформируется и может шелушить зерна различной величины.

Рабочий зазор - клиновидный, сужающийся по ходу следования зерен после каждой обработки (шелушения), затем ядра проходят обдув и отделяется лузга, дробленые зерна, мучка. После последней системы в продукте не должно быть больше 1% не шелушенных ядер. Далее следует шлифовка.

Второй способ обработки пшеница - шелушильно-шлифовальный станок, но на выходе объем продукции падает на 5%. Данный вид также контролируют и удаляют крупный сор ситами. После шлифовки на прилавки поступает быстрорастворимое пшено, цена которого может быть немного выше обычного.

1.11 Лекция №11 (1 час)

Тема: «Технология овсяной и рисовой крупы»

1.11.1 Вопросы лекции:

1. Технология производства овсяной крупы
2. Технология производства рисовой крупы

1.11.2 Краткое содержание вопросов:

1. Технология производства овсяной крупы

В зерноочистительном отделении крупяного завода овес очищают от сорных примесей, щуплых и недоразвитых зерен путем трехкратного последовательного пропуска через сепараторы, проход через сита которых с прямоугольными отверстиями размером 2,2 x 20 мм направляется на крупосортировку для выделения мелкого овса через сито с отверстиями размером 1,9 (1,8) x 20 мм. Сход с сита с отверстиями размером 2,2 x x 20 мм 2-й системы сепарирования направляется на овсюгоотборочную машину, а сход с сита с отверстиями размером 1,9 (1,8) x 20 мм крупосортировки - на куколеотборочную машину. Очищенный овес провеивают на аспираторах.

После очистки овес подвергают гидротермической обработке: пропариванию, сушке и охлаждению. В зависимости от исходной влажности овес при пропаривании увлажняют на 2.6%. Сушат овес до влажности 10% при шелушении его на поставах, а при обработке в обоечных машинах - до влажности 13,5.14%. После сушки овес направляют в охладительные колонки.

Перед направлением в шелушильное отделение овес разделяют на рассев либо сепараторе на две фракции по крупности на ситах с отверстиями размером 2,2. x 20 и 1,8 x 20 мм (схода). Дополнительно при этом выделяются мелкие и невыполненные зерна. Отходы контролируют на просеивающих машинах для выделения мелкого овса.

По существующей технологии рекомендуется шелушить отдельно крупную и мелкую фракции. Продукты шелушения каждой фракции просеивают для выделения мучки и дробленки проходом через сито с отверстиями диаметром 2 мм, а затем провеивают на аспираторах для отделения лузги. На операциях просеивания применяют различные конструкции сепарирующих машин.

Ядра от нешелушенного овса отделяют на падди-машинах либо дисковых триерах (овсюгоотборниках). Овсяную крупу после падди-машин направляют на шлифовальный постав. При использовании на операции шелушения машин ударного принципа действия и пневмотранспорта крупу не шлифуют.

Крупу сортируют на рассеве либо крупосортировке для отделения дробленого ядра, мучки (проход через сита с отверстиями диаметром 2 мм либо размером 1,2 x 20 мм), а также посторонних примесей.

Овсяную крупу (проход через сито с отверстиями размером 2,5 x 20 мм

и сход с сита с отверстиями (с диаметром 2 мм) контролируют на падди-машине, провеивают в аспираторе, подвергают магнитному сепарированию и направляют в бункер для готовой продукции.

Мучку и дробленку контролируют на металлотканом сите № 08. Выделенную дробленку провеивают. Содержание ядра в дробленке и мучке не должно превышать 2 % от их массы.

Лузгу контролируют путем просеивания на ситах с отверстиями диаметром 2,0 и 3,5 мм для выделения ядра. Содержание в лузге целого и дробленого ядра не должно превышать 1,5 % от ее массы.

2. Технология производства рисовой крупы

Очистка зерна от примесей. Эта операция производится для того, чтобы удалить легкие, мелкие и крупные примеси, металлопримеси и щуплые зерна. Для очистки зерна применяют гидротермическую обработку, при которой зерна увлажняют и пропаривают паром в течение 3-5 мин, а затем высушивают до влажности 12-14%. Эта придает зерну большую механическую прочность, пленки и оболочки становятся более хрупкими, что облегчает обрушивание зерна и способствует увеличению выхода крупы. Пропаривание зерна приводит к повышению питательной ценности крупы и ее стойкости при хранении, к сокращению продолжительности варки.

Обрушивание или шелушение. При этой операции удаляются цветочные пленки, плодовые оболочки или семенные оболочки, а освобожденное ядро превращается в пригодный для использования продукт. В нем резко уменьшается количество неусвояемых веществ - клетчатки и пентозанов. Сортировка продуктов шелушения. Этот процесс необходим для разделения шелушенных и нашелушенных ядер, битых ядер, лузги и мучки.

Шлифование и полирование. При переработке проса, овса и кукурузы их шлифуют, а рис, горох, ячмень и пшеницу - шлифуют и полируют. При шлифовании с поверхности шелушеного зерна или шелушеного дробленого зерна удаляют плодовые и семенные оболочки, частично алейроновый слой и зародыш. Некоторым крупам придают округлую или шарообразную форму. Шлифование улучшает внешний вид, сохраняемость и кулинарные свойства крупы. При варке шлифованной крупы облегчается проникновение влаги внутрь эндосперма, сокращается время варки, увеличивается развариваемость крупы из-за повышения водопоглотительной способности, улучшается консистенция сваренной каши, ее цвет и усвояемость. При полировании стекловидный рис приобретают более приятный внешний вид.

Очистка и сортировка. После шлифовки и полировки крупу провеивают и просеивают для очистки от мучели, дробленного ядра и сортировки по размерам, очищают от металлопримесей.

1.12 Лекция №12 (1час)

Тема: «Технология пшеничной и ячменной крупы»

1.12.1 Вопросы лекции:

1. Технология производства пшеничной муки
2. Технология производства ячменной крупы

1.12.2 Краткое содержание вопросов:

1. Технология производства пшеничной муки

Подготовка пшеницы к переработке. Подготовка зерна к переработке заключается в его очистке от примесей, гидротермической обработке и предварительном шелушении. Очистку зерна от примесей производят в воздушно-ситовых сепараторах, камнеотделительных машинах и триерах. В сепараторе первой системы выделяют крупные и легкие примеси, зерна разделяются на две фракции на сите с отверстиями размерами 2,4x20 мм.

Каждая фракция проходит повторную очистку отдельно на второй и третьей системах сепарирования. При очистке крупной фракции, кроме извлечения крупных и легких примесей, дополнительно отделяют оставшееся зерно мелкой фракции, которая поступает на сепаратор для очистки мелкой фракции. В этом сепараторе выделяют легкие и мелкие примеси, а также проходом через сита с отверстиями размерами 1,7х20 мм и сходом сита с отверстиями 1,6 мм мелкое зерно. Проход через сито с отверстиями 1,6 мм представляет собой отходы III категории. Из очищенного в сепараторах зерна затем выделяют минеральные примеси в камнеотделительных машинах, затем в триерах — короткие и длинные примеси.

Зерно сепарируют в воздушных и ситовых сепараторах, триерах. Такая схема позволяет выделить до 80% гречихи татарской. Гидротермическую обработку зерна проводят его увлажнением и отволаживанием. Зерно обрабатывают в увлажнительных аппаратах водой температурой 35...40°C до влажности 14,5...15,6 %. Продолжительность отволаживания составляет 0,5...2,0 ч. Подвергнутое гидротермической обработке зерно затем дважды шелушат в обоечных машинах.

Переработка пшеницы в крупу. Схема переработки подготовленного зерна пшеницы в крупу близка к схеме переработки ячменя в перловую крупу. Зерно последовательно трижды шлифуют в шелушильно-шлифовальных машинах типа ЗШН, после шлифования производят сепарирование полученных продуктов в отсеиве. В нем отсеивают мучку проходом через сито № 063, а сходом с ига с отверстиями 4 2,0 мм получают крупную фракцию, которую направляют на первую систему полирования.

Проход через сита с отверстиями 2,0 мм представляет собой хорошо обработанный продукт, т. е. практически готовую мелкую крупу, поэтому ее направляют на контроль крупы.

Полученную с последних систем полирования смесь крупы различных номеров сортируют в отсеивах и крулосортировочных машинах для разделения по номерам, отсеивания мучки и возвращения на повторное полирование частиц, крупность которых выше крупности крупы № 1.

2. Технология производства ячменной крупы

Из ячменя на современном крупяном заводе вырабатывают два вида крупы: перловую и ячневую. В зависимости от размера крупинки (частицы) перловая крупа делится на пять номеров, а ячневая — на три.

При выработке ячневой крупы шелушенный ячмень (пенсак) последовательно дробят на четырех системах вальцовых станков и затем сортируют на ситах с отверстиями Ø 2,0; 1,5 мм и № 056, сходом с которых получают крупу трех номеров крупности.

Типовой технологический процесс выработки перловой крупы состоит из трехкратной последовательной очистки ячменя от сорной и зерновой примесей на зерноочистительных сепараторах.

Если в ячмене содержится минеральная примесь, его направляют на камнеотделительную машину.

Шелушат ячмень на трех-четырёх системах машин, причем на первых двух используют обоечные машины, а на остальных системах — машины, в которых обработка происходит за счет интенсивного трения продукта о рабочие органы.

Продукт, получаемый после каждого прохода шелушения, провеивают на аспираторах для отделения лузги. Шелушенный ячмень (пенсак) направляют на три шлифовальные и три полировальные системы. После шелушения в пенсаке содержание нешелушенных зерен должно быть не более 5 %, а дробленых - не более 50 %. К нешелушеному зерну относят ячмень, полностью сохранивший цветковую пленку.

После шлифовальных и полировальных систем продукт провеивают и просеивают. На шлифовании применяют абразивные круги с зернистостью 125 и 100, а на полировании — 100 и 80.

Лузгу контролируют на металлотканых либо штампованных ситах с отверстиями 1

мм. Проход этих сит является мучкой. Лузгу перед направлением в бункера дважды провеивают в аспираторах для отделения целого и дробленого ядра.

Готовую перловую крупу сортируют на отсевах по крупности (номерам), затем провеивают и после магнитного контроля направляют в бункера для хранения готовой продукции.

Мучку контролируют на просеивающих машинах, где проходом металлочугунного сита № 1 получают мучку, направляемую в бункер после магнитной сепарации. Извлекаемое на этих машинах целое ядро поступает на шлифование и полирование. Содержание частиц ядра в мучке не должно превышать 5 %, а в лузге — 1,5 % от их массы.

1.13 Лекция №13 (1час)

Тема: «Технология кукурузной и гороховой крупы. Технология круп повышенной питательной ценности»

1.13.1 Вопросы лекции:

1. Технология производства кукурузной крупы
2. Технология производства гороховой крупы
3. Технология производства круп повышенной питательной ценности

1.13.2 Краткое содержание вопросов:

1. Технология производства кукурузной крупы

Этот процесс можно разбить на следующие операции: дробление зерна, отбор зародыша, шлифование крупы, сортирование и контроль крупы, контроль отходов. Процесс сортирования продуктов дробления кукурузы и отбор зародыша получили дальнейшее развитие в связи с применением пневмовибрационных столов, хорошо разделяющих продукты дробления по плотности частиц.

Очищенную от примесей и подготовленную к переработке кукурузу дробят в измельчителях (дежерминаторах) или вальцовых станках с нарезкой вальцов: верхнего — кольцеобразная, нижнего — продольная. Полученные при дроблении продукты сортируют в отсевах. Крупные части дробленого зерна (сход сит с отверстиями Ø 6,0—5,5 мм) направляют на вторую систему для повторного дробления.

Продукт, полученный проходом через приемное сито, сортируют на 4—5 фракций.

Пневматические столы разделяют продукт на три фракции. Фракция небольшой плотности, состоящая в основном из зародышевых частиц, поступает на пневматический стол для контроля зародыша. Наиболее тяжелую фракцию, состоящую из освобожденной от зародыша крупы, направляют в аспиратор, а затем на 1-ю шлифовальную систему. Промежуточную фракцию, получаемую со средних каналов пневматических столов, в зависимости от ее качества подают на шлифование или на повторное сортирование крупы.

Зародыш после двукратной обработки на пневматических столах направляют в шнековые сушилки, в которых подсушивают до влажности 10% (чтобы предохранить от быстрой порчи). Дробленые частицы эндосперма кукурузы шлифуют посредством четырехкратной последовательной обработки в машинах ЗШН, причем режим обработки устанавливают в зависимости от системы шлифования и качества крупы. После каждой системы продукты просеивают в отсевах, в которых отделяют мучнистые частицы и мелкодробленую крупу, которую размалывают в муку на отдельной вальцовой системе.

Крупа после шлифования должна быть освобождена от плодовых оболочек и зародыша, частицы ее должны иметь хорошо отшлифованные и закругленные грани. Ее сортируют по крупности на пять номеров. Крупу каждого номера провеивают, контролируют в магнитных аппаратах и направляют в закрома.

2. Технология производства гороховой крупы

Горох — основная зернобобовая культура в СССР. При переработке его на крупяных заводах получают горох шелушенный (целые полированные зерна), разделенные полированные семядоли, а также горох дробленый (частицы семядолей).

В крупяном производстве используют продовольственный горох: белый с

непрозрачной оболочкой, желтый — оранжевые семядоли с прозрачной оболочкой и зеленый — зеленые семядоли с прозрачной оболочкой.

Основные технологические показатели гороха — крупность, выравненность, разваримость, относительное содержание семенных оболочек и отделимость их от ядра. Масса 1000 зерен колеблется от 120 до 350 г. В горохе 6—10% семенных оболочек, зольность которых ниже зольности семядолей. Поэтому продукты переработки гороха нельзя оценивать по зольности. Направляемый в переработку горох не должен содержать более 10% зерен, отличающихся по цвету от основной массы.

Горох после предварительной очистки направляют в закрома, затем взвешивают в автоматических весах и два раза очищают от примесей в сепараторах.

Крупные примеси идут сходом с приемных и верхних сит сепараторов, мелкие (семена разных растений, дробленый горох и др.) отбирают на подсевном сите с отверстиями Ø 5 мм. После сепараторов и магнитных аппаратов горох иногда направляют в сортировочные машины, на которых от основной массы зерна отделяют мелкий горох (проход через сито с отверстиями Ø 5 мм) и крупные примеси (сход сита с отверстиями Ø 10—11 мм). После очистки зерна от примесей добротный горох, пройдя через автоматические весы, поступает в гидротермическое отделение.

3. Технология производства круп повышенной питательной ценности

Большинство видов крупы, вырабатываемых на крупяных заводах, имеет недостаточно высокую пищевую ценность. Некоторые из них содержат мало белка или их белки имеют дефицит отдельных аминокислот (например, белок кукурузы имеет значительный дефицит лизина и т. д.).

Шлифованная крупа содержит мало биологически активных и минеральных веществ. Повысить питательную ценность продуктов можно, комбинируя различные компоненты. Например, если кукурузный белок содержит мало лизина, а белок гороха — его избыток, смесь кукурузных и гороховых продуктов может быть более полноценной. Кроме комбинирования крупяных продуктов, можно добавлять, например, продукты животного происхождения — сухое обезжиренное молоко, яичный белок. Обезжиренное молоко, кроме полноценного белка, содержит много легкоусваиваемых кальция и фосфора, а также ряд витаминов.

Для составления смеси компоненты необходимо измельчить, смешать в требуемом соотношении и путем прессования придать частицам форму, имитирующую настоящую крупу. Для выработки крупы повышенной питательной ценности используют также гречневый продел и дробленый рис.

Сырье, предназначенное для производства крупы, дополнительно очищают от примесей на аспирационной колонке, пневмосортировальном столе; если необходимо, сырье моют в моечной машине и высушивают до влажности 11...12%.

Овсяную недробленую крупу дополнительно пропаривают в горизонтальных шнековых пропаривателях.

Очищенное сырье размалывают в вальцовых станках, продукты размола сортируют в отсевах, муку отбирают проходом сит.

Подготовленное и размолотое сырье вместе с другими компонентами дозируют в весовых многокомпонентных дозаторах, затем смешивают в смесителях периодического действия. Смесь направляют в пресс и туда же подают воду с температурой 45...50°C для доведения смеси до влажности 27...34%.

После прессования изделия высушивают в сушилках при температуре агента сушки не более 70°C. Влажность крупы после сушки должна быть не более 13%.

Готовую крупу сортируют, чтобы выделить лом и мучку, которые возвращают на повторное прессование.

2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Отбор и подготовка проб к анализу.»

2.1.1 Цель работы: по органолептическим и физико-химическим показателям установить соответствие качества крупы требованиям стандарта

2.1.2 Задачи работы:

1. Определить качество крупы.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Сушильный электрический шкаф.

2.1.4 Описание (ход) работы:

Отбор проб для анализа

Точечные пробы крупы отбирают механическим пробоотборником или вручную щупом.

Из зашитых мешков, выбранных в соответствии с правилами табл. 16, точечные пробы отбирают мешочным щупом в верхней, средней и нижней частях мешка.

Щуп вводят по направлению к средней части мешка желобком вниз, затем поворачивают его на 180° и вынимают. Образовавшееся отверстие заделывают крестообразными движениями острия щупа, сдвигая нити мешка.

От каждой упаковочной единицы отбирают пакет с крупой, который и является точечной пробой.

Объем выборки в зависимости от объема партии крупы

Объем партии (количество мешков в партии)	Объем выборки (количество мешков, из которых отбирают точечные пробы)
До 10 включ.	1 мешок
Св. 10 » 100 »	10 мешков и сверх 10 – каждый десятый мешок
» 100	20 мешков и сверх 100 – 5 % оставшихся мешков в партии

Объем выборки от партии крупы в групповой упаковке, ящиках и коробках составляет 2 % упаковочных единиц, но не менее двух упаковочных единиц.

Точечные пробы из струи перемещаемой крупы отбирают периодически через равные промежутки времени в течение всего периода перемещения партии, но не реже чем через 1...2 ч.

Периодичность отбора точечных проб устанавливают в зависимости от скорости перемещения и массы партии. Для этого механическим пробоотборником или совком струю равномерно текущего продукта в 1...2 см толщины пересекают по всей ее ширине и толщине. Масса одной точечной пробы должна быть не более 200...300 г.

Объединенную пробу получают путем смешивания точечных проб. Все точечные пробы ссыпают в чистую, крепкую, не зараженную вредителями хлебных запасов тару. Масса объединенной пробы не должна быть менее 1,5 кг.

Если масса крупы в партии не позволяет за один прием составить объединенную пробу требуемой величины, то увеличивают количество точечных проб.

В тару с объединенной пробой крупы вкладывают этикетку с указанием:

наименования вида и сорта крупы;

наименования предприятия, его местонахождения;

даты выбоя и номера смены;

номера склада, вагона или названия судна;

массы партии;
даты отбора пробы;
массы пробы;
подписи лица, отобравшего пробу.

Масса средней пробы должна быть $(1,5 \pm 0,1)$ кг. Если масса объединенной пробы превышает $(1,5 \pm 0,1)$ кг, то выделение средней пробы из объединенной проводят на делителе в соответствии с инструкцией, прилагаемой к делителю, или ручным способом

Методики определения органолептических показателей

При органолептической оценке качества круп показатели (цвет, запах и вкус) определяют по ГОСТ 26312.2–84.

Цвет. Часть средней пробы крупы массой примерно 50 г рассыпают тонким сплошным слоем на листе черной бумаги или на черной доске. Цвет определяют визуально при дневном рассеянном свете или при ярком искусственном освещении.

У к а з а н и я. Цвет крупы зависит от природных свойств зерна, из которого она выработана, а также от способа обработки зерна. Отклонение от нормального цвета крупы необходимо рассматривать как дефект, так как потемнение крупы обусловлено недоброкачеством зерна, из которого она выработана, или неправильным хранением.

Запах. Навеску крупы массой около 20 г высыпают на чистую бумагу. Для усиления запаха крупу перед определением прогревают, поместив в фарфоровую чашку и накрыв стеклом в течение 5 мин на водяной бане при температуре кипения.

Вкус. Разжевывают небольшое количество размолотой крупы (около 1 г).

В спорных случаях запах и вкус крупы определяют путем дегустации сваренной из нее каши.

Методики определения физико-химических показателей

Определение массовой доли влаги. Немедленно после выделения средней пробы отсыпают около 100 г крупы в банку с пришлифованной пробкой.

Основным (арбитражным) методом определения массовой доли влаги в крупе является ускоренный метод высушивания навески размолотой крупы массой 5 г, взятой с погрешностью $\pm 0,01$ г, в электрическом сушильном шкафу (СЭШ-1) при температуре 130 °С в течение 40 мин. Крупу с массовой долей влаги более 18 % перед размолотом обязательно подсушивают.

Размол крупы за один раз должен соответствовать по крупности помола следующим условиям: проход через проволочное сито с размером ячеек 0,8 мм для овсяной крупы должен быть не менее 60 %, а для всех прочих круп – не менее 75 %.

Расхождение между результатами при параллельных определениях допускается не более 0,2 %.

Определение развариваемости. Крупу перед анализом не моют. Из средней пробы гречневой крупы выделяют навеску массой 50 г. Взвешивают 1 г поваренной соли, переносят в химический стакан или цилиндр вместимостью 500 см³, добавляют 125 см³ кипящей воды, взбалтывают до растворения соли, туда же переносят массу навески крупы, накрывают часовым стеклом и помещают в водяную баню при температуре кипения так, чтобы уровень воды в бане был выше уровня крупы в стакане. Этот уровень поддерживают до конца варки. При варке продела через 10 мин, а ядрицы через 20 мин ложечкой из середины стакана (на глубину ложечки) отбирают пробу из 5–6 крупинок (слегка приоткрывая стекло или крышку во избежание охлаждения каши) на предметное стекло. Пробу накрывают сверху другим стеклом и вручную раздавливают крупинки между стеклами. Последующие пробы отбирают через каждые 3 мин до готовности.

Развариваемость крупы выражают продолжительностью варки в мин (с момента погружения стакана с крупой в баню при температуре кипения до окончания варки), необходимой для доведения до готовности к употреблению.

Сваренной считается крупа совершенно мягкая, но не деформированная, которая при раздавливании между стеклами не имеет мучнистых, непроваренных частиц.

У к а з а н и я. Длительность разваривания для основных видов крупы составляет, мин: пшено 25-30; рис 20-40 (быстроразваривающийся 10); гречневая 10-20; овсяная 20-60; пшеничная 15-60; перловая 60-90; ячневая 40-45; кукурузная 60 и более; горох 60.

Определение массовой доли примесей и доброкачественного зерна. Массу навески крупы (ячневой, риса, пшеницы – 25 г, перловой, овсяной, ядрицы – 50 г) переносят на разборную доску и отбирают отдельные фракции примесей, которые взвешивают с точностью до 0,01 г и выражают в процентах к массе взятой навески. Массовую долю доброкачественного ядра определяют путем вычитания из 100 суммы процентов всех примесей. По содержанию доброкачественного ядра и примесей устанавливают качество крупы.

2.2 Лабораторная работа № 2 (4 часа).

Тема: «Определение технологической эффективности работы зерноочистительных машин»

2.2.1 Цель работы: изучить устройство лабораторного зернового воздушно-ситового сепаратора (бурата) и определить технологическую эффективность его работы.

2.2.2 Задачи работы:

1. Определить технологическую эффективность работы по степени отделения сорной примеси из предлагаемой модельной зерносмеси.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1.Лабораторный зерновой воздушно-ситовой сепаратор;
- 2.Разборные доски;
- 3.Шпатели;
- 4.Совочки;
- 5.Весы технические первого класса точности;
- 6.Модельная зерносмесь.

2.2.4 Описание (ход) работы:

Для выполнения лабораторной работы предлагается модельная зерносмесь, состоящая из определенного количества крупных, мелких примесей и зерен основной культуры.

Каждой бригаде студентов необходимо выделить из зерносмеси 2 навески: одну, массой 1 кг, для пропуска через сепаратор, вторую-массой 50 г, для определения содержания примесей (C_1).

Зерновую смесь массой 1 кг пропустить через сепаратор. Из очищенного зерна выделить навеску массой 50 г (C_2) и разобрать ее вручную на разборных досках на крупные и мелкие примеси. Полученные данные занести в таблицу.

Испытания проводят в трех повторностях и рассчитывают средние значения, определяют также производительность машины и удельную нагрузку на 1 см ширины сита.

Сравнивая полученное значение технологической эффективности работы машины (E) с положениями технических условий, определяют соответствие эффективности очистки зерна на воздушно-ситовом сепараторе установленным требованиям. Если обнаружится, что эффективность очистки ниже установленного техническими условиями уровня, в заключении о работе необходимо сформулировать рекомендации по корректировке режима работы сепаратора (например, установить сита другого номера, изменить скорость воздушного потока и т.д.).

2.3 Лабораторная работа № 3 (4 часа).

Тема: «Изучение взаимозаменяемости сит при фракционировании крупяных культур»

2.3.1 Цель работы: ознакомиться с методами определения геометрических и физических характеристик зерна и его примесей, подбора сит и схем сортирования для эффективной очистки и разделения зерна на потоки.

2.3.2 Задачи работы:

1. Провести сортирование нескольких образцов зерна с различной засоренностью на отсеивающем анализаторе;
2. Построить полигон распределения зерна по крупности и интегральную кривую;
3. Определить состав примесей в каждой фракции.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Набор штампованных сит с круглыми и прямоугольными отверстиями;
2. Разборные доски;
3. Шпатели;
4. Совочки;
5. Весы технические первого класса точности.

2.3.4 Описание (ход) работы:

Навеску зерна массой 100-200 г просеивают на отсеивающем анализаторе, в котором установлены сита, соответствующие анализируемой культуре.

Для гречихи: 4,8; 4,6; 4,4; 4,2; 4,0; 3,8; 3,6; 3,4; 3,2; 3,0 мм (круглого сечения) 0 (поддон).

Для ячменя: 3,0×20, 2,8×20, 2,6×20, 2,4×20, 2,2×20, 2,0×20 мм, 0 (поддон).

Для проса: 2,4×20, 2,2×20, 2,0×20, 1,8×20, 1,6×20, 1,5×20, 1,4×20 мм, 0 (поддон).

Для овса: 3,0×20, 2,8×20, 2,6×20, 2,4×20, 2,2×20, 2,0×20, 1,8×20, 1,6×20 мм, 0 (поддон).

Отсеивающий анализатор имеет круговое поступательное движение и круглые рамки или возвратно-поступательное движение и прямоугольные рамки.

Полученные фракции зерна взвешивают, а каждый сход разбирают на нормальное зерно и примеси, примеси взвешивают и выражают в процентах к исходной навеске. Количество нормального зерна в каждой фракции определяют как разность между массой фракции и количеством примесей. В каждой фракции определяют наиболее характерные примеси и записывают их название. Продукт с поддона целиком относят к сорной примеси.

Результаты определений заносят в таблицу.

Таблица — Ситовой анализ ячменя (пример)

Крупность зерна выделенной фракции (сход с сита), мм	Выход фракции, %			Наименование характерных примесей в каждой фракции
	всего	в том числе		
		прмесей	нормального зерна	
3,2× 20	11	6,5	4,5	солома, ости, горох
2,8× 20	44	2	42	горох, пшеница, ости
2,6× 20	17	1	16	гречиха, горох, овес
2,4× 20	21	1,5	19,5	овсюг, гречиха, пшеница
2,2× 20	5	1,5	3,5	овсюг, пшеница, овес
2,0× 20	1,5	1	0,5	просо, овсюг, щуплый
поддон	0,5	0,5	-	песок, органическая

				примесь
Итого:	100	14	86	

На основании данных таблицы строят кривые распределения по фракциям крупности и кривую суммарного выхода.

График строят следующим образом. На оси абсцисс откладывают размер отверстий сит, на которых зерно просеивалось, а по оси ординат — массу зерна в процентах (от общей массы анализируемого образца), фактически полученную на соответствующих ситах отсева-анализатора. Полученную ломаную линию называют полигоном распределения. Если по оси ординат откладывать сумму величин выхода, полученных на данном сите и на ситах с более крупными отверстиями, то построенная на основе этих данных кривая величин суммарного выхода будет указывать процентный выход зерна, идущего сходом с любого заданного сита.

На производстве часто возникает необходимость разделить зерно на несколько потоков в нужном соотношении.

По кривой суммарного выхода легко подбирать сита для данной партии зерна. Например, по условиям технологического процесса следует разделить зерно на два одинаковых потока. Для этого нужно на графике провести горизонтальную линию, соответствующую 50%-ному выходу до пересечения с суммарной кривой, и из точки пересечения опустить перпендикуляр на ось абсцисс, точка пересечения перпендикуляра с этой осью покажет, какой размер отверстий сита нужно применить для разделения зерна на два равных потока. В данном случае необходимо взять сито с отверстиями 2,8×20 мм.

Чтобы разделить зерно на n потоков, необходимо установить $(n-1)$ разных сит, для этого

100%

нужно на оси ординат отложить $n-1$ точек, соответствующих величинам потоков $\frac{100\%}{n}$, провести из этих точек горизонтальные линии до пересечения с суммарной кривой и опустить перпендикуляры до пересечения с осью абсцисс, найти размеры отверстий $(n-1)$ разных сит, обеспечивающих получение n потоков зерна.

Используя данные кривых распределения зерна по крупности и характеристику примесей в зерне, распределением на n фракций, выбрать способ очистки и соответствующие машины, а также последовательность их установки.

2.4 Лабораторная работа № 4 (4 часа).

Тема: «Гидротермическая обработка зерна крупяных культур»

2.4.1 Цель работы: ознакомиться с изменением технологических свойств зерна крупяных культур под воздействием гидротермической обработки.

2.4.2 Задачи работы:

1. Вычертить схему лабораторной установки для гидротермической обработки зерна крупяных культур;
2. Подвергнуть гидротермической обработке зерно при различных режимах;
3. Определить влияние режимов гидротермической обработки на эффективность его шелушения;
4. Сравнить результаты шелушения пропаренного и непропаренного зерна.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторный пропариватель;
2. Зерно гречихи;
3. Анализатор влажности портативно-цифровой Wile-55;

- 4.Разборные доски;
- 5.Шпатели;
- 6.Совочки;
- 7.Весы технические первого класса точности.

2.4.4 Описание (ход) работы:

В связи с отсутствием специального лабораторного оборудования для проведения гидротермической обработки работу можно проводить в автоклавах любой конструкции и сушильных шкафах. Наиболее распространены автоклавы, используемые для стерилизации паром материалов, применяемых в медицинской и лабораторной практике.

Перед работой с автоклавом следует тщательно ознакомиться с инструкцией по его обслуживанию.

После очистки зерна от примесей определяют его влажность. Затем берут 5 навесок зерна по 100 г и подвергают их пропариванию при давлении пара 0,05, 0,10, 0,15, 0,20 и 0,25 МПа в течение 3 минут. После пропаривания зерно сушат в сушильном шкафу, предварительно нагретом до 80-100 °С, до влажности 13-13,5%.

Так как установить время сушки для достижения указанной влажности трудно, а определить изменение влажности зерна в процессе сушки практически невозможно (продолжительность определения влажности слишком велика), можно воспользоваться следующей методикой.

Зерно с заранее известной влажностью W_H до гидротермической обработки взвешивают отдельно и вместе с кассетой. Затем его пропаривают и высушивают.

По мере высушивания кассету с зерном периодически вынимают из сушильного шкафа и взвешивают. Сушку прекращают, когда масса зерна с кассетой достигнет заданного значения, которое определяют по формуле:

$$G_k = G_H + G_z \cdot W_k - W_H / 100 - W_k,$$

где G_k — конечная (заданная) масса зерна с кассетой, г;

G_H — начальная масса зерна с кассетой, г;

G_z — начальная масса зерна, г;

W_k — начальная влажность зерна, %;

W_H — конечная (заданная) влажность зерна, %.

Влажность зерна после обработки можно проконтролировать стандартным методом.

Просушенное зерно охлаждают, а затем пропускают через шелушитель. После шелушения определяют выход шелушенных и нешелушенных зерен, а также выход побочных продуктов (мучки, дробленки и лузги). Вычисляют коэффициент шелушения по формуле.

Полученные результаты записывают в таблицу и делают вывод о целесообразности гидротермической обработки зерна, а также определяют оптимальный режим пропаривания для данной крупяной культуры.

2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).

Тема: «Определение эффективности пофракционной очистки гречихи от примесей»

2.5.1 Цель работы: оценить эффективность пофракционной очистки гречихи от примесей.

2.5.2 Задачи работы:

- 1.Провести сортирование нескольких образцов зерна гречихи с различной засоренностью на отсеивающем анализаторе;
- 2.Определить состав примесей в каждой фракции и эффективность очистки от примесей исходного и рассортированного на фракции зерна.

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1.Разборные доски;
- 2.Шпатели;
- 3.Весы технические первого класса точности;
- 4.Рассев-анализатор с двумя наборами сит: с круглыми отверстиями Ø 4,5 мм; Ø 4,2 мм; Ø 3,8 мм; Ø 3,6 мм; Ø 3,3 мм; с треугольными отверстиями Δ 7 мм; Δ 6,5 мм; Δ 6,0 мм; Δ 5,5 мм; Δ 5,0 мм.

2.5.4 Описание (ход) работы:

Из исходной пробы гречихи выделяют навеску массой 50 г и определяют засоренность, классифицируя примеси по видам, т.е. находят значение C_1 . Затем из исходной пробы выделяют навеску массой 100 г и просеивают ее на сите с треугольными отверстиями (размер стороны треугольника 7,0 мм) в течении 5 мин. Сход и проход взвешивают, выражают их в процентах к взятой навеске и разбирают, выделяя примеси. В сходе определяют содержание годного зерна. Количество примесей в проходе C_2 , записывают а таблицу.

По значениям C_1 и C_2 находят эффективность выделения примесей E_1 ситом с отверстием Δ 7 мм из гречихи, не рассортированной на фракции.

Отобранные примеси возвращают в ту же навеску и сортируют зерно на шесть фракций на ситах с круглыми отверстиями, отбирая фракции гречихи сходами. Сита следует устанавливать на рассее-анализаторе в следующем порядке: Ø 4,6 мм; Ø 4,2; Ø 4,0; Ø 3,8; Ø 3,6 и Ø 3,3 мм.

После сортирования рассчитывают выход каждой фракции гречихи в процентах к исходной навеске и засоренность фракции в процентах (C_1). Затем каждую фракцию гречихи вместе с засорителями следует просеять на сите с треугольными отверстиями соответствующего номера. В сходах с этих сит определяют содержание годного зерна и направляют их в отходы. Проходы анализируют, определяют засоренность в процентах, эффективность процесса выделения примесей по фракциям, сравнивая засоренность гречихи, полученной сходом с сита с круглыми отверстиями, и гречихи, идущей проходом соответствующего сита с треугольными отверстиями. Затем находят сумму примесей в зерне всех фракций крупности до просеивания гречихи на ситах с треугольными отверстиями (C_1) и сумму примесей в очищенном зерне (C_2). По этим данным определяют эффективность выделения примесей из гречихи, рассортированной на фракции (E_2).

Продукт	Выход фракции крупности		Содержание примесей до сортирования на ситах с треугольными отверстиями C_1		Содержание примесей в очищенном зерне C_2		Эффективность выделения примесей, %
	г	%	г	%	г	%	
1	2	3	4	5	6	7	8
Гречиха нерассортированная Проход сита Δ 7 мм			C_1		C_2		
Гречиха сортированная: I. 1) фракция (сход Ø 4,6 мм и проход Δ 7 мм) II. 2) фракция (сход Ø 4,2 мм и проход Δ 6,5 мм) III. 3) фракция (сход Ø 4,0 мм и проход Δ 6,0 мм)							

IV 4) фракция (сход Ø 3,8 мм и проход Δ5,5 мм)						
V 5) фракция (сход Ø 3,6 мм и проход Δ5,0 мм)						
VI 6) фракция (сход Ø 3,3 мм и проход Δ5,0 мм)						
Итого по всем фракциям	100	100	C ₁	C ₂		

2.6 Лабораторная работа № 6 (4 часа).

Тема: «Влияние крупности зерна на эффективность его шелушения»

2.6.1 Цель работы: изучить влияние крупности зерна на эффективность его шелушения.

2.6.2 Задачи работы:

1. Подвергнуть шелушению нерассортированное и рассортированное на четыре фракции зерно ячменя, пропустив его через лабораторную обоечно-щеточную машину;
2. Определить эффективность шелушения ячменя после каждой системы обработки, а также после всего процесса шелушения;
3. По полученным результатам сделать вывод о влиянии крупности зерна на процесс его шелушения.

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Обоечно-щеточная машина;
2. Разборные доски;
3. Шпатели;
4. Совочки;
5. Весы технические первого класса точности;
6. Зерно ячменя.

2.6.4 Описание (ход) работы:

Исследуемый образец ячменя рассеивают на наборе сит с отверстиями 2,8x20, 2,6x20, 2,4x20 и 2,2x20 мм. Затем навески по 200 г от исходного образца и от каждой фракции пропускают четыре раза через лабораторную обоечно-щеточную машину. После каждого пропуска взвешивают общий выход зерна и выделяют навеску 25 г, в которой определяют количество шелушенных и нешелушенных зерен. По полученным результатам определяют коэффициент шелушения после каждого пропуска, а также после всех четырех пропусков по формуле:

$$E_{\text{ш}} = \frac{N_1 - N_2}{N_1} \times 100\%,$$

где $E_{\text{ш}}$ – коэффициент шелушения, %;

N_1 – содержание нешелушенных зерен до шелушения;

N_2 – содержание нешелушенных зерен после шелушения.

Полученные результаты записывают в таблицу.

Затем строят график зависимости коэффициента шелушения от крупности зерна после четырех пропусков его через обоечно-щеточную машину.

Таблица – Результаты процесса шелушения зерна

Крупность ячменя (сход с сит с отверстиями,	Система шелушения	Выход продуктов шелушения,%			Коэффициент шелушения Е _ш ,%
		общий выход зерна	в том числе		
			шелушенные	нешелушенные	

мм)					
исходный образец	1 2 3 4				
2,8x20	1 2 3 4				
2,6x20	1 2 3 4				
2,4x20	1 2 3 4				
2,2x20	1 2 3 4				

2.7 Лабораторная работа № 7 (4 часа).

Тема: «Влияние нагрузки на эффективность шелушения зерна»

2.7.1 Цель работы: изучить влияние величины нагрузки на эффективность шелушения зерна в обоечно-щеточной машине и определить оптимальную нагрузку на машину.

2.7.2 Задачи работы:

1. Разные по массе образцы ячменя пропустить три раза через обоечно-щеточную машину;
2. Определить производительность машины после каждого пропуска, а также эффективность шелушения зерна после всех пропусков;
3. По полученным результатам сделать вывод о влиянии нагрузки на процесс шелушения зерна.

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Обоечно-щеточная машина;
2. Разборные доски;
3. Шпатели;
4. Совочки;
5. Весы технические первого класса точности.

2.7.4 Описание (ход) работы:

Образцы ячменя массой 150, 250, 450, 500 г пропускают через обоечно-щеточную машину три раза. После каждого пропуска необходимо фиксировать время прохождения зерна через машину и взвешивать выход зерна.

Производительность обоечно-щеточной машины Q (кг/ч) определяют по формуле:

$$Q = \frac{G}{\tau} \cdot 3600$$

$$Q = \frac{G}{\tau},$$

где G – масса навески зерна, кг

τ – время, за которое зерно прошло через обоечно-щеточную машину, с.

После трехкратного пропуска через машину взвешивают общий выход зерна и выделяют навеску 25 г, в которой определяют количество шелушенных и нешелушенных зерен. Затем определяют коэффициент шелушения по формуле.

Полученные результаты записывают в таблицу и делают вывод о влиянии нагрузки на процесс шелушения зерна.

2.8 Лабораторная работа № 8 (4 часа).

Тема: «Влияние зазора и времени на эффективность шелушения»

2.8.1 Цель работы: изучить устройство шелушителей ГДФ-1М и У1-ЕЗШ-3, определить эффективность шелушения проса в зависимости от длительности обработки и зазора между валками.

2.8.2 Задачи работы:

- 1.вычертить схему лабораторного шелушителя ГДФ-1М (У1-ЕЗШ-3);
- 2.провести шелушение навески проса при разных межвалковых зазорах и различной длительности обработки;
- 3.по полученным результатам сделать выводы.

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1.шелушители ГДФ-1М, У1-ЕЗШ-3;
- 2.разборные доски;
- 3.шпатели;
- 4.совочки;
- 5.весы технические первого класса точности;
- 6.зерно проса.

2.8.4 Описание (ход) работы:

Ознакомившись с устройством и принципом работы лабораторного шелушителя ГДФ-1М, вычерчивают схему.

Берут навески проса по 5 г и каждую пропускают через шелушитель ГДФ-1М (У1-ЕЗШ-3) при зазорах между валками 0,1, 0,3, 0,6 мм и при длительности обработки 10, 20, 30, 40, 50 секунд. После шелушения определяют общий выход зерна, в том числе шелушенного и нешелушенного. По полученным результатам определяют коэффициент шелушения по формуле.

Полученные данные записывают в таблицу и делают вывод о влиянии межвалкового зазора и длительности обработки на эффективность шелушения проса.

2.9 Лабораторная работа № 9 (2 часа).

Тема: «Разделение шелушенных и нешелушенных зерен, отличающихся размерами»

2.9.1 Цель работы: ознакомиться с методом разделения шелушенных и нешелушенных зерен крупяных культур в просеивающих машинах посредством подбора сит для проведения этой операции.

2.9.2 Задачи работы:

- 1.изучить метод разделения шелушенных и нешелушенных зерен гречихи и проса на ситах;
- 2.вычертить схемы;
- 3.рассчитать коэффициент технологической эффективности процесса крупотделения.

2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. сита лабораторные;
2. разборные доски;
3. шпатели;
4. совочки;
5. весы технические первого класса точности.

2.9.4 Описание (ход) работы:

Вычертив схемы технологического процесса крупосортирования, просеивают смесь зерна и ядра гречихи на лабораторном рассеивающем анализаторе.

Один образец гречихи, предварительно очищенный от примесей, массой 100 г просеивают на наборе сит с круглыми отверстиями, размером 4,5; 4,2; 4,0 и 3,8 мм.

Фракцию, полученную проходом через сито 4,0 мм и сходом с сита 3,8 мм, а также нерассортированное на фракции зерно гречихи, масса которого равна массе полученной фракции, раздельно пропускают через вальцедековый станок. Из продуктов шелушения отсеивают продел и мучку (проход через сито 1,7х20 или 1,6х20), а затем отвеивают лузгу на лабораторном аспираторе.

Из смеси шелушенных и нешелушенных зерен каждого образца выделяют навески по 50 г, затем просеивают навеску нерассортированного зерна на наборе сит с круглыми отверстиями, размером 4,0; 3,5 и 3,3 мм, а вторую навеску (сход с сита 3,8 мм) – на сите 3,6 мм.

Полученные в проходе и сходе продукты разбирают на шелушенные и нешелушенные зерна, взвешивают, результат выражают в % к исходному продукту и записывают в таблицу.

При определении эффективности разделения продуктов шелушения проса применяют сита с прямоугольными отверстиями.

Из очищенного от примесей проса отбирают два образца по 100 г. Один из них рассортировывают на наборе сит с отверстиями 2,0х20, 1,8х20, 1,6х20 и 1,4х20 мм.

Затем фракцию, полученную сходом с сита 1,6х20 и проходом через сито 1,8х20 мм, и навеску нерассортированного зерна пропускают через шелушитель ГДФ-4М.

Смесь шелушенных и нешелушенных зерен, полученных после шелушения нерассортированного зерна, просеивают на наборе сит с отверстиями 2,0х20, 1,8х20, 1,6х20, и 1,4х20 мм, а второй образец (сход с сита 1,6х20 мм) рассеивают на сите с отверстиями 1,6х20 мм.

Полученные в проходе и сходе продукты разбирают на шелушенные и нешелушенные, взвешивают, результат выражают в % к исходному продукту и записывают в таблицу.

На основе данных таблицы определяют технологическую эффективность крупосортирования. Так как количество шелушенных и нешелушенных зерен в проходе и сходе определяют в процентах к исходному продукту, то коэффициенты α , β и γ определяют по формулам 8.2, 8.3, 8.4.

По полученным результатам сравнить показатели технологической эффективности процесса крупосортирования и сделать вывод.

2.10 Лабораторная работа № 10 (4 часа).

Тема: «Производство пшена. Оценка качества.»

2.10.1 Цель работы: изучить технологию переработки проса в пшено. Составить количественный баланс процесса производства пшена.

2.10.2 Задачи работы:

1. вычертить технологическую схему переработки проса в пшено;
2. переработать навеску проса в крупу;

3.составить баланс технологического процесса.

2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1.шелушитель У1-ЕЗШ-3;
- 2.разборные доски;
- 3.шпатели;
- 4.совочки;
- 5.весы технические первого класса точности;
- 6.зерно проса.

2.10.4 Описание (ход) работы:

Ознакомившись с производством пшена, вычерчивают технологическую схему.

Навеску проса 5 г шелушат последовательно четыре раза в лабораторном шелушителе У1-ЕЗШ-3.

После каждого пропуска определяют массу зерна и отходов, выражают в процентах к исходной навеске и их количество записывают в таблице баланса переработки проса. После каждого пропуска определяют количество шелушенных и нешелушенных зерен и вычисляют коэффициент шелушения по формуле, результаты записывают в таблицу баланса 10.1.

В заключение сравнивают выход полученной крупы с нормой выхода пшена, приведенной в Правилах организации и ведения технологического процесса на крупозаводах.

2.11 Лабораторная работа № 11 (4 часа).

Тема: «Оценка потребительских достоинств крупы»

2.11.1 Цель работы: освоить методику и получить практические навыки определения потребительских достоинств крупы.

2.11.2 Задачи работы:

1. определить кулинарные свойства исследуемых образцов крупы.

2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1.прибор для определения развариваемости крупяных и бобовых культур ПОР-1;
- 2.мерный цилиндр емкостью 250 мл;
- 3.весы лабораторные;
- 4.пищевая поваренная соль.

2.11.4 Описание (ход) работы:

Из пробы крупы выделяют навеску массой 100 г, определяют объем крупы в кубических сантиметрах до варки. Кашу варят по описанной методике. Определяют объем каши в кубических сантиметрах и рассчитывают коэффициент развариваемости, дегустируют кашу и дают органолептическую оценку.

Кроме того, каждый признак качества оценивают в баллах. Начисленные баллы умножают на коэффициент значимости для данного признака, произведения суммируют.

По сумме баллов дают общую оценку качества каши. Результаты заносят в протокол по форме в таблицу.

На основе анализа полученных данных формулируют вывод о потребительских достоинствах крупы.

Результаты работы заносят в таблицу по предлагаемой форме. На основе анализа полученных данных делают вывод о потребительских достоинствах крупы.

Таблица – Начисление баллов за признаки качества каши.

Признак	Баллы
Запах	

Типичный, ярко выражен	5
Типичный, слабо выражен	4
Нет запаха	3
Нетипичный, слабо выражен (лежалый, солодовый и т.д.)	2
Нетипичный, посторонний, сильно выражен	1
Вкус	
Типичный, ярко выражен	5
Типичный, слабо выражен	4
Не выражен (нет характерного вкуса)	3
Нетипичный, со слабо выраженным посторонним привкусом	2
	1
Консистенция	
Типичная, однородная, рассыпчатая	5
Типичная, малорассыпчатая (жестковатая)	4
Типичная, с наличием неоднородно разваренных крупинок	3
Нетипичная, однородная (липкая, жестковатая)	2
Нетипичная, неоднородная, местами водянистая, липкая	1
Цвет	
Типичная, однотонный	5
Типичный, слегка потемневший или посветлевший	4
Типичный, но неоднородный	3
Нетипичный, потемневший или посветлевший при хранении	2
Нетипичный, сильно изменившийся в результате ухудшения качества крупы	1

Таблица – Результаты оценки потребительских достоинств крупы

Вид и сорт крупы	Время варки, мин	Коэффициент развариваемости, $K_{разв}$	Цвет		Вкус		Консистенция		Общая оценка, баллы
			органолептические	баллы	органолептические	баллы	органолептические	баллы	

2.12 Лабораторная работа № 12 (4 часа).

Тема: «Расчет выхода готовой продукции на крупяных заводах»

2.12.1 Цель работы: овладеть методикой расчета выходов готовой продукции при переработке зерна в крупу.

2.12.2 Задачи работы:

1. Изучить принципы построения правил расчета выхода готовой продукции на крупяных

заводах;

2. Освоить методику на конкретном примере.

2.12.3 Описание (ход) работы:

На основе методических указаний и Правил организаций и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях рассчитывают выход готовой продукции по одной из крупяных культур, определив предварительно ее качество.

Результаты записывают в бланк формы №117