

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И  
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»

ИННОВАЦИОННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
«ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И БАВ»

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

### **СБОРНИК ОПИСАНИЙ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

ПО КУРСАМ ДИСЦИПЛИН:  
«ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ  
РАСТИТЕЛЬНОГО, ЖИВОТНОГО, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ И РЫБЫ»  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 240902.65 «ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»),

«ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ И ВВЕДЕНИЕ  
В ТЕХНОЛОГИЮ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»,  
«ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАСЛИ», «ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗ-  
ВОДСТВ» (НАПРАВЛЕНИЯ 260100.62 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ,  
240700.62 «БИОТЕХНОЛОГИЯ»)

Астрахань 2013

Составили:

Мукатова М.Д., д.т.н., проф. кафедры «Пищевая биотехнология и технология продуктов питания», зав. Инновационно-исследовательской лабораторией «Пищевая биотехнология и БАВ» (ИИЛ «ПБиБАВ»)

Киричко Н.А., к.т.н., доцент кафедры «Пищевая биотехнология и технология продуктов питания», научный сотрудник ИИЛ «ПБиБАВ»

Рецензенты: Боева Тамара Васильевна, к.с/х.наук, зам. директора по внедрению, зав. отделом семеноводства и семеноведения Государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства» Российской академии сельскохозяйственных наук (РАСХН ГНУ «ВНИИОБ»).

Основные принципы переработки растительного сырья. Сборник описаний лабораторных занятий по дисциплинам: «Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы», «Общие принципы переработки сырья и введение в технологию производства продуктов питания», «Технология отрасли», «Основы технологии пищевых производств» для подготовки студентов специальности 240902 «Пищевая биотехнология» и направлений 260100.62 «Технология продуктов питания», 240700.62 «Биотехнология»/ФГБОУ ВПО АГТУ; сост. М.Д. Мукатова, Н.А. Киричко – Астрахань, 2012 г. – 200 с.

В сборнике описаний лабораторных занятий приводятся характеристики химических составов, методика расчёта энергетической ценности сырья растительного происхождения, виды и способы изготовления пищевой продукции из него. Приведены методики постановки лабораторных экспериментов по технологии различных видов пищевых продуктов из сырья растительного происхождения, исследования их органолептических и физико-химических показателей качества. Указаны принципы моделирования технологических схем изготовления продуктов питания в зависимости от выбранного способа, методы установления основных, подготовительных и вспомогательных процессов и обоснование их параметров, влияющих на качество готового продукта, порядок формулирования выводов на основании полученных результатов.

Сборник описаний включает 9 лабораторных работ.

Сборник описаний лабораторных работ утвержден на заседании кафедры «Пищевая биотехнология и БАВ» «28» июня 2012 г., протокол № 15.

© ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»

<b>Содержание</b>	
Введение	4
Порядок допуска к лабораторным работам	5
Порядок проведения эксперимента	5
Требования по оформлению лабораторных работ	6
Правила техники безопасности работы в лаборатории	7
Лабораторная работа № 1. Исследование влияния гидротермической обработки (ГТО) зернового и зернобобового сырья на изменение его органолептических, физических показателей и химического состава.	8
Лабораторная работа № 2. Изучение способов переработки сои и показателей качества соевых продуктов (соевого молока, соевых концентратов и изолятов). Моделирование технологических схем производства соевых продуктов.	21
Лабораторная работа № 3. Исследование кинетики обезвоживания (сушки) овощного сырья. Установление степени набухания и восстанавливаемости сушёных продуктов. Моделирование технологической схемы изготовления сушёных овощей.	35
Лабораторная работа № 4. Изучение способов получения и характеристики томатопродуктов. Оценка показателей качества томатопродуктов и моделирование технологических схем их производства.	47
Лабораторная работа № 5. Изучение способов изготовления и характеристики соков из плодово-ягодного сырья. Моделирование технологических схем производства соков.	68
Лабораторная работа № 6. Изучение хлебопекарных свойств различных видов муки и способов изготовления хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Моделирование технологических схем их производства	94
Лабораторная работа № 7. Изучение показателей качества крахмалосодержащего сырья и основных технологических процессов крахмалопаточного производства. Моделирование технологической схемы получения крахмала	114
Лабораторная работа № 8. Изучение способов изготовления кондитерской продукции на основе сахара. Моделирование технологических схем изготовления кондитерских изделий (карамельных, помадных конфет)	129
Лабораторная работа № 9. Изучение способов выделения и ароматизации липидов из растительного сырья. Моделирование технологических схем изготовления растительных масел и ароматизированных масляных экстрактов	160
Список использованной литературы	199

## Введение

Пищевая технология – прикладная наука о стадиях переработки сырья в пищевые продукты и об изменениях протекающих при этом.

Пищевая инженерия (инженерия пищевых производств) необходима для обеспечения изготовления качественных и экологически чистых продуктов, что требует глубоких знаний о свойствах сырья и продуктов: физико–механических, теплофизических, реологических, диффузионных, гигроскопических, тепловлагообменных, органолептических, технологических и др. Это достигается будущими специалистами и инженерами приобретением опыта по проведению исследований физико–химическими методами.

На сегодняшний день одной из важнейших проблем пищевых производств является внедрение комплексных технологий переработки сырья растительного и животного происхождения, позволяющих рационально использовать имеющиеся природные ресурсы и изготавливать широкий ассортимент пищевой продукции.

Курсы дисциплин: «Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы», «Общие принципы переработки сырья и введение в технологию производства продуктов питания», «Технология отрасли» призваны ознакомить будущих специалистов – биотехнологов и бакалавров пищевой промышленности с методами правильной организации переработки различных видов сырья в пищевые продукты, условиями и режимами процессов, традиционными и новыми методами контроля при движении сырья от момента приёма до готовой продукции.

Сборник описаний лабораторных работ является методическим пособием, в котором приведённый материал способствует расширению и закреплению теоретических знаний, приобретению опыта по практическому их использованию и предназначен для оказания помощи студентам специальности «Пищевая биотехнология» и направлений «Технология продуктов питания», «Биотехнология» выполнять выданные им задания и оформлять результаты выполненной работы в форме научного отчёта.

Для выполнения лабораторных работ студентам необходимо иметь остаточные знания по циклам химических дисциплин (органической, физической, коллоидной химии, биохимии и химии пищи), а так же по специальной микробиологии в соответствии с реализуемыми учебными планами. В процессе подготовки к лабораторным работам предусматривается самостоятельная работа студентов с литературными источниками (учебные пособия, научные статьи, периодические издания: «Хранение и переработка сельхозсырья», «Пищевая промышленность», «Известия вузов. Пищевая технология», «Масло-жировая промышленность», «Кондитерская промышленность», «Пищевые ингредиенты и добавки» и т.д.) с привлечением материалов соответствующих разделов из рабочей программы вышеуказанных дисциплин.

В результате прохождения лабораторных занятий студенты должны знать:

– специфические свойства различных видов сырья растительного происхождения

- характеристику отдельных групп пищевых продуктов из растительных видов сырья;
- основные способы переработки сырья растительного происхождения и методы контроля качества готовой продукции;
- основные показатели качества и безопасности пищевой продукции в соответствии с требованиями технической документации, санитарных правил и норм.

Иметь навыки по:

- изучению химического состава и установлению энергетической ценности сырья растительного происхождения;
- способам переработки сырья растительного происхождения и изготовления из него качественной, безопасной пищевой продукции;
- определению основных органолептических и физико-химических показателей качества готовой пищевой продукции для сравнения их с требованиями действующей технической документации и формулирования выводов.

### **Порядок допуска к лабораторным занятиям**

К лабораторным занятиям допускаются студенты, подготовленные по соответствующим теоретическим материалам в соответствии с методическими указаниями настоящего сборника.

При подготовке к занятиям необходимо:

- изучить теоретические вопросы по теме предстоящих занятий с использованием литературных источников, приведённых в сборнике и конспекта лекций;
- ознакомиться с методикой выполнения лабораторных занятий в соответствии с рабочей программой дисциплин, основными принципами и способами переработки сырья растительного происхождения;
- освоить сущность предложенных методов определения физико-химических показателей качества, освоить методы выполнения необходимых технологических расчетов, относящихся к обработке планируемых результатов;
- составить рабочий план выполнения работы, с выделением основных этапов постановки эксперимента.

Степень подготовки студентов к выполнению очередных лабораторных занятий контролируется преподавателем в форме предшествующего собеседования. В случае недостаточной подготовленности к занятиям студент не может быть к ним допущен. При этом студент продолжает присутствовать в лаборатории для использования запланированного количества часов на теоретическую подготовку и составление рабочего плана для выполнения работы.

### **Порядок постановки эксперимента**

Лабораторные занятия студенты выполняют в виде учебно-исследовательской работы (УИРС) по 2 человека в группе.

Перед началом постановки эксперимента студент подготавливает рабочее место, отведённое в лаборатории, проверяет наличие необходимого оборудования, аппаратуры и химической посуды с реактивами, а также знакомится с устройством приборов и порядком измерений.

После каждого этапа лабораторной работы, предусмотренного в сборнике, студент полученные данные фиксирует в журнале исследований по рекомендованной форме. Результаты анализирует и обсуждает с преподавателем.

Лабораторная работа считается выполненной при предъявлении студентом преподавателю полученных результатов по запланированному этапу и приведении рабочего места в надлежащий порядок.

### **Требования по оформлению лабораторных работ**

Лабораторная работа оформляется в форме научного отчёта с указанием следующих сведений о работе: название; цель и задачи; наименование объектов исследования и краткая методика постановки эксперимента; результаты опытов и их обработка; разработанная модель технологической схемы изготовления опытного образца заданного вида продукции; сформулированные выводы.

Перед началом лабораторной работы преподавателем излагаются общие понятия, цель и задачи и краткие теоретические сведения по изучаемой теме, распределяются объекты исследования по группам студентов. В ходе выполнения лабораторных работ преподаватель проверяет правильность постановки эксперимента, отвечает на возникшие вопросы и оказывает методическую помощь в обсуждении полученных результатов.

В разделе «Результаты опытов и их обработка» необходимо указывать полученные результаты, оформленные в табличной и графической форме. При необходимости на основании полученных результатов выполняются технологические расчеты. Используемые при этом формулы расшифровываются с указанием характеристик всех коэффициентов и показателей.

В разделе «Разработка модели технологической схемы изготовления опытного образца пищевой продукции...» приводится технологическая схема в вербальной форме с указанием по вертикали последовательности выполнения основных технологических операций, соединённых между собой стрелками, в направлении сверху вниз. Горизонтальные стрелки применяются для указания, к какой технологической операции подаются вспомогательные материалы, или от какой операции отводятся образуемые отходы и производственные жидкие стоки.

На основании полученных результатов формулируются выводы. Выводы должны содержать конкретно сформулированный критический анализ качества изученного сырья, влияния выбранных технологических параметров основных процессов на изменения его свойств, которые протекают при переработке, а также качества готовой продукции и её энергетической ценности. При этом следует полученные результаты сравнивать с действующими нормами отходов и потерь, образуемых при переработке сырья растительного происхождения, требованиями технической документации на сырьё и готовую пищевую продукцию и анализировать возможные расхождения между стандартными показателями качества и полученными в ходе проведения опытов.

При отсутствии стандартных показателей качества и норм отходов и потерь, полученные результаты используются после повторной проверки для утверждения нормативного документа «Нормы отходов и потерь при производстве пищевой продукции» на конкретный вид сырья и готового продукта.

### **Правила техники безопасности**

Для обеспечения безопасной работы в лаборатории необходимо соблюдать следующие условия:

- избегать попадания химических реактивов на руки; при попадании не трогать лицо и глаза, руки тщательно вымыть проточной водой;
- работать с едкими и ядовитыми веществами необходимо только в помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией вдали от горения пламени;
- запрещается проверять запах неизвестных химических веществ, известных – необходимо проверять крайне осторожно, не наклоняясь над химической посудой с реактивом, а направив рукой к себе воздух;
- запрещается химические реактивы пробовать на вкус;
- не допускается нагревать сосуды с находящимися в них низкокипящими, огнеопасными жидкостями на открытом огне и на всех электронагревательных приборах и нельзя наклоняться над сосудом, в котором кипит жидкость;
- следует при нагреве жидкости с осадком быть осторожным, так как возможен выброс осадка;
- запрещается нагревать или охлаждать растворы в герметично закрытом сосуде;
- не допускается сливать в канализацию через раковину крепкие растворы кислот, щелочей, эфир, хлороформ и другие горючие жидкости; их необходимо сливать в специально отведённые сосуды;
- соблюдать осторожность при работе со стеклянной посудой, запрещается пользоваться разбитой и треснутой стеклянной посудой, размещать ее непосредственно на огонь, а горячую посуду на стол;
- не допускается размещать кислоты рядом с органическими веществами;
- включать центрифугу только после балансировки противоположно размещённых стаканчиков и при плотно закрытой крышке;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении опытов с использованием электроприборов;
- следует соблюдать порядок и чистоту в лаборатории и не забывать выключать воду, электроприборы после завершения работы;
- обрабатывать порезы йодом или перекисью водорода; при попадании на кожу кислоты или щёлочи, участок кожи промывать водой и обрабатывать слабым раствором бикарбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) или слабым раствором уксусной кислоты соответственно; ожоги обрабатывать слабым раствором перманганата калия.

# Лабораторная работа №1

## «Исследование влияния гидротермической обработки (ГТО) зернового и зернобобового сырья на изменение его органолептических, физических показателей и химического состава»

### Краткий теоретический материал.

Различают элементарный и молекулярный состав растительного сырья. Элементарный химический состав свидетельствует о содержании в сырье отдельных химических элементов. Элементы, содержащиеся в сырье в сравнительно больших количествах (более 0,001%), принято называть макроэлементами (кислород, водород, углерод, азот, фосфор, кальций, сера); элементы, содержание которых в сырье не превышает 0,001%, получили название микроэлементов (йод, железо, бром, фтор, и др.). Макро и микроэлементы имеют огромное физиологическое, т.к. они участвуют в процессе обмена веществ в организме.

Молекулярный химический состав свидетельствует о содержании в сырье отдельных химических соединений и их количественное соотношение.

При промышленной обработке сырья обычно учитывают содержание в сырье белка, жира, углеводов, воды, минеральных веществ (зола). В отдельных случаях дополнительно определяют содержание небелковых азотистых веществ и собственно белков (истинный протеин), отдельных минеральных элементов, витаминов, аминокислот и жирных кислот.

Для сравнения пищевой ценности отдельных видов сырья и сопоставления с другими видами её характеризуют энергетической ценностью (калорийностью), т.е. количеством теплоты, которое выделяется в организме человека при окислении белков, жиров, углеводов, содержащихся в 100 г сырья или продукта из него.

Энергетическую ценность рассчитывают, пользуясь следующими коэффициентами (К): при окислении 1 г белка выделяется 4,2 ккал, жира – 9,4 ккал и углеводов – 4,6 ккал теплоты/г. Калорийность (ккал) или энергетическую ценность сырья и продукта из него определяют по формуле 1:

$$Q = B \cdot K_1 \cdot X + Ж \cdot K_2 \cdot Y + УГ \cdot K_3 \cdot Z \quad (1)$$

где, B, Ж, УГ – содержание белка, жира, углеводов в сырье или продукте, %

$K_1, K_2, K_3$  – количество энергии, выделяемой при окислении 1 г белка, жира, углеводов соответственно в ккал

X, Y, Z – коэффициенты усвоения белка, жира, углеводов (в долях) соответственно.

Белки, жиры разных видов сырья и продуктов из него имеют различные коэффициенты усвояемости. Коэффициент усвояемости белка мяса рыбы 0,96, жира – 0,91, для мяса теплокровных животных этот показатель несколько ниже. У здоровых людей при правильном подборе продуктов коэффициенты усвояемости в среднем: для белков – 0,85%, жиров – 0,94% и углеводов – 0,96%. При этом необходимо помнить, что усвояемость пищевых веществ отдельных продуктов отличается от указанных средних величин. Так, коэффициент усвояемости углеводов овощей составляет около 0,85, сахара – 0,99.

## **Характеристика зерновых и зернобобовых, их переработка**

Схема выращивания и переработки зерновых включает в себя: основные этапы: поле → возделывание → посев → выращивание → уборка урожая → транспортирование на элеватор → очистка от примесей → ГТО → отволаживание → высушивание → хранение → переработка на мельницу

При переработке растительного сырья одной из главных операций является гидротермическая обработка (ГТО) паром, душирующей горячей водой или СВЧ–лучами, которая призвана очистить поверхность зерна от микроорганизмов и снизить для отдельных видов зернобобовых содержание антиалиментарных веществ. Антиалиментарное вещество – химическое вещество, характерное для отдельного вида зернобобовых – сои, которое при поступлении в организм в достаточно большом количестве может ингибировать деятельность фермента трипсина в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ).

Практически все виды зернового и зернобобового сырья содержат воды в количестве 14%; белковых веществ 10-12%, кроме гороха и сои: горох – 22,4%, соя – 24%; жира – 1,7–2,4% (за исключением кукурузы и сои, содержащих до 12%). В сырье растительного происхождения содержится большое количество углеводов до 55–69%. Содержание клетчатки составляет 2-4,5%. минеральных веществ - 1,3–2,4%.

Растительное сырье, переданное после уборки в зернохранилище, является сырьём для промышленной переработки. Зерновые и зернобобовые подвергаются помолу для получения муки и крупы.

Освоение процесса экструдирования позволило перерабатывать зерновые и зернобобовые виды сырья в хлопья, используемые без варки в качестве готовых завтраков.

Переработка зерна в муку состоит из основных технологических этапов подготовки зерна, помола и просеивания. Подготовка включает удаление примесей и ГТО зерна (при сортовых помолах). Для выработки муки хорошего качества смешивают твёрдую пшеницу с мягкой. Примеси удаляют на очистительных машинах. В зависимости от степени помола и кратности просеивания можно изготовить муку разных сортов и видов, крупы (рис. 1, 2).

Мука - порошкообразный продукт, получаемый из зерна пшеницы, ржи, кукурузы, ячменя и др. культур. Вырабатывают преимущественно муку пшеничную и ржаную муку. Мука является основным сырьём хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств. Мука высшего сорта имеет цвет белый или с лёгким желтоватым оттенком, отрубей не содержит, выход её при помоле составляет 30%; мука I сорта - имеет цвет белый, небольшой желтоватый или сероватый оттенок, выход при помоле 72%; мука грубого помола II сорта - имеет цвет белый с сероватым оттенком за счёт содержания отрубей, выход при помоле 85%. Обойная мука (выход 95%) и крупчатка не содержат отрубей.

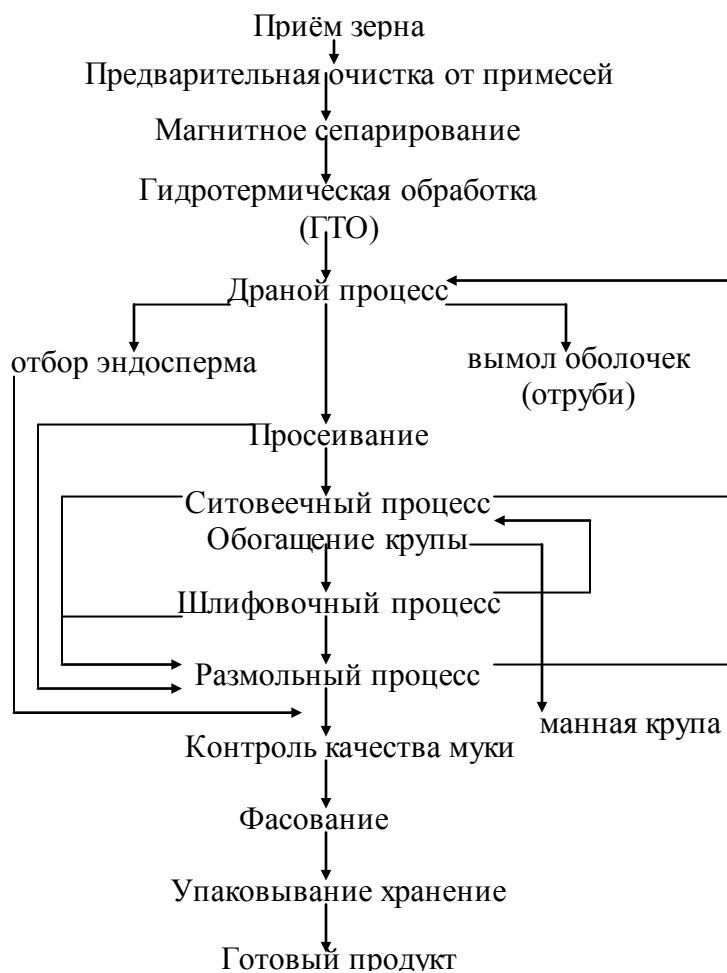


Рис. 1. Модель технологической схемы переработки пшеницы

Виды помола, используемые при переработке пшеницы, приведены на рис. 2

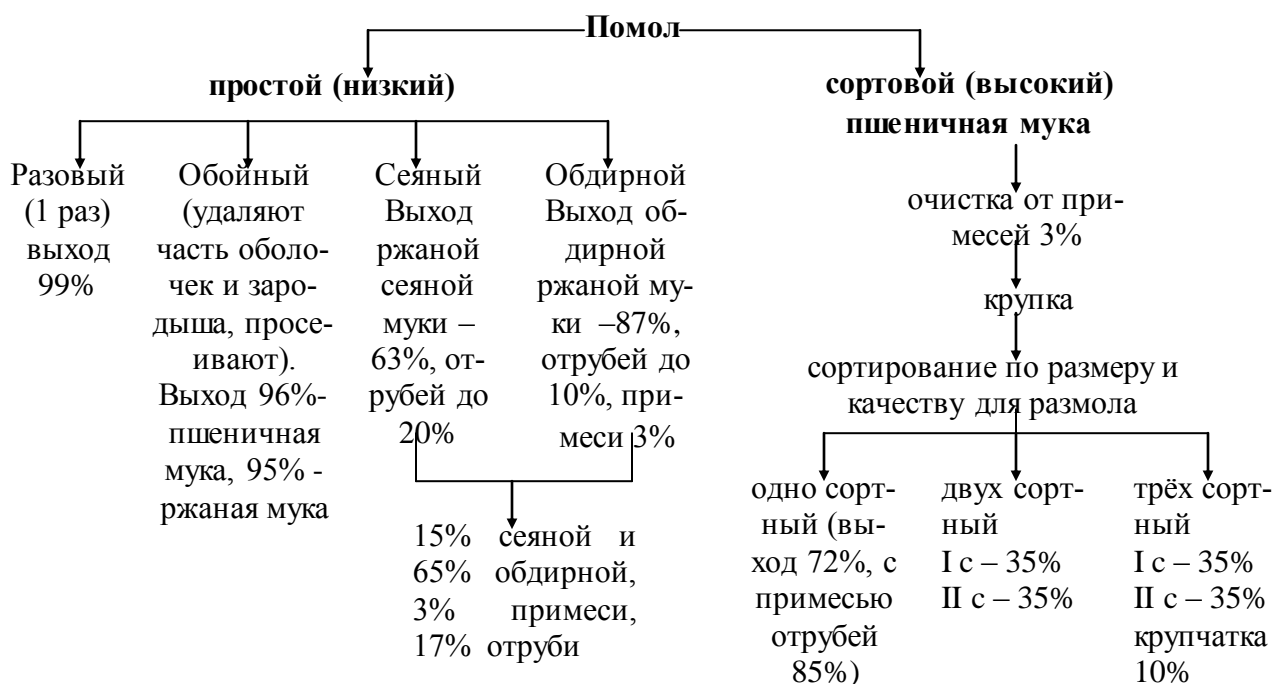


Рис. 2. Виды помола

Зерновые и зернобобовые могут подвергаться специальной обработке для получения крупы. Производство крупы включает несколько этапов: зерно очищают от примесей, проводят гидротермическую (влажнотепловую) обработку, сортируют на фракции, отделяют наружные оболочки (шелушение), сортируют продукты шелушения, шлифуют и полируют крупу для удаления последующих пленок и зародышей (рис. 3).

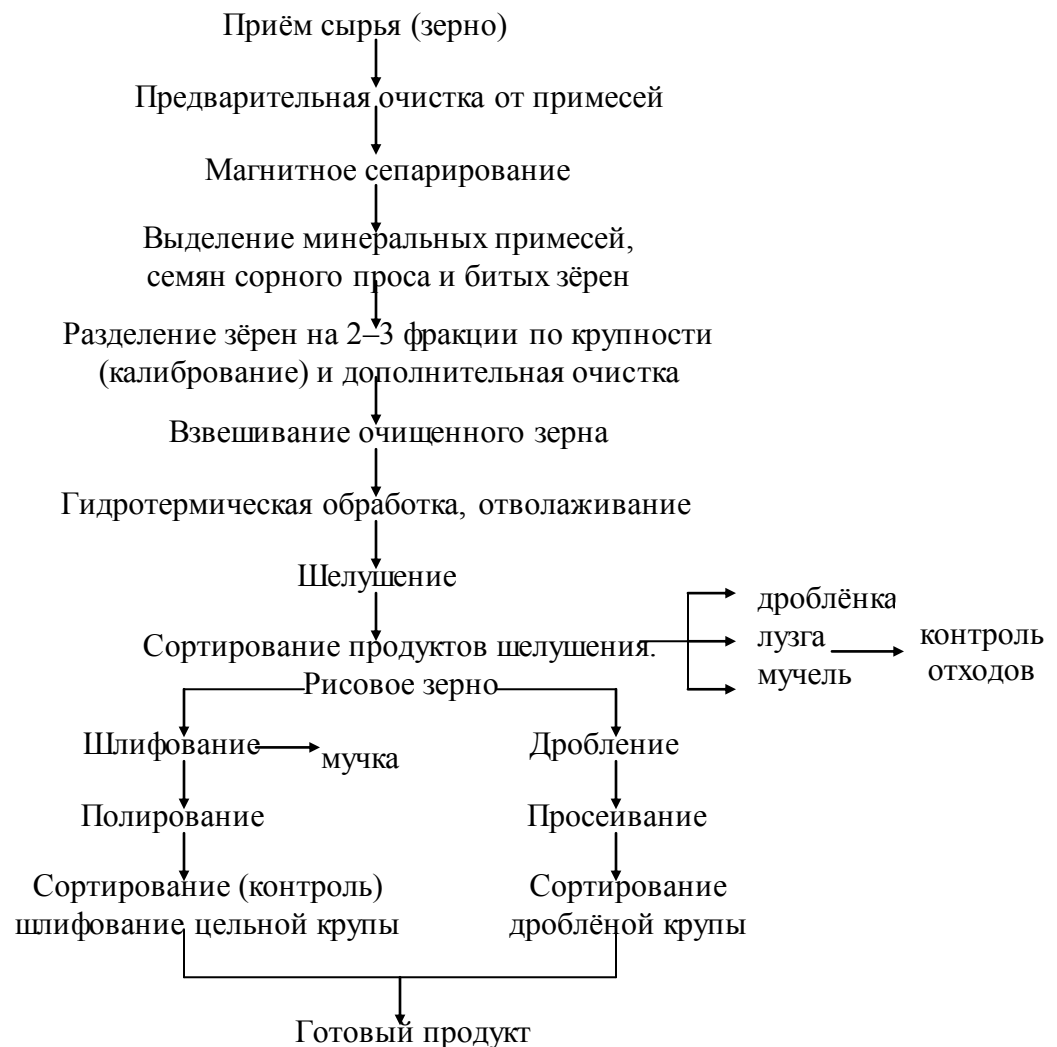


Рис. 3. Модель технологической схемы переработки зерна риса в крупу.

### Виды круп, вырабатываемых в пищевой промышленности.

Крупа состоит из цельных или дробленых зерен крупяных (гречиха, рис, пшено, кукуруза, просо) бобовых (горох, чечевица, соя) культур. К крупе относятся овсяные и кукурузные хлопья, вспученные рисовые и пшеничные зерна, искусственное саго из картофельного крахмала. Крупы, вырабатываемые в пищевой промышленности, являются разнообразными и отличаются по органолептическим и физико-химическим показателям качества и химическому составу. Средний химический состав круп следующий (%): воды - 12-14, белка - 8,3-13,7, жира - 0,5-5,8, крахмала - 63,7-73, клетчатки - 0,2-2,8, золы - 0,5-2,1. Из углеводов в крупах наибольшее количество приходится на крахмал, от свойств которого зависят кулинарные особенности круп. Жиры

круп имеют высокую биологическую ценность, состоят в основном из ненасыщенных жирных кислот. В крупах содержатся минеральные вещества: фосфор, калий, магний; из витаминов в крупах есть В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, Е. Энергетическая ценность 100 г крупы составляет 323-356 ккал или 1351-1489 кДж.

**Крупу гречневую** вырабатывают из пропаренного или непропаренного зерна гречихи путем отделения плодовых оболочек. По способу обработки различают ядрицу и ядрицу быстрорастваривающуюся, продел и продел быстро разваривающийся.

**Крупа ячменная** представлена видами: перловая, ячневая и пенсак.

Перловая крупа – это целые или дробленые ядра ячменя, освобожденные от цветочных пленок, хорошо отшлифованные и отполированные.

Ячневая крупа состоит из частичек дробленого ядра ячменя (измельченная крупа) и пенсак различной величины и формы с острыми гранями. Перерабатываемое зерно освобождают от цветочных пленок и частично от плодовых оболочек.

**Крупа рисовая** по способу обработки бывает шлифованная, полированная и дробленая шлифованная.

Рис шлифованный - это зерна шелушенного риса, у которых полностью удалены цветочные пленки, плодовые и семенные оболочки, большая часть алейронового слоя. Поверхность покрыта мучелью, шероховатая.

Рис полированный это обработанный на полировальных машинах шлифованный рис стекловидных сортов. Поверхность гладкая, блестящая.

Рис дробленый шлифованный представляет собой дробленые ядра риса, образовавшиеся при выработке риса шлифованного, полированного и дополнительно подвергнутые обработке на шлифовальных машинах. Сортového деления не имеет.

**Пшено** получают из проса следующих видов: дранец и шлифованное пшено. Путем удаления только наружной оболочки получают дранец, а при удалении с проса периферических частей зерна и зародыша получают шлифованное пшено.

**Крупу овсяную** вырабатывают пропаренную недробленую, плющеную, хлопья Геркулес и лепестковые, толокно.

Овсяная пропаренная недробленая - это шлифованные целые ядра пропаренного овса, освобожденные от цветочных пленок, опушения, частично от плодовых оболочек и зародыша.

Овсяная плющенная крупа представляет собой повторно пропаренную, подсушенную и расплющенную толщиной 1- 1,2 мм овсяную пропаренную недробленую. На поверхности имеется рисунок от вальцов.

**Хлопья Геркулес** вырабатывают из шлифованной проваренной недробленой овсяной крупы высшего сорта, которую повторно пропаривают, расплющивают на гладких вальцах толщиной 0,5 мм и высушивают.

Хлопья лепестковые получают из пропаренной недробленой овсяной крупы высшего сорта, которую дополнительно шлифуют, пропаривают и расплющивают.

**Толокно** по внешнему виду напоминает муку, перед употреблением не требует тепловой обработки. Вырабатывают из замоченного, пропаренного под давлением овса, высушенного и размолотого.

**Крупа пшеничная** представлена видами: крупа манная, «Полтавская», «Артек». **Манную крупу** вырабатывают при сортовом помоле зерна в муку. Это частички эндосперма размером 1-1,5 мм.

Полтавская крупа - это целые или дробленые зашлифованные ядра твердой пшеницы, освобожденные частично от плодовых и семенных оболочек и зародыша.

Крупа «Артек» - мелкодробленые зерна твердой пшеницы размером 1-1,5 мм, полностью освобожденные от зародыша и частично от плодовых и семенных оболочек, зашлифованные.

**Крупу кукурузную** вырабатывают из зерна кремнистой или полужубовидной кукурузы. По способу обработки бывает шлифованной (для производства хлопьев и воздушных зерен) и мелкой (для производства хрустящих палочек).

Кукурузная шлифованная крупа – это дробленые частицы ядра кукурузы различной формы, отделённые от плодовых оболочек и зародыша, хорошо зашлифованные, с закругленными гранями.

**Горох шелушенный (лущеный)** в зависимости от способа обработки делится на:

целый шелушенный полированный, представляющий собой неразделенные семядоли гороха желтого или зеленого цвета, с гладкой поверхностью;

колотый шелушенный полированный состоит из разделенных семядолей гороха, желтого или зеленого цвета с закругленными краями семядолей.

Крупы из гороха содержат значительное количество белков, но усвояемость их не превышает 30%.

**Крупы повышенной биологической ценности** отличаются хорошими вкусовыми свойствами, содержат достаточно большое количество полноценного белка, минеральных веществ, витаминов. Сырьем для их изготовления служат продукты крупяного производства, измельченные в муку, в которую в соответствии с рецептурой вносят сухое молоко, яичные продукты, смешивают, пропаривают, формируют и сушат.

Крупу «Здоровье» вырабатывают из рисовой муки с добавлением яичных продуктов и сухого обезжиренного молока.

Крупа «Флотская» состоит из размолотых в муку гречневого продела и крупы ячневой.

Крупу «Южная» вырабатывают из смеси муки кукурузной, пшеничной, ячневой и гороховой.

Крупа «Спортивная» - это смесь размолотой в муку овсяной недробленой крупы 1 сорта и сухого обезжиренного молока.

**Саго** вырабатывают из крахмала картофельного или кукурузного методом его клейстеризации. По величине зерен саго бывает крупное и мелкое.

**Цель работы:** Изучение органолептических, физических показателей химического состава зернового, зернобобового видов сырья и исследование влияния гидротермической обработки (ГТО) на их изменение.

**Задачи:**

1. Изучить требования стандарта, гигиенические требования безопасности и пищевой ценности исследуемых видов круп по санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (СанПиН 2.3.2.1078).
2. Осуществить размол крупы, просеивание; определить отходы, потери и выход измельчённой крупы.
3. Определить исходную влажность изучаемого объекта.
4. Исследовать химический состав объекта до проведения ГТ обработки.
5. Осуществить ГТО крупы заданным способом.
6. Установить изменение органолептических показателей качества и определить содержание воды после ГТО.
7. Подсушить крупу до первоначальной влажности в течение 1 ч (при температуре 60–70°C с циркуляцией воздуха) после ГТО с осуществлением размола, просеивания и определить отходы, потери и выход измельчённой крупы (муки).
8. Разработать модель технологической схемы изготовления муки из зерновых и зернобобовых заданного вида.
9. Оформить полученные результаты в табличной форме, проанализировать и сформулировать выводы.

**Аппаратура, реактивы и материалы:** микромельница для измельчения растительного сырья или кофемолка, весы ВЛКТ-500, весы аналитические; набор лабораторных сит, водяная баня, часы, чашка фарфоровая, стаканы стеклянные вместимостью 250 см<sup>3</sup>, часовое стекло, шпатель, пинцет, лупа по ГОСТ 25706 с увеличением 6–10<sup>x</sup>, бюксы, эксикатор, щипцы тигельные, аппарат Чижовой, СВЧ-печь, сушильный шкаф, тигли, муфельная печь, аппарат Сокслета, колбы стеклянные конические на 250 см<sup>3</sup>, бумага фильтровальная лабораторная, колбы для минерализации, установка для минерализации органических веществ, аппарат для отгонки паров аммиака, перекись водорода (х. ч.) по ТУ 6-09-4211-85, смешанный индикатор, эфир медицинский по Госфармакопее РФ (серный эфир), серная кислота H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ч. или х. ч. по ГОСТ 4204, гидроксид натрия NaOH ч. д. а. по ГОСТ 4328 (прокипяченный 33 %-ный раствор), 0.02 н раствор гидроксида калия КОН ч. д. а. по ГОСТ 24363, вода дистиллированная безаммиачная, приготовленная по ГОСТ 4517, вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

**Объекты исследования:** крупа ячменная (ГОСТ 5784), крупа рисовая (ГОСТ 6292), крупа гречневая (ГОСТ 5550), крупа пшено шлифованное (ГОСТ 572), крупа манная (ГОСТ 7022), крупа овсяная (ГОСТ 3034), крупа кукурузная (ГОСТ 6002), горох шлифованный (ГОСТ 6201), соя (ГОСТ 17109), крупы измельчённые до и после гидротермической обработки .

**Методы исследований\*.**

\* при оформлении лабораторных работ описание методов исследований, которые осуществляются в соответствии с ГОСТ, не приводится. Методы исследования приводятся полностью, если на них отсутствуют действующие нормативные документы.

Отбор проб и выделение навесок проводят по ГОСТ 26312.1. Правила приёмки и методы отбора проб.

Органолептические показатели качества: цвет, запах, вкус определяют по ГОСТ 26312.2. «Методы определения органолептических показателей, развариваемости гречневой крупы и овсяных хлопьев».

#### **Определение цвета крупы.**

Цвет крупы определяют визуально при рассеянном дневном свете, а также при освещении лампами накаливания или люминесцентными лампами, рассыпав тонким сплошным слоем часть средней пробы, примерно 50 г на черном стекле анализной доски или на листе черной бумаги.

При разногласиях цвет определяют только при рассеянном дневном свете.

Каждому виду крупы свойственен определённый цвет, например, крупе пшеничной – жёлтый, гречневой – коричневый с желтоватым оттенком, ячменной – белый с желтоватым или зеленоватым оттенком, овсяной – сероватый, пшено – жёлтый.

#### **Определение запаха крупы.**

Из средней пробы крупы отбирают навеску массой примерно 20 г, высыпая на чистую бумагу и устанавливая запах.

Для усиления ощущения запаха крупу помещают в фарфоровую чашку, покрывают ее стеклом, помещают на предварительно нагретую до кипения водяную баню и прогревают крупу в течение 5 мин, после чего определяют запах.

#### **Определение вкуса крупы.**

Вкус определяют в размолотой крупе путем разжевывания 1–2 навесок массой около 1 г каждая. В этом случае обращается внимание на наличие хруста зубами. Вкус должен быть свойственным для данного вида крупы, без кислого, горького и др. привкусов.

**Определение крупности или номера крупы, примесей (сорной, цветковых плёнок, испорченных ядер, необрушенных зёрен, пожелтевших, меловых, красных и с красными полосками и глютинозных ядер риса) доброкачественного ядра** осуществляют в соответствии с ГОСТ 26312.4.

#### **Определение влажности крупы** осуществляют по ГОСТ 26312.7.

Сущность метода заключается в обезвоживании измельченной крупы в воздушно-тепловом шкафу при фиксированных параметрах температуры и продолжительности сушки.

Крупу, отобранную из средней пробы по ГОСТ 26312.1, тщательно перемешивают, встряхивая емкость, отбирают навеску крупы массой  $(20,0 \pm 0,1)$  г и измельчают ее на мельнице (кроме манной).

Крупность помола контролируют просеиванием навесок на ситах с номерами сеток 1 и 08 или вручную на гладкой поверхности без встряхивания сит в течение 3 мин при 110–120 круговых движениях в минуту, или на лабораторном рассеве в течение 5 мин при частоте вращения 180–200 об/мин. При этом в измельченной крупе сход сита с номером сетки 1 должен быть:

не более 10 % для всех видов круп, кроме перловой;  
 не более 25 % – для перловой;  
 проход сита с номером сетки 08 должен быть:  
 не менее 70 % – для всех видов круп, кроме гороха шелушенного (лущеного);

не менее 50 % – для гороха шелушенного (лущеного).

Ориентировочно продолжительность размола составляет:

15с для пшена шлифованного;

60 с для гороха шелушенного (лущеного), крупы перловой;

30 с для остальных видов круп.

Если регламентированная крупность помола не обеспечивается, следует увеличить продолжительность размола.

Влажность крупы определяют в двух параллельных навесках. Из эксикатора извлекают две чистые просушенные металлические бюксы и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Измельченную крупу тщательно перемешивают, из разных мест отбирают в каждую взвешенную бюксу навеску продукта массой  $(5,00 \pm 0,01)$  г, после чего бюксы с продуктом закрывают крышками и ставят в эксикатор.

По достижении в камере сушильного шкафа 130 °С открытые бюксы с навесками продукта помещают в шкаф, устанавливая бюксы на снятые с них крышки. Крупу высушивают при температуре 130 °С в течение 40 мин, считая с момента восстановления.

По окончании высушивания бюксы извлекают из шкафа тигельными щипцами, закрывают крышками и переносят в эксикатор для полного охлаждения примерно на 20 мин. Охлажденные бюксы взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и помещают в эксикатор до окончания обработки результатов анализа.

Влажность крупы (X) в процентах вычисляют по формуле 2 (в %):

$$X = 100 \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_2}, \quad (2)$$

где  $m_1$  – масса навески крупы до высушивания, г;

$m_2$  – масса навески крупы после высушивания, г;

Вычисления проводят до второго десятичного знака, затем результат определения влажности округляют до первого десятичного знака.

Допускаемое расхождение между результатами двух параллельных определений не должно превышать 0,2 %.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Погрешность воздушно-теплого метода определения влажности по сравнению с образцовым вакуумно-тепловым методом приведена в приложении ГОСТ 26312.7.

**Определение содержания жира** в зерне проводят экстракционным методом в аппарате Сокслета.

Пробу измельченной и высушенной при температуре 130 °С крупы после определения влажности количественно переносят в пакет из фильтровальной

бумаги размерами 8х9 см. Стенки бюксы протирают кусочком ваты, смоченном в растворителе, вату присоединяют к навеске в пакет. Пакет с навеской закрывают и перевязывают ниткой, таким образом, чтобы исключить потери пробы. Снаружи пакет нумеруют графитовым (простым) карандашом, помещают в ту же бюксу и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре  $100 \div 105$  °С. Высушенный пакет с пробой взвешивают и помещают в экстрактор аппарата Сокслета. В экстрактор можно поместить несколько пакетов при условии, что в процессе экстракции все пакеты будут погружены в растворитель и хорошо им омыты. В колбу со шлифом объемом 500 мл заливают растворитель в количестве  $1,2 \div 1,3$  от емкости экстрактора, но не более 300 мл, колбу с растворителем соединяют с нижней частью аппарата. Верхнюю часть аппарата соединяют с водяным холодильником. Собранный конструкцию устанавливают на электрическую плитку, закрепляют на штативе, включают подачу холодной воды и электрическую плитку.

Экстракцию жира проводят в течение  $8 \div 10$  часов. Интенсивность нагрева должна быть такой, чтобы в течение одного часа происходило не менее  $5 \div 6$  и не более  $8 \div 10$  сливаний растворителя. Окончание экстракции проверяют нанесением капли стекающего из экстрактора растворителя на часовое стекло. После испарения растворителя на стекле не должно оставаться жирного пятна.

По окончании экстракции пакет помещают в ту же бюксу и в течение  $20 \div 30$  минут выдерживают в вытяжном шкафу для удаления растворителя. Затем высушивают в шкафу в течение  $1 \div 3$  часов при температуре  $100 \div 105$  °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с абсолютной погрешностью не более 0.001 г.

Массовую долю жира вычисляют по формуле 3 (в %):

$$X = 100 \cdot \frac{m_1 - m_2}{m}, \quad (3)$$

где  $m$  – масса навески крупы, взятой для определения содержания воды;

$m_1$  – масса высушенных бюксы, пакета и образца до экстракции, г;

$m_2$  – масса высушенных бюксы, пакета и образца после экстракции, г;

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,5 %.

Вычисление проводят до первого десятичного знака.

**Определение зольности** (содержание минеральных веществ) осуществляют в соответствии с ГОСТ 26312.5.

Сущность методов заключается в сжигании размолотой крупы с последующим определением массы несгораемого остатка.

Из подготовленной для определения содержания воды пробы размолотой крупы, проходящей через сито № 08, отбирают навеску для определения зольности.

Зольность манной и кукурузной круп определяют без предварительного размола.

Размолотую крупу высыпают на стеклянную пластинку и двумя плоскими совками смешивают и разравнивают ее, затем придавливают другим стеклом такого же размера с тем, чтобы размолотая крупа распределилась ровным слоем толщиной 3–4 мм.

Удалив верхнее стекло, отбирают не менее чем из десяти разных мест две навески массой 2,0–2,5 г каждая в два предварительно прокаленных до постоянной массы и охлажденных в эксикаторе тигля.

Взвешенные тигли с навесками обугливают, не допуская воспламенения продуктов сухой перегонки. После прекращения выделения продуктов сухой перегонки тигли кладут в муфельную печь и закрывают дверцу, затем муфельную печь нагревают до 600–900 °С (ярко-красное каление).

Озоление ведут до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым.

После охлаждения в эксикаторе тигли взвешивают, затем вторично прокаливают не менее 20 мин. Озоление считают законченным, если масса тиглей с золой после повторного взвешивания изменилась не более чем на 0,0002 г. Если масса тиглей с золой уменьшилась более чем на 0,0002 г, прокаливание повторяют. В случае увеличения массы тиглей с золой после повторного прокаливания берут меньшее значение массы.

Зольность каждой навески крупы ( $X$ ) в пересчете на сухое вещество (в %) вычисляют по формуле 4:

$$X = \frac{m_z \cdot 100}{m_n(100 - W)} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $m_z$  – масса золы, г;

$m_n$  – масса навески размолотой крупы, г;

$W$  – влажность размолотой крупы, %.

Вычисления проводят до тысячных долей процента. За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,025 %.

Результаты определения зольности приводят до сотых долей процента.

**Определение содержания белка.** Определение содержания общего азота методом Кьельдаля осуществляют на установке «Vapodest-30».

Навеску исследуемой пробы массой 0,3÷0,4 г, взвешенной с точностью до 0.0005, помещенную в закрытую с одной стороны трубочку из фильтровальной бумаги, переносят в колбу для минерализации, приливают 10 мл концентрированной серной кислоты и добавляют таблетку-катализатор на основе сернистой меди или 1 мл пергидроля. Колбу помещают в гнездо установки для минерализации.

**ВНИМАНИЕ:** установку включают только после заполнения всех 6 гнезд колбами с пробами.

Процесс минерализации заканчивают, когда в колбе образуется прозрачная жидкость голубого цвета или бесцветная (в случае использования в качестве катализатора перекиси водорода). Колбы с минерализатом выдерживают

в гнездах до полного охлаждения, затем минерализат через стеклянную воронку осторожно переносят в мерную колбу объемом 100 мл. Колбу омывают 25÷30 мл дистиллированной воды, которую затем также переливают в мерную колбу. Мерную колбу доливают водой до метки и выдерживают 3÷4 часа для равномерного распределения минеральных веществ по всему ее объему.

Из мерной колбы в отгонную колбу пипеткой переносят 20÷25 мл рабочего раствора и устанавливают в аппарат для отгонки. Предварительно в аппарат устанавливают колбу-приемник объемом 250 мл, куда заранее вносят 30 мл 0.02 н раствора серной кислоты и 5 капель смешанного индикатора. В колбу-приемник опускают конец трубки холодильника аппарата и осуществляют отгонку паров аммиака по установленной в аппарате программе. По окончании отгонки конец трубки холодильника обмывают дистиллированной водой в колбу-приемник и содержащийся в ней избыток серной кислоты оттитровывают 0,02 н раствором КОН до перехода синей окраски до сине-зеленой (цвет морской волны). Массовую долю сырого протеина (белковых веществ) вычисляют по формуле 5 (в %):

$$X_B = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot 0,00028 \cdot 6,25 \cdot V_3}{m \cdot V_4} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $V_1$  – количество 0.02 н раствора NaOH, израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл;

$V_2$  – количество 0.02 н раствора NaOH, израсходованного на титрование в рабочем опыте, мл;

$V_3$  – объем мерной колбы с рабочим раствором, мл;

$V_4$  – объем рабочего раствора, взятого на отгонку, мл;

6,25 – коэффициент пересчета общего азота на сырой протеин;

0,00028 – количество азота, эквивалентное 1 мл 0.02 н раствора КОН, г/мл;

K – поправочный коэффициент для 0.02 н раствора КОН

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0.5 % для кормовой муки и 0.2 % для остальной продукции.

Вычисление проводят до второго десятичного знака.

**Методика постановки эксперимента** представляет собой краткую запись порядка постановки эксперимента, содержащую выбранный способ обработки, параметры и последовательность технологических операций, использованных при переработке зернового или зернобобового видов сырья.

### Результаты исследования

Результаты оформляются в виде таблицы 1 по ниже приведенной форме  
Таблица 1 – Способы и параметры обработки

Способы	Параметры обработки (продолжительность, мин, температура °С)			
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
Замачивание в горячей воде	30 мин, 70 °С	25 мин., 80°С	20 мин, 80°С	15 мин, 90°С
Бланширование острым паром	15 мин.	20 мин.	25 мин.	30 мин.
Обработка СВЧ	1,5 мин	2 мин	2,5 мин	1 мин.

Сравнительная характеристика показателей качества объекта исследования до и после обработки оформляется по форме табл. 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика органолептических и физических показателей качества объекта до и после ГТО

Наименование показателя	Характеристика показателя качества		
	по требованию стандарта	исследуемого образца	
		до гидротермической обработки	после гидротермической обработки
Цвет			
Вкус			
Запах			
Влажность			
Зольность			
Содержание примесей			
Показатели *			

\* Показатели качества в соответствии с требованиями действующего стандарта на выданный образец

Отходы и потери, образуемые при измельчении объекта, выход конечного продукта оформляются по форме табл. 3.

Таблица 3 – Отходы, потери и выход муки из зернового и зернобобового видов сырья до и после ГТО

Объект исследования	Количество отходов и потерь, %	Выход муки, %
Наименование сырья: – до обработки – после обработки		

Таблица по химическому составу зернового и зернобобового сырья оформляется в виде сводных данных по форме табл. 4.

Таблица 4 – Химический состав зернового и зернобобового видов сырья

№ п/п	Объект исследования	Содержание, %					Энергетическая ценность, ккал
		воды (В)	белка (Б)	жира (Ж)	зола (З)	углеводов (У)	
1.	Наименование сырья						
2.	...						

### Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика неорганических и органических веществ, входящих в химический состав растительного сырья.
2. Принципы расчёта энергетической ценности сырья (готовой продукции).
3. Основные виды зернового и зернобобового сырья, их отличительная особенность
4. Основные технологические этапы переработки зерна в муку, виды помола.
5. Назначение и способы гидротермической обработки зернового сырья и необходимость проведения данного процесса.
6. Основные технологические этапы переработки зерна в крупу. Ассортимент круп.